

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNE DI ITTIRI
Provincia di SASSARI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DEL CANTIERE “CASIDDU”
INTERNO ALLA CONCESSIONE MINERARIA SA PIGADA BIANCA
COLTIVAZIONE DI ARGILLE BENTONITICHE E SMETTICHE**

Richiedente:

Argillitti s.r.l.

Argillitti Srl

Elaborato:
ALL.10_SIA

Titolo:
Studio impatto polveri in atmosfera

Data:
Marzo 2024

N. Prot.:

Revisioni

00

Marzo 24

Timbri

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. PRINCIPI TEORICI	6
4. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE (D. LGS 13.8.2010 N. 155, ART. 3 E 4)	8
5. MODELLI DI SIMULAZIONE DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA	11
6. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELL'OPERA, DEL CICLO PRODUTTIVO E TECNOLOGICO, DEGLI IMPIANTI, DELLE ATTREZZATURE E DEI MACCHINARI, DELL'UBICAZIONE DELL'INSEDIAMENTO E DEL CONTESTO DI INSERIMENTO	18
7. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI.....	30
8. IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO	41
9. RISULTATI OTTENUTI.....	42
10. CONCLUSIONI	51

1. PREMESSA

Il presente studio di Impatto da diffusione di polveri in atmosfera concernente la proposta progettuale in oggetto ha come obiettivi principali:

- valutare il livello di pressione esercitato sull'ambiente dall'attività di cantiere;
- applicare del modello matematico di diffusione degli inquinanti in atmosfera per la determinazione delle concentrazioni al suolo dei principali inquinanti e successiva realizzazione delle mappe di rappresentazione.

Sulla base delle considerazioni riguardanti la dislocazione delle principali fonti di inquinamento è stata individuata un'area di studio quadrata con al centro la superficie interessata dalla presenza delle sorgenti emmissive della miniera.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal Decreto Legislativo n. 155/2010 che ha abrogato il Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il DM 261/2002). Il Decreto Legislativo n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO_2 , NO_x , SO_2 , CO , O_3 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente. Il provvedimento individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Sono stabilite anche le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria (Allegato V e IX). L'allegato VI del decreto contiene i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti. Gli allegati VII e XI, XII, XIII e XIV riportano i valori limite, i livelli critici, gli obiettivi a lungo termine e i valori obiettivo rispetto ai quali effettuare la valutazione dello stato della qualità dell'aria. Di recente sono stati emanati il DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del Decreto Legislativo n.155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria, il Decreto Legislativo n.250/2012 che modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili, il DM Ambiente 22 febbraio 2013 che stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio e il DM Ambiente 13 marzo 2013 che individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il $\text{PM}_{2.5}$. Infine il DM 5 maggio 2015 stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del Decreto Legislativo n.155/2010. In particolare, in allegato I, è descritto il metodo di campionamento e di analisi da applicare in relazione alle concentrazioni di massa totale e per speciazione chimica del materiale particolato PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$,

mentre in allegato II è riportato il metodo di campionamento e di analisi da applicare per gli idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene¹. Nella tabella che segue sono riportate alcune importanti definizioni:

- Valore Limite (VL):* livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato
- Valore Obiettivo:* livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.
- Livello Critico:* livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani.
- Margine di Tolleranza:* percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del VL.
- Soglia di Allarme:* livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- Soglia di Informazione:* livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- Obiettivo a lungo termine:* livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate.
- Indicatore di esposizione media:* livello da verificare sulla base di selezionate stazioni di fondo nazionali che riflette l'esposizione media della popolazione.
- Obbligo di concentrazione dell'esposizione:* livello da raggiungere entro una data prestabilita.
- Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione:* riduzione percentuale dell'esposizione media rispetto ad un anno di riferimento, da raggiungere entro una data prestabilita.

Nella tabella che seguono sono riportati, per ogni inquinante, i valori limite e di riferimento contenuti nel DL 155/2010.

Tabella 1.1 - Valori limite (allegato XI D.lgs. 155/10)

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	
Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m ³
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m ³
Biossido di azoto	Orario (non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m ³
	Media annuale	40	µg/m ³
Benzene	Media annuale	5	µg/m ³
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m ³
Particolato PM ₁₀	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m ³
	Media annuale	40	µg/m ³
Particolato PM _{2,5}	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	µg/m ³

¹ Arpav Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

	Media annuale al 2015	25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Piombo	Media annuale	0,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1.2 – Livelli critici per la vegetazione (allegato XI D.Lgs 155/10)

Inquinante	Periodo di mediazione	Livelli critici	
Biossido di zolfo	Annuale	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Invernale (1 ottobre – 31 marzo)	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Biossido di azoto	Annuale	30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1.3 – soglie di allarme per biossido di zolfo e di azoto (allegato XI D.lgs. 155/10)

Inquinante	Periodo di mediazione	Livelli critici	
Biossido di zolfo	Annuale	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Invernale (1 ottobre – 31 marzo)	20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Biossido di azoto	Annuale	30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Riepilogando, il D. Lgs 155/2010:

- regola la gestione della qualità dell'aria, per il biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM10, PM2.5, piombo, benzene, monossido di carbonio, ozono, oltre che i suddetti inquinanti della Direttiva 2004/107/Ce, andando per questi a definire i valori limite, valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglie di informazione e di allarme, livelli critici, obbligo di concentrazione e obiettivo di riduzione delle esposizioni;
- indica, quali strumenti attraverso cui deve essere effettuata la valutazione della qualità dell'aria, la zonizzazione e la classificazione del territorio in zone e agglomerati, la rilevazione ed il monitoraggio dei livelli di inquinamento atmosferico, effettuati mediante reti di monitoraggio e l'impiego di tecniche modellistiche, l'inventario delle emissioni e gli scenari emissivi;
- indica, in caso di superamento dei valori limite, dei livelli critici, dei valori obiettivo, delle soglie di informazione e allarme, le competenze (Regioni, Province autonome, Stato) e le modalità affinché siano intraprese misure, che non comportino costi sproporzionati, necessarie per agire sulle principali sorgenti di emissione per raggiungere gli standard e gli obiettivi (Piani) nonché provvedimenti per informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo;
- disciplina l'attività di comunicazione di informazioni relative alla qualità dell'aria.

3. PRINCIPI TEORICI

Inquinanti atmosferici

Si parla di inquinamento atmosferico quando lo stato della qualità dell'aria subisce dei mutamenti a causa dell'immissione nella stessa di sostanze, di qualsiasi natura e in misura e condizioni tali da alterarne la salubrità e da costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute delle persone o danno dei beni pubblici e/o privati.

Le cause possono essere suddivise in due categorie:

- cause naturali (assoggettabili a particolari condizioni quali ad esempio esalazioni vulcaniche, particolari condizioni meteorologiche ecc.).
- cause antropiche (emissioni da attività produttive e da infrastrutture di servizio).

Per una valutazione della qualità dell'aria è fondamentale il suo controllo e la sua influenza diretta ed indiretta sulla salute umana e sull'ambiente.

Ogni composto emesso in atmosfera, per effetto di reazioni chimiche, fisiche e biologiche, può essere trasformato, distrutto, disperso, accumulato e trasportato. Il tempo di permanenza dell'inquinante in atmosfera varia da sostanza a sostanza ed è in funzione di fattori ambientali, climatici, meteorologici, climatici, geografici, ecc.

I principali meccanismi di rimozione degli inquinanti atmosferici sono: l'assorbimento in sistemi idrici, l'assorbimento su solidi o nel terreno, il dilavamento dell'atmosfera a seguito delle piogge.

Una possibile classificazione degli inquinanti atmosferici, in base alla loro origine, verranno suddivisi in due categorie:

- inquinanti primari (quelli emessi direttamente dalle sorgenti);
- inquinanti secondari (quelli che si formano a seguito delle trasformazioni chimico-fisiche dei primari).

Inquinanti primari ed inquinanti secondari

La possibilità di reazione degli inquinanti, porta a distinguere tra inquinanti primari, emessi direttamente in atmosfera, ed inquinanti secondari che si originano nell'aria per trasformazione chimica. Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare. Tra i gas si segnalano in particolare (Zannetti, 1990):

- composti dello Zolfo (SO_2 , H_2S);
- composti dell'azoto (NO , NH_3);
- composti del carbonio (idrocarburi, HC , CO);
- composti alogenati (HCl , HF , HBr , CFC);

Il particolato si classifica in ragione del diametro delle particelle: si considerano grossolane quelle con diametro maggiore di $2,5 \mu\text{m}$ e fini quelle con diametro minore di $2,5 \mu\text{m}$.

Si distinguono, inoltre, come inalabili le particelle con diametro minore di $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}).

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- NO_2 formato da NO primario;

- O₃ formato per via fotochimica.

Entrambi questi gas intervengono nei complessi meccanismi di reazione che costituiscono il cosiddetto “smog fotochimico”.

Il particolato secondario può derivare da reazioni chimiche e chimico-fisiche che coinvolgono inquinanti gassosi sia primari che secondari. I più noti processi sono:

- la trasformazione di SO₂ in solfati, SO₄²⁻;
- la trasformazione di NO₂ in nitrati, NO₃⁻;
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

Naturalmente gli inquinanti atmosferici, sia primari che secondari, si caratterizzano per la loro grande mobilità indotta dal trasporto convettivo (avvevativo) e dispersivo. A tale riguardo il particolato inalabile si comporta come un gas, mentre quello di diametro superiore segue traiettorie balistiche dominate dalla forza di gravità.

Diffusione degli inquinanti

Condizioni meteorologiche

La concentrazione degli inquinanti in atmosfera è determinato non solo dal numero e dall'intensità delle sorgenti di inquinamento, dalla distanza di tali sorgenti e dalle trasformazioni chimico-fisiche cui vengono sottoposti, ma soprattutto dalle condizioni meteorologiche locali e a grande scala, che spesso costituiscono la base di partenza per la comprensione della genesi, dell'entità e dello sviluppo nel tempo di un evento di inquinamento atmosferico.

Inversione termica

Nei 10 km inferiori dell'atmosfera (troposfera) la temperatura dell'aria generalmente decresce con l'altezza di circa 7 °C per Km; le masse d'aria più calde, vicine alla superficie terrestre, a causa della loro minore densità tendono a salire verso l'alto e vengono sostituite da masse d'aria più fredde provenienti dall'alto. La conseguenza di questo processo è il rimescolamento degli strati inferiori della troposfera.

In alcuni casi, tuttavia, la temperatura dell'aria ad una certa altezza e per alcune decine o centinaia di metri, può avere un andamento crescente con l'altitudine, per poi cominciare a decrescere di nuovo. Questa zona, nota come strato di inversione, agisce come un ostacolo sugli strati inferiori di aria più freddi che, a causa della loro maggiore densità, non possono attraversarla. In queste condizioni, gli inquinanti prodotti al suolo non vengono rapidamente miscelati con l'intera troposfera, ma restano confinati nel volume di aria al di sotto dello strato di inversione, con conseguente aumento della loro concentrazione.

Gli elementi che caratterizzano un'inversione sono: la dimensione geometrica (spessore), la posizione nello spazio e l'intensità del gradiente di temperatura. Lo spessore dell'inversione è definito dalla distanza verticale che intercorre fra la base e la sommità dell'inversione (per base e sommità si intende il luogo dei punti in cui la temperatura comincia, rispettivamente, ad aumentare e a diminuire con l'altezza). Per

quanto riguarda la posizione nello spazio, l'inversione termica può essere al suolo, se la base coincide con la superficie terrestre, o in quota se la base è posizionata ad una certa altezza dal suolo.

L'inversione termica è un fenomeno tipico soprattutto dei mesi autunnali e invernali, nei quali condizioni di cielo sereno e di alta pressione favoriscono l'irradiazione notturna. Lo strato d'aria a contatto del suolo si raffredda fortemente; mentre a terra si forma un cuscinetto d'aria fredda pesante, spesso con formazione di nebbia, al di sopra si trova aria calda più leggera. Tale stratificazione è sorprendentemente stabile (può durare anche alcune decine di ore) e impedisce qualsiasi circolazione verticale dell'aria fredda più in basso e quindi la dispersione degli inquinanti immessi in questi strati dell'atmosfera.

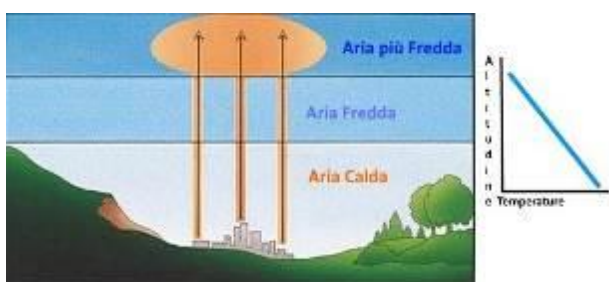


Figura 1 - Isola di calore

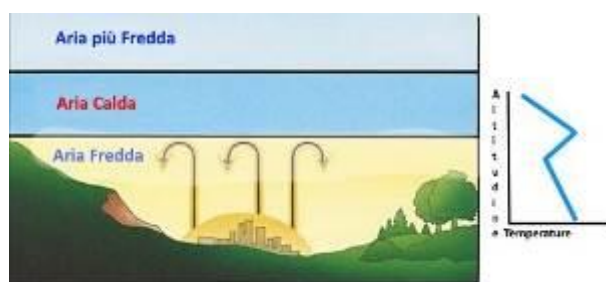


Figura 2 - Inversione termica

4. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE (D. LGS 13.8.2010 N. 155, ART. 3 E 4)

Con la Deliberazione n. 52/19 del 10.12.2013 la Regione Autonoma della Sardegna ha approvato il progetto di "Zonizzazione del territorio e classificazione di zone e agglomerati" per la regione Sardegna in adeguamento alle disposizioni del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, che ha suddiviso il territorio regionale in zone e agglomerati omogenei dal punto di vista della qualità dell'aria ambiente. La metodologia seguita è quella indicata nel D. Lgs. 13.8.2010 n. 155, articoli 3 e 4, che analizzando il territorio per singolo Comune, li ha accorpati prendendo in considerazione l'orografia, la climatologia, la distribuzione demografica e, in maniera più significativa, la quantità di emissioni derivante dal censimento regionale delle fonti di emissione. Le zone e l'agglomerato sono stati poi classificati, seguendo sempre la metodologia del D. Lgs 155/10, tenuto conto dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita da ARPAS. Per la regione Sardegna vengono individuate le seguenti zone:

- IT2007 - Agglomerato di Cagliari;
- IT2008 - Zona urbana;
- IT2009 - Zona industriale;
- IT2010 - Zona rurale;
- IT2011 - Zona Ozono.

Inoltre è stato approvato l'elenco dei Comuni con l'attribuzione delle zone o agglomerati a cui essi

appartengono. La zonizzazione approvata è stata realizzata per la protezione della salute umana per gli inquinanti PM10, PM2,5, NO2, SO2, CO, Pb, Benzene, As, Cd, Ni, B(a)P.

Il territorio in cui ricade l'area in oggetto al presente studio appartiene al comune di Iglesias, il quale è classificato alle zone individuate di seguito:

Tabella 1 - Allegato B alla Delib. G.R. n. 52/19 del 10.12.2013, elenco dei Comuni

COD.ISTAT	COMUNE	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
20090033	<i>Ittiri</i>	<i>IT2010</i>	<i>IT2011</i>	

Secondo la classificazione proposta, in base all'inquinante interessato la situazione è la seguente:

Tabella 2 - Allegato B alla Delib. G.R. n. 52/19 del 10.12.2013, classificazione delle zone proposte

Inquinante	IT2007	IT2008	IT2009	<i>IT2010</i>
PM10 anno	>SVI	>SVI	>SVI	<SVI
PM10 giorno	>SVI	>SVS	>SVS	<SVI

dove:

- SVI soglia di valutazione inferiore;
- SVS soglia di valutazione superiore;
- SA valutazione supplementare;
- OLT obiettivo a lungo termine.

La qualità dell'aria dell'area in esame è più bassa della soglia di valutazione inferiore (SVI), ossia il 50% dei valori limite previsti dalla normativa, per cui è possibile analizzare gli eventuali carichi di emissione di polvere con l'ausilio di stime obiettive o tecniche di modellizzazione.

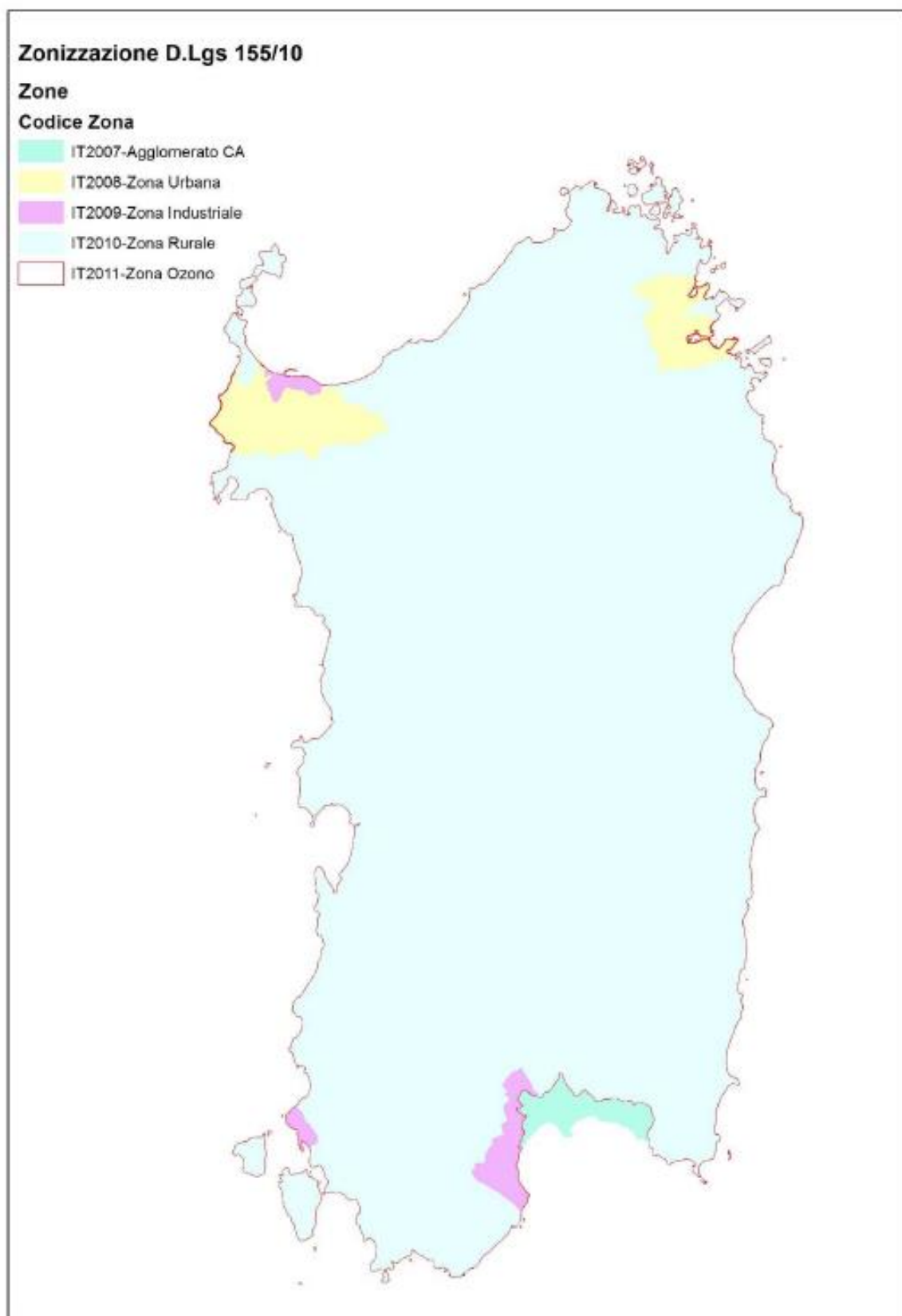


Figura 3 - Zone di qualità dell'aria per la protezione della salute umana

5. MODELLI DI SIMULAZIONE DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

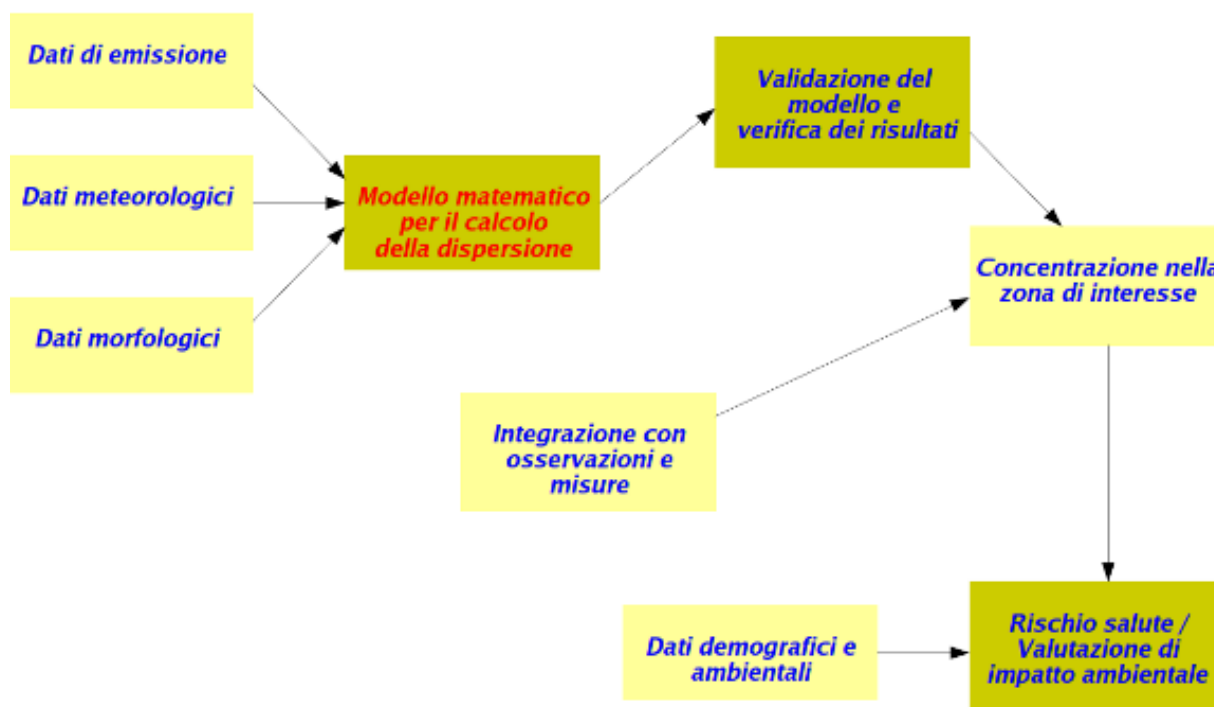
Le norme prevedono che gli standard di qualità dell'aria non vengano superati in alcun punto del territorio. Tuttavia, se si ipotizza che l'unico mezzo conoscitivo sia la misura diretta delle concentrazioni, in pratica il controllo della qualità dell'aria può essere effettuato solo in un numero finito di punti coincidenti con le postazioni di misura. Tale numero, estremamente esiguo, non consente certo di ottenere una fotografia, anche se approssimata, della distribuzione spazio temporale della concentrazione dell'inquinante di interesse.

Per poter fare un passo in avanti è necessario l'impiego di modelli matematici di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera. In generale un modello matematico è uno strumento matematico/informatico che cerca di ricostruire il più fedelmente possibile lo stato della concentrazione dei vari inquinanti in un dominio di calcolo spazio-temporale di interesse. Di per sé non ha limitazioni nel fornire indicazioni in ogni punto del territorio, tuttavia il problema è quanto la previsione del modello sia realistica. È evidente che il modello, in quanto tale, sarà sempre una approssimazione della realtà e quindi le sue previsioni saranno sempre in disaccordo con quanto misurato. Questo disaccordo può essere quantificato in termini statistici e tali indicatori statistici possono essere utili per confrontare le *performances* di modelli differenti applicati alla medesima realtà. Va comunque rilevato che praticamente ogni modello presenta un maggiore o minore grado di calibrabilità (*tuning*) che gli consente in qualche modo di adattarsi alle misure. Da ciò deriva una possibile strategia di impiego dei modelli:

- si applichi ad una data realtà il modello che si intende esaminare senza alcun tipo di *tuning*;
- si confrontino i risultati ottenuti con le misure effettuate da una rete di rilevamento presente nel territorio o con i risultati di opportune campagne sperimentali;
- si effettui la taratura del modello in modo tale che le discrepanze tra modello e misure per il dominio spazio-temporale considerato scenda al di sotto di un livello stabilito.

A questo punto il modello può considerarsi tarato per quella realtà e può essere realistico valutare le sue previsioni come una rappresentazione abbastanza realistica della realtà stessa.

Va rilevato, inoltre, che le operazioni di pianificazione richiedono la stima preventiva dell'impatto ambientale di nuove installazioni energetiche ed industriali. È evidente che non si possono effettuare questi studi a posteriori, pertanto è giocoforza effettuare simulazioni modellistiche che consentano di ottenere una base conoscitiva oggettiva per un confronto tra differenti strategie operative con l'obiettivo di individuare la strategia che può essere considerata a minimo impatto.



(fonte: Ing. Gianluca Antonacci, CISMA srl – Bolzano)

Una sostanza, una volta immessa nell'atmosfera, per effetto dei numerosi fenomeni a cui è soggetta, quali il trasporto dovuto all'azione del vento, la dispersione per effetto dei moti turbolenti dei bassi strati dell'atmosfera, la deposizione, ecc., si distribuisce nell'ambiente circostante, diluendosi in un volume di aria di dimensioni più o meno grandi in funzione delle particolari condizioni atmosferiche presenti. Ciò significa che se una sostanza viene immessa nell'atmosfera in un determinato punto del territorio (*sorgente*) ad un dato istante e con determinate modalità di emissione, è possibile ritrovarla in altri punti del territorio dopo un tempo più o meno lungo, con un diverso valore di concentrazione in funzione della diluizione che ha subito lungo il suo tragitto. La valutazione dei valori assunti dalla concentrazione in tutti i punti dello spazio ed in ogni istante ovvero la previsione dell'evoluzione nel tempo del campo di concentrazione di una determinata sostanza costituisce l'obiettivo dei modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Per valutare con un adeguato grado di approssimazione tale campo di concentrazione, è necessario prendere in considerazione e schematizzare un considerevole numero di fenomeni specifici che hanno luogo durante il trasporto della sostanza in atmosfera. Detti fenomeni specifici sono di diversa natura:

- fisici (trasporto, diffusione, innalzamento del pennacchio);
- chimici (reazioni chimiche di trasformazione, decadimento radioattivo);
- chimico-fisici (deposizioni, ecc.).

Con queste premesse è facile intuire come le attività di ricerca e sviluppo in questo settore non siano state orientate verso la progettazione di un modello in grado di soddisfare le differenti esigenze di accuratezza e completezza, ma siano state bensì articolate in diversi filoni che hanno condotto alla realizzazione di altrettante classi e/o categorie di modelli.

Questo stato di fatto comporta in molti casi un attento vaglio dei modelli suggeriti dalla letteratura, prima dell'adozione di uno di essi per soddisfare una specifica esigenza. Per agevolare questo compito sono stati condotti numerosi tentativi di rassegna ragionata e di razionale categorizzazione. Presupposto essenziale di tali attività è l'individuazione degli elementi caratteristici che sono alla base dei vari modelli, mediante i quali è possibile suddividere i modelli stessi in classi, categorie, tipologie, ecc.

Un primo elemento utile a tal fine è l'approccio analitico di base impiegato, mediante il quale i modelli si possono suddividere in:

- modelli *stocastici* o *statistici*;
- modelli *deterministici*.

I modelli stocastici non stimano la concentrazione degli inquinanti sulla base di relazioni fisiche di causa-effetto, ma sulla base dei dati misurati dalla rete di monitoraggio. Essi sono in grado di fornire il valore stimato della concentrazione di inquinante nei soli punti di misura della rete. La loro possibilità di utilizzo è quindi circoscritta alla previsione dei valori che le stazioni della rete registreranno in futuro, e, limitatamente a tale obiettivo, forniscono risultati migliori rispetto ai modelli deterministici. Tuttavia risulta che essi sono del tutto inadeguati a studiare i fenomeni in atto o a prevedere situazioni che non siano controllate da una rete di rilevamento.

I modelli deterministici, categoria composta da un numero considerevole di modelli differenti, pongono come base di calcolo delle loro previsioni, relazioni di causa-effetto tra le emissioni delle sorgenti e la meteorologia da un lato (*cause*) e le concentrazioni degli inquinanti nel dominio di calcolo (*effetti*) dall'altro.

Sulla base del metodo con cui si descrive l'evoluzione nel tempo del fenomeno dell'inquinamento, i vari modelli deterministici si differenziano in metodi *stazionari* e metodi *dinamici*. Nei primi, l'evoluzione temporale di un fenomeno è trattata come una sequenza di stati quasi - stazionari, cosa che semplifica notevolmente il modello, diminuendone però la generalità e l'applicabilità. I secondi, invece, trattano l'evoluzione del fenomeno in modo dinamico. I modelli stazionari sono molto utilizzati per la loro semplicità e per l'economicità d'impiego ed in genere costituiscono un valido strumento per un'analisi preliminare di realtà non particolarmente complesse.

Un altro importante elemento di distinzione dei modelli è costituito dalla *scala spaziale* ovvero dalla distanza dalla sorgente entro cui il modello è in grado di descrivere il fenomeno;

si distinguono le seguenti classi:

- a scala locale (*short range*), modelli che descrivono la dispersione degli inquinanti fino a distanze dell'ordine della decina di chilometri;
- a *mesoscala*, modelli che trattano domini spaziali dell'ordine delle centinaia di chilometri;
- a grande scala o *sinottici* (*long range*), che descrivono fenomeni che possono interessare aree molto vaste fino a migliaia di chilometri dalla sorgente.

I modelli possono essere distinti anche in funzione del loro livello di complessità ovvero del numero di fenomeni di cui tengono conto nel determinare il campo di concentrazione.

Usualmente si fa riferimento alle seguenti tre tipologie.

- modelli complessi;

- modelli di media complessità;
- modelli semplici.

Normativa tecnica

Norma UNI 10745	Studi di impatto ambientale - Terminologia
Norma UNI 10796	Valutazione della dispersione in atmosfera di reflui aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici
Norma UNI 10964	Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria
Norma UNI 10742	Impatto ambientale - Finalità e requisiti di uno studio di impatto ambientale
DM 20/05/1991	Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria

Il modello DIMULA

Il modello DIMULA (Cirillo e Cagnetti, 1982), sviluppato da ENEA, è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 ("Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria") e ISTISAN 93/36 "Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria", in quanto corrispondente ai requisiti qualitativi per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali dell'ordine di alcune decine di chilometri) e in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee e stazionarie.

Il modello WinDimula è inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria (<http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>, scenario 2).

DIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione short term e in versione climatologia (long term). I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La forma della soluzione è di tipo gaussiano, ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovrizzo termico dei fumi, che la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da Pasquill-Turner.

L'equazione utilizzata dal modello è la seguente:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \cdot u \cdot \sigma(x)_y \cdot \sigma(y)_x} \cdot e^{\left[-\frac{y^2}{2\sigma(x)_y^2} \right]} \cdot V \cdot D$$

dove:

$C(x, y, z)$ = concentrazione spaziale di contaminante considerato;

Q = emissione di inquinante espresso come massa per unità di tempo;

V = termine verticale;

D = termine di decadimento;

$\sigma(x)_y, \sigma(y)_x$ = coefficienti di dispersione laterale e verticale [m];

u = velocità del vento alla quota del rilascio [m/s];

x = distanza sottovento tra la sorgente e il recettore rispetto alla direzione del vento;

y = distanza perpendicolare alla direzione del vento tra l'asse del pennacchio e il recettore;

z = quota del recettore rispetto al suolo.

L'equazione è valida se si assumono le seguenti ipotesi:

- processo stazionario;
- condizioni meteorologiche costanti;
- trasporto turbolento lungo l'asse x trascurabile rispetto al trasporto per avvezione;
- coefficienti di dispersione costanti in y e z ;
- emissione costante;
- suolo riflettente.

Caratteristiche generali dei moduli di calcolo:

1) *Moduli di calcolo presenti in WinDIMULA:*

- modulo climatologico (long term);
- modulo short term;
- modulo monodimensionale per il calcolo del massimo di ricaduta.

2) *Tipologie di sorgenti emissive:*

- sorgenti puntiformi alte;
- sorgenti puntiformi basse;
- sorgenti areali;
- sorgenti lineari.

3) *Condizioni meteorologiche:*

- condizioni di vento senza inversione;
- condizioni di vento con inversione;
- condizioni di calma senza inversione;
- condizioni di calma con inversione.

4) *Coefficienti di dispersione laterale e verticale:*

- formule di Briggs urbane;
- formule di Briggs rurali;
- formule basate sulla rugosità superficiale;
- correzione per sorgenti puntiformi basata sul calcolo del sovrizzo termico.

5) *Calcolo dell'altezza efficace al variare delle condizioni di stabilità atmosferica.*

6) *Modello di correzione dell'altezza efficace per sorgenti puntiformi basse in relazione alla turbolenza generata dagli edifici in prossimità della sorgente.*

7) Calcolo della velocità del vento in quota mediante legge esponenziale.

8) Considerazione degli effetti orografici nel calcolo climatologico, ad eccezione delle sorgenti lineari.

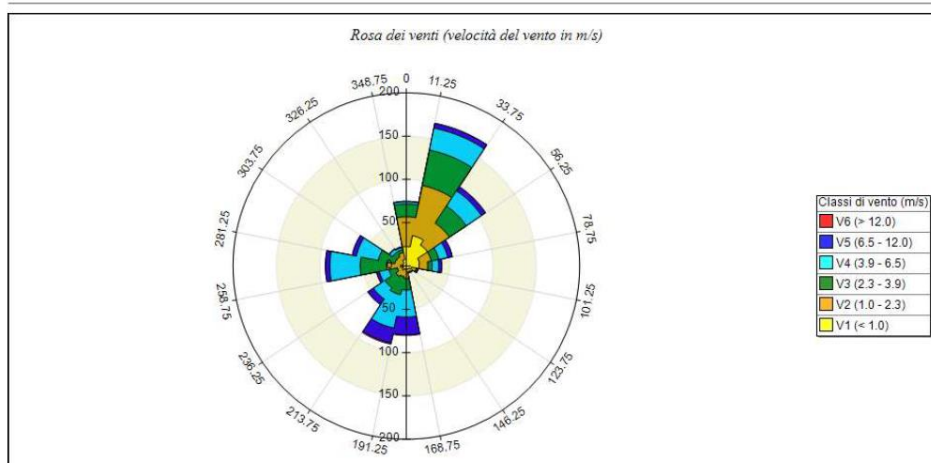
Dati meteoclimatici

Per quanto riguarda l'ambito in esame, le stazioni anemometriche più vicine all'area in esame è quella di Alghero, Capo Caccia e Macomer, le quali formano un triangolo da cui estrapolare i dati significativi per la località di riferimento.

Si mostrano di seguito i dati meteorologici delle stazioni citate.

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET file di input stazione al suolo
Periodo dei dati	01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00
Ore totali	8784
Valore limite per determinare le calme di vento	0.5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Stazione	ALGHERO LIEA 165200
Posizione della stazione di misura	40.631996°N - 8.290996°E

Rosa dei venti



Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET file di input stazione al suolo
Periodo dei dati	01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00
Ore totali	8784
Valore limite per determinare le calme di vento	0.5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Stazione	CAPE CACCIA LIEH 165220
Posizione della stazione di misura	40.566999°N - 8.166993°E

Rosa dei venti

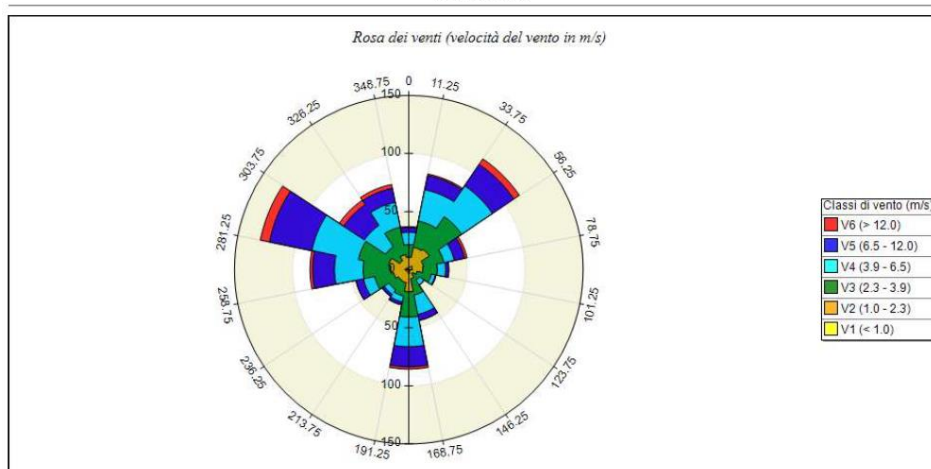


Figura 4 - dati anemometrici medi annui delle stazioni di appoggio

Attraverso un'articolata elaborazione del tipo “mass consistent” effettuata tramite il modello meteorologico CALMET, utilizzando come risoluzione geomorfologica 500 m, il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D “mass consistent”, pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilo metrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilo metrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Il modello DIMULA utilizza tali dati su base annua con risoluzione oraria, comprendenti i parametri di temperatura, velocità e direzione del vento, classe di stabilità e intensità di precipitazione, al fine di simulare l'areale di diffusione di un determinato contaminante su tutto il dominio spaziale e temporale considerato.

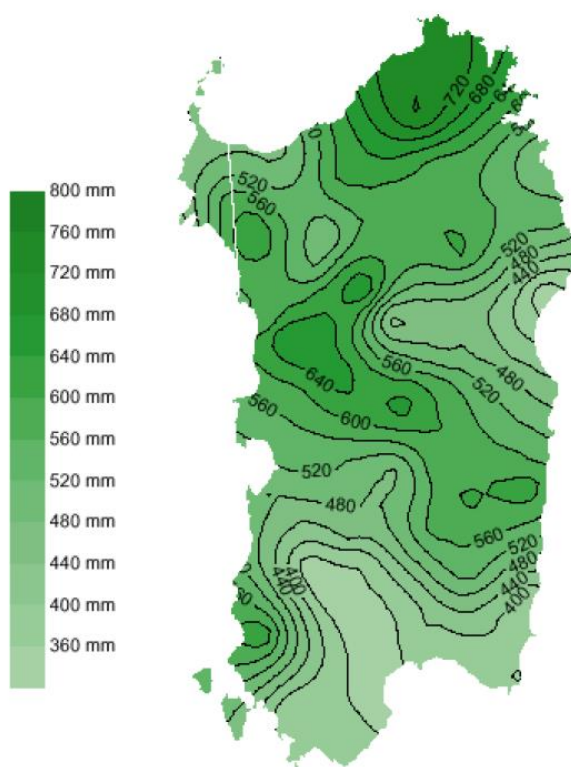


Figura 5 - dati pluviometrici medi annui

6. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELL'OPERA, DEL CICLO PRODUTTIVO E TECNOLOGICO, DEGLI IMPIANTI, DELLE ATTREZZATURE E DEI MACCHINARI, DELL'UBICAZIONE DELL'INSEDIAMENTO E DEL CONTESTO DI INSERIMENTO

Generalità

L'impianto in oggetto, ampiamente descritto e rappresentato negli elaborati relazionali e grafici del progetto, è ubicato all'interno del territorio comunale di Ittiri, in provincia di Sassari.

Il presente Studio di Previsione Acustica, è redatto nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale della Concessione Mineraria denominata "Sa Pigada Bianca" relativamente alla Variante al progetto di coltivazione e recupero ambientale che prevede l'ampliamento del Cantiere Minerario denominato "Casiddu" relativamente ad argille bentonitiche e smettiche.

Ubicazione e inquadramento territoriale

L'area di coltivazione risulta inquadrata nella Carta d'Italia IGMI scala 1:25.000 nel Foglio 459 Sezione II (Ossi) e Foglio 479 sezione I (Ittiri). La medesima area nella Carta Tecnica Regionale (CTR) scala 1:10.000 è inquadrata nelle sezioni 459140 (Uri), 459150 (Ittiri Nord), 479020 (Putifigari), 479030 (Ittiri).

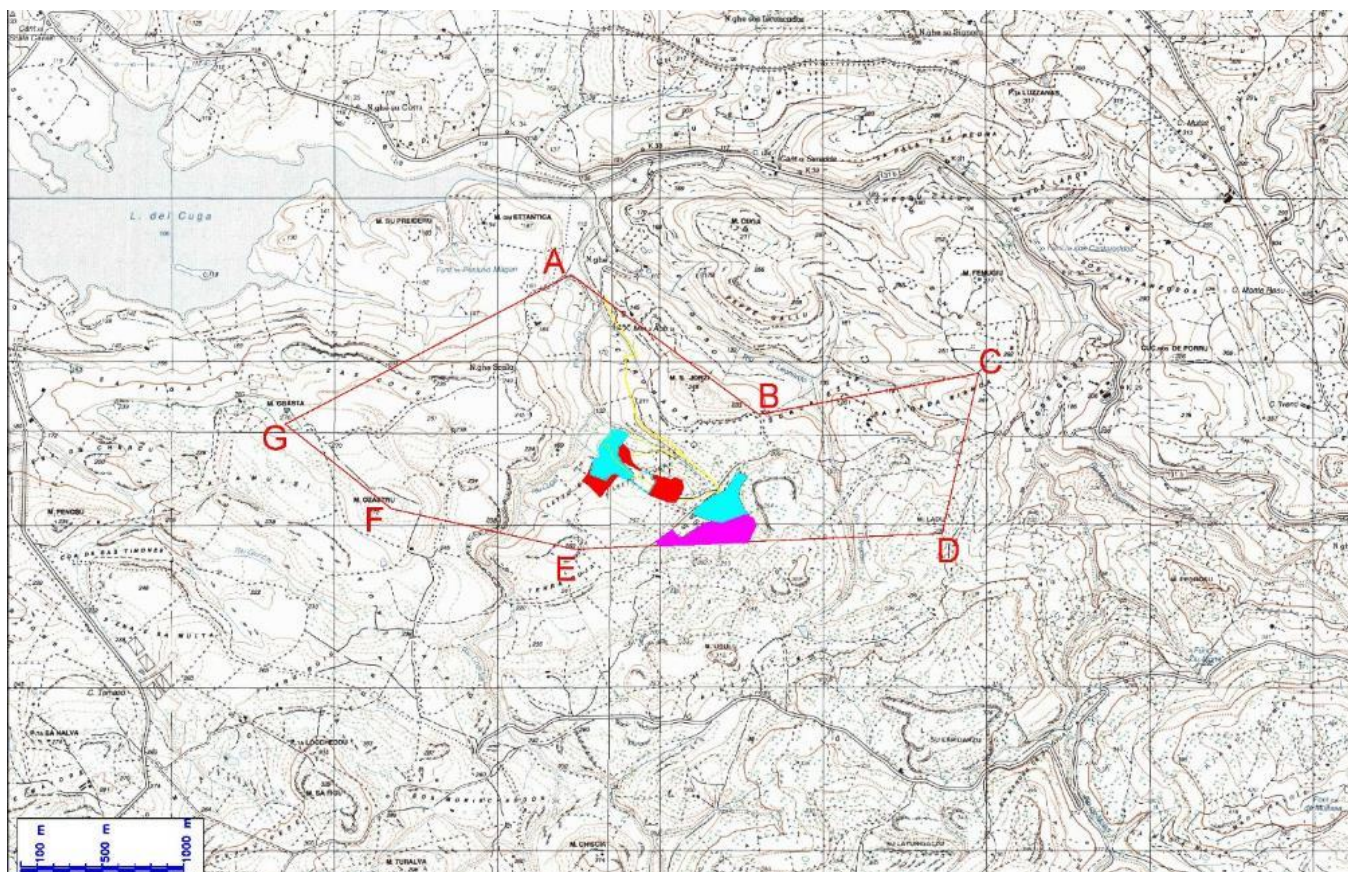


Figura 6: Inquadramento su base IGM dell'area vasta, nel riquadro l'area in studio (stralcio 25k)

Catastalmente l'area è inquadrata come segue:

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
ITTIRI	17	7
ITTIRI	17	9
ITTIRI	17	10
ITTIRI	17	11
ITTIRI	17	16
ITTIRI	17	18

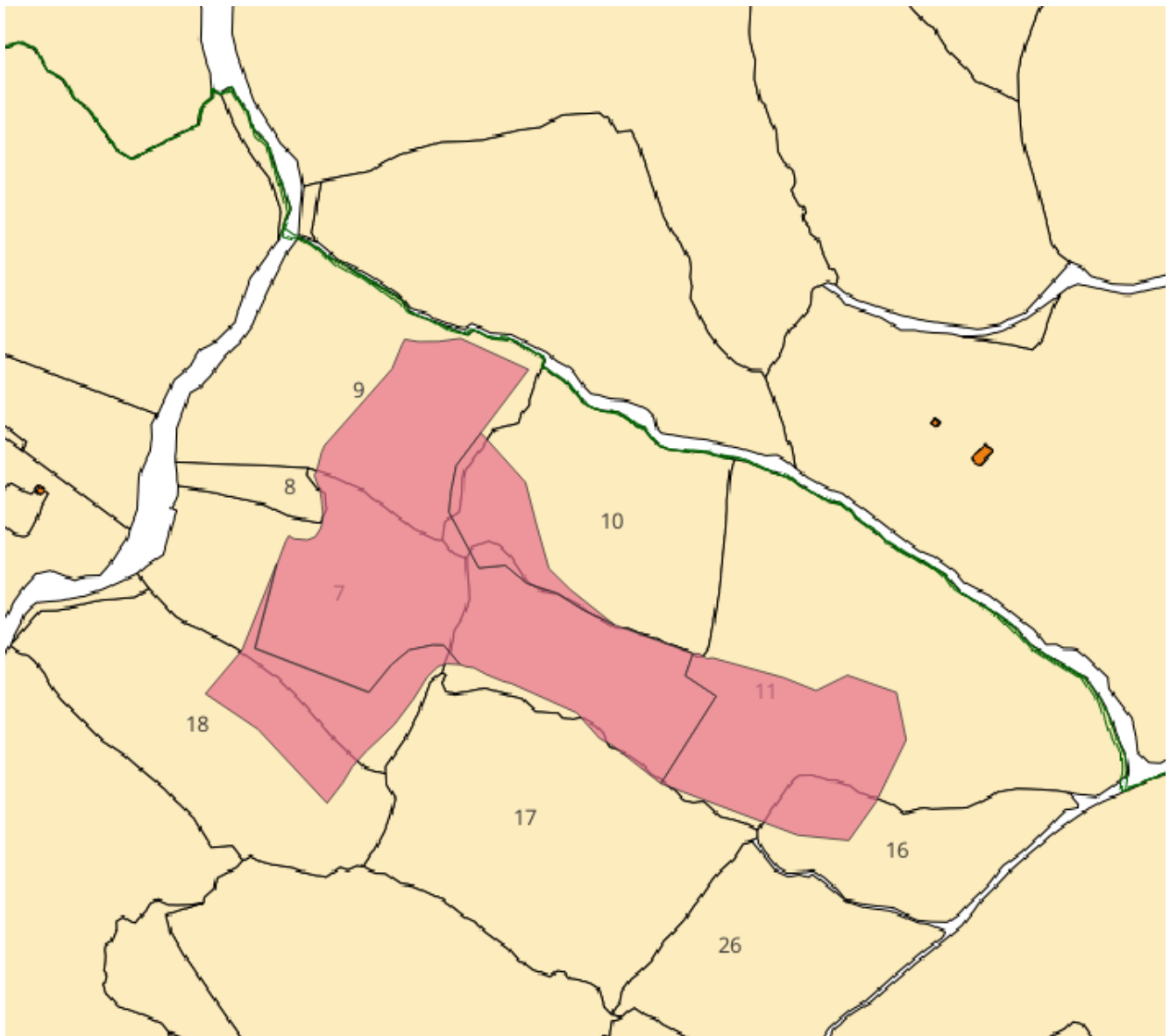


Figura 7 - inquadramento cartografico catastale

Nell'immagine che segue (Google Earth Source), sono indicate le zone in cui è già operata la coltivazione del minerale, e quelle dove si prevede l'ampliamento delle operazioni.



Figura 8 – immagine Google Earth con indicazione delle aree di progetto

Quadro di progetto

Situazione attuale

Il presente progetto viene redatto a integrazione e completamento del precedente progetto di coltivazione del cantiere Casiddu (concessione mineraria Sa Pigata Bianca) da cui derivano i principali parametri tecnici e per il quale, con delibera n 24/25 del 23 aprile 2008, l'Assessorato difesa ambiente – Regione Sardegna rilasciava giudizio positivo di compatibilità ambientale

I precedenti studi svolti dalla società Argilliti, individuarono in Casiddu un giacimento avente una consistenza totale di 550'000 t di bentonite. Viste però le scelte strategiche dell'Azienda e la sommaria conoscenza della stratigrafia del giacimento, dal calcolo dei volumi risultarono coltivabili solo 290'000 t, circa il 53% del totale. Con una produzione annua pari a 30'000 t, la vita del cantiere "Casiddu" veniva stimata in 11 anni, con decorrenza nell'anno 2008.

Situazione in progetto

La variante progettuale in ampliamento proposta si rende necessaria principalmente per i seguenti motivi:

- Messa in sicurezza delle aree di instabilità geotecnica;

- Sfruttamento integrale delle risorse presenti nel giacimento di bentonite, in virtù delle nuove conoscenze di dettaglio emerse in fase di coltivazione;
- Utilizzo di un'area adiacente a quella di coltivazione per ottimizzare il movimento terra ed in virtù della restituzione ai proprietari di quella utilizzata per i medesimi scopi in passato.

Con la presente richiesta di ampliamento si stima di poter arrivare a sfruttare circa il 70% dell'intero giacimento estraendo un totale di 412'000 t di bentonite, circa 120'000 t in più rispetto alla precedente autorizzazione. Mantenendo inalterata la produzione annua di 30'000 t si prevede una vita utile del cantiere Casiddu di 15 anni.

Il progetto intende quindi presentare la proposta di ampliamento del Cantiere Casiddu, al fine di consentire l'integrale sfruttamento del giacimento bentonitico e, nel contempo, di includere entro l'area di coltivazione alcune zone oggetto di sconfinamento, rispetto a quanto già approvato, per necessità legate al mantenimento dei criteri di sicurezza in cantiere.

Dai cantieri estrattivi della Concessione Mineraria "Sa Pigada Bianca" verranno estratte complessivamente circa 45'000 t/anno di cui 30'000 t/anno dal cantiere "Casiddu", oggetto del presente progetto di ampliamento, e 15'000 t/anno dal cantiere "Dore".

Il progetto di coltivazione e recupero ambientale verrà sviluppato con continuità operativa a partire dallo stato attuale e coprirà con le produzioni previste un arco temporale di circa 15 anni.

La superficie del Cantiere attualmente autorizzata è pari a 6.03 Ha con circa 1,16 Ha in cui sono stati già attuati gli interventi di recupero ambientale.

Gli ampliamenti richiesti con la presente comprendono un'area di circa 4.46 Ha, per un totale complessivo di circa 10.49 Ha.

La coltivazione sarà organizzata in 3 fasi/lotti successivi più una fase finale di completamento delle operazioni di recupero ambientale.

Il riepilogo dei volumi di minerale e di sterile da estrarre sono riportati nella tabella che segue. Come da progetto approvato, per la valutazione dei volumi commercializzabili si è considerato un rapporto sterile-minerale di 3:1.

Concessione Mineraria Sa Pigara Bianca" - Ampliamento Cantiere "Casiddu" Comune di Ittiri (SS) - Società Argillitti srl Calcolo superfici e volumi														
Situazione	Durata Attività [anni]	Superficie operativa	Attività di estrazione e coltivazione							Attività di Recupero Ambientale				
		Area [m²]	Volumi di sterro [m³]	Volumi di Riporto [m³]	Volumi estratti [m³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m³]	Minerale [m³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m³]	Area recuperata [m²]	Materiale necessario per recupero [m³]	Sterile per recupero [m³]	Terra vegetale per recupero [m³]
Fase 1	5,1	37.302	337.397		337.397	3:1	252.086	84.349	151.829	962	1.045	16.397	16.084	314
Fase 2	4,9	57.250	328.290		328.290	3:1	244.232	82.073	147.731	1985,1	8.499	192.403	190.167	2.236
Fine coltivazione	3,7	69.957	249.957		249.957	3:1	184.344	62.489	112.481	3123,6	36.999	409.468	400.918	8.550
Sub. Tot. Estrazione					915.644		680.663	228.911	412.040	6.070				
Recupero Finale		1,3	92.313		88.267	88.267					45.770	88.267	83.536	4.731
Sub. Tot. Recupero Ambientale											92.313	706.535	690.705	15.831

Figura 9 - calcolo dei volumi e delle superfici interessate dal progetto

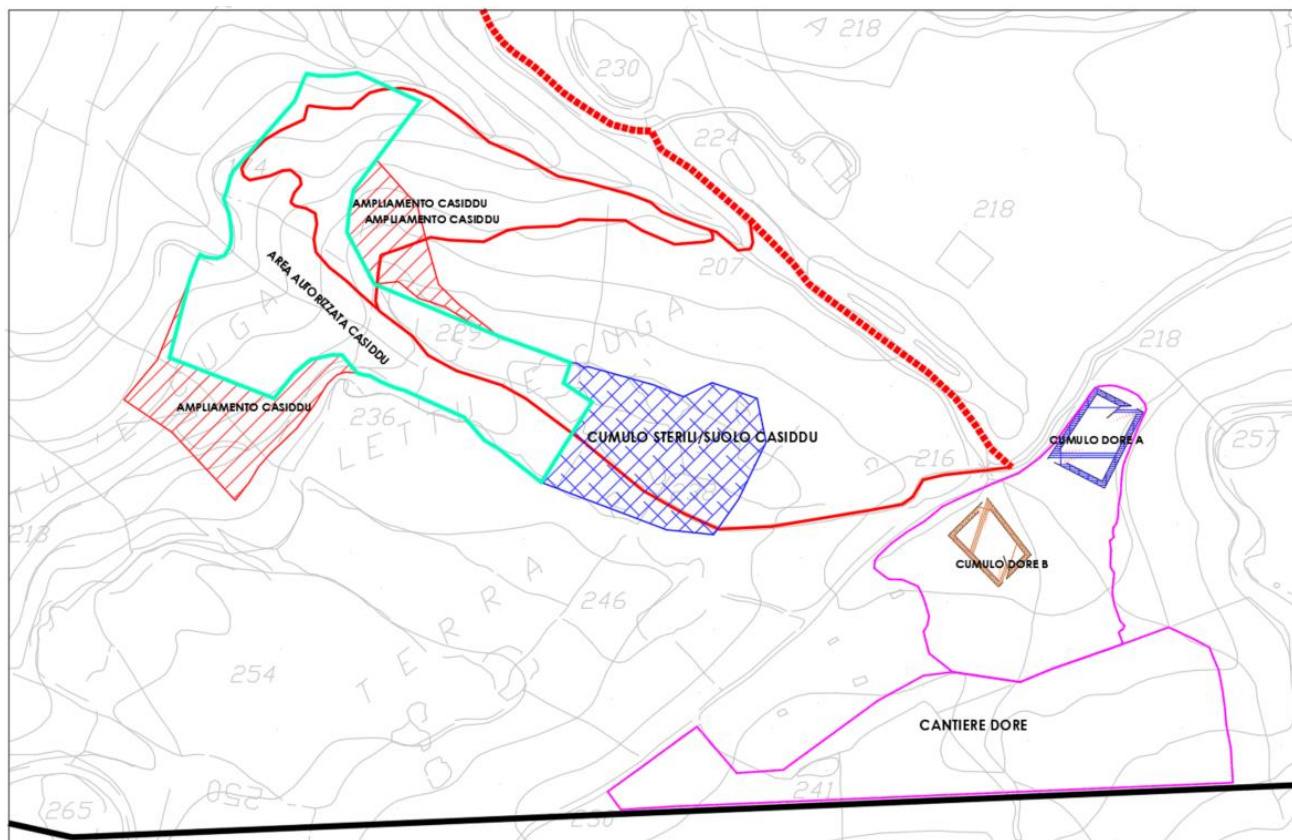


Figura 10 – schema delle aree di coltivazione in ampliamento



Figura 11 - A sinistra limite area di scavo autorizzata nel 2008; a destra, in rosso, gli ampliamenti richiesti

Il metodo di coltivazione adottato sarà quello per gradoni multipli con arretramento del fronte di scavo. Il metodo prevedrà la realizzazione per fasi e il recupero contestuale alle attività estrattive. I parametri progettuali dei gradoni, salvo diversa indicazione della direzione dei lavori, avranno altezza massima pari a 6 m, pedata minima 5 m, angolo di scarpata massimo pari a 65°. Tali parametri vengono scelti in funzione delle caratteristiche geotecniche dei litotipi e delle analisi di stabilità effettuate.

Il metodo di lavorazione scelto consente l'utilizzo di mezzi meccanici ordinari idonei alla movimentazione delle terre, tipo escavatrice idraulica che può essere utilizzata per l'abbattimento dello strato sterile, per l'estrazione della bentonite e per il carico dei dumper adibiti al trasporto all'interno della miniera.

Per l'esecuzione dei lavori di coltivazione, articolati su un turno per cinque giorni lavorativi alla settimana, la Società Argillitti ha adottato una struttura operativa snella e funzionale: il direttore dei lavori e il sorvegliante rimangono consulenti interni alla società, i lavori di escavazione e movimentazione del materiale sono invece affidati ad una ditta terza che opera in cantiere con 4-5 addetti tra cui:

- n° 2 escavatoristi
- n° 2 autisti
- n° 1 palista

I mezzi che si intende utilizzare per l'esecuzione dei lavori minerari sono i seguenti:

- n° 2 escavatori cingolati da 250 HP con benna da roccia (1 mc) e da carico (2,5 mc), con disponibilità di martello demolitore;
- n° 1 Pala Gommata da 190 HP e benna da 3 mc;
- n° 3 dumper o similari (motrice 4 assi) da 18 mc e 330 HP.

Il trasporto al porto d'imbarco e/o agli impianti di trasformazione avverrà con "bilici" da 30 a 40 t.

Macchina		
Escavatore cingolato 250 HP	Pala cingolata 190 HP	Dumper 330 HP
		

Preparazione dell'area di coltivazione

Trattandosi di un cantiere esistente e di un ampliamento che prevede di interessare aree contigue a quelle già in esercizio, le azioni di preparazione saranno notevolmente limitate:

verranno implementate le piste di accesso al fronte di coltivazione e, se necessario, i piazzali di manovra dei mezzi, verranno realizzate le opere di captazione e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, sarà implementata la recinzione perimetrale delle nuove aree di scavo e, ove necessario, verrà apposta idonea cartellonistica. Per i dettagli si rimanda alle allegate tavole progettuali.

Fase di coltivazione e ripristino

Le fasi di estrazione vera e propria saranno articolate secondo la sequenza di seguito illustrata:

1. Scavo del terreno vegetale, se esistente, e suo stoccaggio nelle aree identificate per le varie fasi, principalmente ubicate nell'area a E e a S. Questa operazione consente sia di limitare i costi per l'eventuale fornitura di terra vegetale ex novo durante la fase di ripristino, sia di salvaguardare la risorsa. L'accantonamento temporaneo del terreno vegetale dovrà essere effettuato tenendo conto dei seguenti accorgimenti:
 - in fase di estrazione dovranno essere distinti i vari orizzonti pedogenetici;
 - il terreno vegetale dovrà essere preservato dall'azione dell'erosione e dall'assalto della vegetazione infestante mediante la semina della sua superficie;
 - nella realizzazione dei cumuli di stoccaggio particolare cura dovrà essere riposta nell'evitare di compattare il terreno sciolto.
2. Coltivazione dell'argilla mediante escavatore cingolato avendo cura di separare i vari livelli con caratteristiche mineralogiche differenti. L'estrazione dovrà essere eseguita per arretramento dei fronti di scavo garantendo sempre il rispetto dei parametri progettuali imposti (alzata/pedata/angolo di scarpa).
3. Il minerale argilloso, una volta estratto, verrà caricato sui mezzi di trasporto e destinato, in funzione della tipologia/qualità:
 - agli impianti di lavorazione siti nel Sulcis per la produzione di lettiere (argilla di scarsa qualità);
 - al porto di Porto Torres per un utilizzo in fonderia (argilla di buona qualità).

Qualora vi fosse l'esigenza di ottenere una particolare miscela commerciale il minerale verrà trasportato nell'adiacente Cantiere Dore.

4. Lo sterile estratto durante la fase di coltivazione potrà essere in quota parte riutilizzato per colmare lo scavo e procedere con l'attuazione del progetto di recupero ambientale contestuale alla coltivazione stessa. Il materiale che non potrà essere immediatamente utilizzato per la sistemazione morfologica, per questioni legate all'operatività ed alla geometria del cantiere, potrà essere accantonato temporaneamente nelle aree situate a Sud (prima fase di lavoro) e ad Est rispetto all'area di estrazione per il suo utilizzo durante le operazioni di ripristino nelle successive fasi operative.

I parametri tecnici e produttivi che si prevede di ottenere in Cantiere sono i seguenti:

Produzione bentonite	16'600 mc/anno
Movimentazione sterile	49'500 mc/anno
Giornate lavorative	160 d/anno
Produttività	413 mc/giorno
Personale	5 unità
Produttività manodopera	82,6 mc/uomo/d

Nella figura che segue, sono riportate sulla fotografia aeree le aree oggetto delle varianti progettuali.

In particolare:

- In ciano, è indicata l'area del Cantiere Casiddu già approvato;
- Contornate in rosso, sono riportate le aree in ampliamento oggetto di coltivazione;
- Riempita in rosso, l'area di deposito dei materiali provenienti dallo scavo;
- In beige, l'area precedentemente utilizzata come area di deposito e restituita ai proprietari;
- In verde, le aree già ripristinate con sesto d'impianto boschivo.



Figura 12 - ubicazione aree di progetto su fotografia aerea

Il progetto prevede complessivamente l'estrazione di:

- Circa 230'000 mc di minerale;
- Circa 680'000 mc di sterile (interamente riutilizzato per il recupero ambientale del sito);
- Circa 6'000 mc di terra vegetale (da riutilizzarsi interamente per le operazioni di recupero ambientale unitamente a quella già presente in situ e derivante dalle precedenti operazioni di scotico).

La tempistica di attuazione del progetto è stata programmata tenendo conto delle operazioni da eseguire e della durata del cantiere estrattivo.

Considerando la produttività, i volumi da movimentare, e le operazioni di recupero ambientale, la durata dei lavori è stimata in circa 15 anni.

Il progetto è stato pertanto articolato su tre fasi di lavoro più una finale per l'ultimazione dei lavori di recupero ambientale, la chiusura definitiva del cantiere e la restituzione dell'area ai proprietari.

	Fase	Avanzamento	Durata
1	Fase iniziale	1 - 5 anni	5 anni
2	Fase intermedia	5 - 10 anni	5 anni
3	Fine coltivazione	10 - 13,5 anni	3,5 anni
4	Recupero finale	13,5 - 15 anni	1,5 anni

Si riporta di seguito il dettaglio delle fasi operative previste.

Fase iniziale (da 1 a 5 anni)

La prima fase dei lavori prevede la messa in sicurezza dei fronti di coltivazione del settore NE e l'ampliamento ed approfondimento dell'attuale scavo di base secondo quanto descritto di seguito:

- Arretramento in direzione NE del fronte instabile con conseguente messa in sicurezza della parete con creazione di una gradonatura stabile tra la quota 158 mslm e 212 mslm; il livello minimo previsto per la fossa di base (158 mslm) risulta superiore rispetto al limite già autorizzato nel progetto approvato (154 mslm) e garantisce un adeguato franco necessario per ricavare delle vasche di raccolta della rete interna di regimazione delle acque nel banco argilloso. Nell'area a SE rispetto allo scavo verranno predisposti idonei spazi di manovra ricavati per arretramento del gradone avente quota 218 mslm e raccordati a monte mediante il gradone avente quota di base pari a 224 mslm.
- Coltivazione con arretramento della gradonatura nel settore centrale da quota 182 mslm a quota 212 mslm in direzione S e SE, e successivo approfondimento con creazione della gradonatura da quota 182 mslm a 168 mslm;
- Regimazione idraulica.

Durante questa fase si andrà ad operare su aree già coltivate o fortemente degradate, di conseguenza le operazioni preliminari di scotico e recupero del terreno vegetale saranno notevolmente limitate.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla prima fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (5 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fase 1	5,1	37.302	337.397	3:1	252.086	84.349	151.829	962

Per quanto riguarda le operazioni di recupero, le stesse saranno avviate non appena ultimate le operazioni di coltivazione e messa in sicurezza del settore NE, e procederanno contestualmente alle

operazioni di coltivazione estendendo l'area attualmente già recuperata a partire da NE secondo la direttrice N-S.

Si provvederà a riempire progressivamente il vuoto di coltivazione mediante apporto e costipamento degli sterili, da fondo scavo sino alla creazione di un pianoro avente quota di circa 182 mslm.

Lo sterile non immediatamente utilizzabile per le operazioni di ritombamento dello scavo e per la sistemazione morfologica verrà temporaneamente accantonato nelle apposite aree di stoccaggio indicate nelle allegate tavole progettuali.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la prima fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (5 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
1.045	16.084	314

FASE 1 (1 - 5 anni)	2024		2025				2026				2027				2028				2029	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Regimazione acque																				
Messa in sicurezza dell'area di sconfinamento a NE																				
Coltivazione e recupero del primo lotto																				

Seconda fase da 5 a 10 anni

La seconda fase dei lavori prevede sostanzialmente l'arretramento della gradonatura impostata durante la prima fase verso il settore SW; nel dettaglio le attività riguarderanno:

- Rimozione di eventuali esemplari arborei di interesse e spostamento degli stessi nelle vicine aree di recupero;
- Rimozione della copertura pedologica nell'area S di ampliamento e messa a giorno del giacimento;
- Estensione verso S della coltivazione impostata nella prima fase con n. 7 gradoni (da 158 mslm a 200 mslm) aventi altezza massima pari a 6 m, pedata minima 5 m, angolo di scarpata massimo pari a 65°. A quota 200 mslm, al fine di diminuire la pendenza media del pendio ed aumentare il coefficiente di stabilità globale, la gradonatura verrà spezzata mediante la realizzazione di una doppia pedata (minimo 10 m). Le attività di coltivazione e messa in sicurezza della parte sommitale del cantiere procederanno mediante creazione ed arretramento dei gradoni compresi tra la quota 200 mslm e 218 mslm;
- Regimazione idraulica.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla seconda fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (10 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fase 2	4,9	57.250	328.290	3:1	244.232	82.073	147.731	1.985

Le operazioni di recupero procederanno contestualmente a quelle di coltivazione; verrà completata la sistemazione morfologica del pianoro a NE con un assetto sub pianeggiante (pendenza inferiore ai 10°), ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonato, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

Lo sterile non immediatamente utilizzabile per le operazioni di ritombamento dello scavo e per la sistemazione morfologica verrà temporaneamente accantonato nelle apposite aree di stoccaggio indicate nelle allegate tavole progettuali.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la seconda fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (10 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
8.499	190.167	2.236

FASE 2 (5 - 10 anni)	2029		2030				2031				2032				2033				2034	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Asportazione del terreno vegetale																				
Regimazione acque																				
Coltivazione e recupero del secondo lotto																				

Terza fase da 10 a 13,5 anni

La terza fase dei lavori prevede l'ultimazione delle operazioni di coltivazione con arretramento dei fronti nella parte di monte e direttrice NW-SE, ed il completamento della sistemazione e recupero ambientale della parte W del cantiere; nel dettaglio le attività riguarderanno:

- Rimozione di eventuali esemplari arborei di interesse e spostamento degli stessi nelle vicine aree di recupero;
- Rimozione della copertura pedologica nelle aree di ampliamento e messa a giorno del giacimento;
- Estensione verso SE della coltivazione impostata nelle fasi precedenti, con arretramento del fronte avente quota di base pari a 194 mslm e creazione del piazzale di manovra a quota 200 mslm;
- Arretramento, sino ai limiti previsti per il cantiere, della gradonatura costituita nella sua massima estensione da n. 6 gradoni (da 200 mslm a 230 mslm) e raccordo con la circostante morfologia;
- Regimazione idraulica.

Il prospetto riepilogativo riportante le superfici operative interessate dai lavori e le volumetrie dei materiali estratti relativi alla terza fase è riportato di seguito:

Attività di estrazione e Coltivazione (13,5 anni)								
Situazione	Durata Attività [anni]	Area operativa [m ²]	Volumi estratti [m ³]	Rapporto Sterile/minerale	Sterile Estratto [m ³]	Minerale [m ³]	Minerale [t]	Terra vegetale [m ³]
Fine coltivazione	3,7	69.957	249.957	3:1	184.344	62.489	112.481	3.124

Le operazioni di recupero procederanno contestualmente a quelle di coltivazione; verrà completata la sistemazione morfologica dell'intero pianoro di base, ripristinato lo strato di copertura sfruttando la terra vegetale precedentemente accantonata, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

Il recupero ambientale verrà inoltre eseguito anche sulla scarpata perimetrale posta sul lato S-SE e N-NE del cantiere. La sistemazione morfologica delle scarpate perimetrali verrà eseguita mediante riprofilatura dei fronti di coltivazione e posa in opera di sterile opportunamente compattato. Seguiranno il ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonata, l'inerbimento e la piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

La conformazione finale delle scarpate, ottenuta riutilizzando lo sterile estratto durante le fasi di coltivazione, prevede un raccordo il più possibile integrato con l'ambiente circostante e la creazione di un pendio avente una pendenza media con valori di circa 30°.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante la terza fase operativa sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (13,5 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
37.000	400.918	8.550

FASE 3 (10 - 13,5 anni)	2034		2035				2036				2037			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Asportazione del terreno vegetale														
Regimazione acque														
Coltivazione e recupero del terzo lotto														

Recupero Finale da 13,5 a 15 anni

Questa fase sarà dedicata esclusivamente all'ultimazione delle opere di recupero finale del sito ed al rifacimento di eventuali fallanze presenti, pertanto non sono previste operazioni di coltivazione.

Le operazioni di recupero ambientale finale prevedono:

- Completamento della sistemazione morfologica del compluvio ottenuto alla base della scarpata perimetrale nel settore SE, ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonato, cui seguiranno inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.
- Completamento del recupero ambientale sulle scarpate perimetrali nel settore SE; la sistemazione morfologica verrà eseguita mediante riprofilatura dei fronti di coltivazione e posa in opera di sterile opportunamente compattato; seguiranno ripristino dello strato di terra vegetale precedentemente accantonata, inerbimento e piantumazione delle essenze vegetali così come descritto nei successivi paragrafi.

La conformazione finale delle scarpate, ottenuta riutilizzando lo sterile estratto durante le fasi di coltivazione, prevede un raccordo il più possibile integrato con l'ambiente circostante e la creazione di un pendio avente una pendenza media con valori di circa 30°;

- Completamento delle opere di regimazione idraulica.

Le aree di intervento e i volumi utilizzati al solo fine del recupero ambientale condotto durante questa ultima fase sono riportati di seguito:

Attività di Recupero Ambientale (15 anni)		
Area recuperata [m ²]	Sterile per recupero [m ³]	Terra vegetale per recupero [m ³]
45.770	83.536	4.731

FASE 4 (13,5 - 15 anni)	2038				2039	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Regimazione idrica						
Recupero finale del sito						

7. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI

Sorgenti inquinanti emissive

Uno dei principali aspetti ambientali caratterizzanti la realizzazione del progetto di cui all'oggetto è necessariamente correlato alla produzione di polveri e alla loro diffusione in atmosfera, conseguenti alle operazioni di movimentazione materiale, carico/scarico del materiale, e il sollevamento delle polveri indotte dai mezzi in movimento sulle aree non pavimentate.

Data la natura delle lavorazioni gli inquinanti inseriti nel modello di dispersione sono esclusivamente le polveri (PM10). Nel caso in esame le polveri vengono prodotte per azione meccanica di macinazione dei materiali granulati costituenti il substrato di lavoro ad opera dei mezzi operativi e degli impianti di cava. Le polveri sono poi soggette a meccanismi di rimozione (secca, umida e deposizione gravitazionale) che determinano il periodo di permanenza in atmosfera delle particelle e quindi anche il complesso di reazioni chimiche e trasformazioni che le particelle possono subire. Le particelle di dimensioni maggiori di 20 µm hanno tempi di permanenza di alcune ore e la rimozione avviene prevalentemente per deposizione gravitazionale. Le particelle con 1 µm < Dp < 20 µm hanno tempi di residenza da alcune ore ad alcuni giorni (intorno a 2-4 giorni per il PM2,5). Le particelle con 0,1 µm < Dp < 1 µm hanno tempi di residenza che vanno da parecchi giorni fino ad alcune settimane. Le particelle prodotte dalla combustione e gli aerosol secondari sono generalmente in questo range di dimensioni e possono quindi essere trasportati per migliaia di km. Per particelle con Dp < 0,1 µm il tempo di residenza si abbassa nuovamente a periodi tipici variabili da giorni a poche ore.

Stima dei fattori di emissioni relativi alle sorgenti puntiformi e diffuse

Le sorgenti emissive diffuse sono state modellizzate assimilandole a sorgenti circolari aventi superficie equivalente e baricentro coincidente con le stesse. Le emissioni vengono schematizzate come emesse in maniera uniforme all'interno di tale area, in modo da mediare i diversi effetti degli spostamenti dei mezzi

nei periodi di lavoro. L'altezza delle sorgenti emissive è stata cautelativamente considerata pari al suo livello massimo rispetto al piano campagna. I metodi di valutazione utilizzati nel lavoro per la stima delle emissioni di PM10 relative alle sorgenti emissive diffuse, provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA Environmental Protection Agency (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission) che attribuisce le emissioni alle seguenti attività:

Documento	Attività considerata	Formula	Unità di misura	Parametri
AP-42/FIRE				
AP-42 capitolo 13.2.2	movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate	$1.5 \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{0.9} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{0.45}$	[g/km]	k = costante; s = contenuto in silt in %; W = peso medio dei veicoli in Mg Emissione per km percorso
AP-42 capitolo 13.2.4	cumuli di materiale stoccato	$k(0.0016) \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$	[Mg]	U = velocità media del vento (m/sec) M = contenuto di umidità del materiale (%) E = Fattore di emissione (kg/ton) Stoccaggio massimo di materiale (ton/g)
AP-42 capitolo 13.2.5	erosione eolica dei cumuli	$EF_i \cdot a \cdot movh$	[kg/h]	EF _i = costante; a = superficie movimentata movh = n° movimentazioni per ora
SCC 3-05-010-37	carico di materiale di scotico	$75 \cdot 10^{-4}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale caricato
SCC 3-05-010-42	scarico di materiale	$5 \cdot 10^{-4}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale scaricato
SCC 3-05-025-06	ripresa e stesa del materiale con pala	$1.2 \cdot 10^{-3}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale caricato
SCC 3-05-027-60	estrazione del materiale con escavatore	$3.9 \cdot 10^{-4}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale estratto all'ora

Le attività considerate sono individuate in qualità di sorgenti di emissione attraverso il codice SCC (Source Classification Code) inserite nel database FIRE (Factor Information REtrieval data system).

Le emissioni delle sorgenti specifiche che contribuiscono alle immissioni in atmosfera sono state stimate prendendo in considerazione sorgenti areali in corrispondenza delle piste di lavoro e puntiformi nelle zone di carico e scarico dei materiali. Non risultano, all'interno del dominio di calcolo considerato, altri progetti che cumulano effetti di produzione e dispersione di polveri in atmosfera.

Le sorgenti emissive diffuse sono state modellizzate assimilandole a sorgenti circolari aventi superficie equivalente e baricentro coincidente con le stesse. Le emissioni vengono schematizzate come emesse in maniera uniforme all'interno di tale area, in modo da mediare i diversi effetti degli spostamenti dei mezzi

nei periodi di lavoro. L'altezza delle sorgenti emissive è stata cautelativamente considerata pari al suo livello massimo rispetto al piano campagna.

I metodi di valutazione utilizzati nel lavoro per la stima delle emissioni di PM10 relative alle sorgenti emissive diffuse, provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA Environmental Protection Agency (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission) che attribuisce le emissioni alle seguenti attività (assimilabili a quelle in progetto):

- (a) erosione del vento sulle superfici dei cumuli e delle aree intorno ad essi (AP-42 capitolo 13.2.5);
- (b) particolato generato dai cumuli di materiale stoccato ((AP-42 capitolo 13.2.4);
- (c) movimentazione dei mezzi su piste sterrate (AP-42 capitolo 13.2.2);
- (d) processi relativi all'estrazione di ghiaie e sabbie (AP-45 capitolo 11.19.1);
- (e) operazione di carico del materiale e scarico successivo (AP-42 capitolo 13.2.3);
- (f) operazione di stesa del materiale (AP-42 capitolo 13.2.3).

Le attività considerate sono individuate in qualità di sorgenti di emissione attraverso il codice SCC (Source Classification Code) inserite nel database FIRE (Factor Information RETrieval data system).

Relativamente al settore "Industrial Sand and Gravel Processing" si è fatto riferimento alla fase "Sand Handling, Transfer and Storage in Industrial" SCC 3-05-027-60, corrispondente alla fase di estrazione del materiale tramite escavatore cingolato a benna rovescia. Dalla tabella si evince che la stima di produzione del particolato è pari a 0,00064 kg/Mg di materiale estratto. Nel caso in esame si presuppone che la percentuale di particolato come PM10 prodotto sia pari al 60%, per caso si è assunto un fattore emissivo pari a 0,00039 kg/Mg di materiale estratto.

EMISSION FACTORS FOR INDUSTRIAL SAND AND GRAVEL PROCESSING^a

EMISSION FACTOR RATING: D

Source	Total PM		NO _x		CO _x	
	kg/Mg	lb/ton	kg/Mg	lb/ton	kg/Mg	lb/ton
Sand dryer (SCC 3-05-027-20)	0.98 ^{h,c}	2.0 ^{h,c}	0.016 ^d	0.031 ^d	14 ^e	27 ^e
Sand dryer with wet scrubber (SCC 3-05-027-20)	0.019 ^{h,f}	0.039 ^{h,f}	z	z	z	z
Sand dryer with fabric filter (SCC 3-05-027-20)	0.0053 ^{h,h}	0.010 ^{h,h}	z	z	z	z
Sand handling, transfer, and storage with wet scrubber (SCC 3-05-027-60)	0.00064 ^j	0.0013 ^j	ND	ND	ND	ND
Sand screening with venturi scrubber (SCC 3-05-027-13)	0.0042 ^k	0.0083 ^k	ND	ND	ND	ND

Per le operazioni di carico del materiale sterile e successivo scarico sono stati presi in considerazione i fattori di emissione e le formule indicate alla tabella, relativamente alle fasi SCC 3-05-010-37 e SCC 3-05-010-42, in cui sono previsti rispettivamente per l'azione di carico e scarico, 0,0075 kg/Mg e 0,0005 kg/Mg di particolato prodotto.

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

Per la ripresa del materiale su pala si è considerato un valore pari a 0,0012 kg/Mg di particolato prodotto (SCC 3-05-025-06; Bulk Loading "Construction Sand and Gravel").

SCC 3-05-025-06	ripresa del materiale con pala	$1.2 \cdot 10^{-3}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale caricato
-----------------	--------------------------------	---------------------	---------	--

Il particolato generato dal transito dei mezzi di trasporto sulle piste di cantiere (sterrate) è stato calcolato, come suggerito dall'algoritmo EPA Cap. 13.2.2, tramite le seguenti formule:

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

$$E_{corr} = E \cdot \left[\frac{(365 - P)}{365}\right]$$

in cui:

k = costante adimensionale (lb/VMT):

Fattore di conversione (lb/Veic*Miglia*h<=>g/Veic*km*h)

s = contenuto in silt della superficie stradale (%):

W = peso medio dei veicoli (ton):

a = coefficiente adimensionale:

b = coefficiente adimensionale:

E = Fattore di emissione per veicolo (kg/km):

P (giorni di pioggia)

E_{corr} = Fattore di emissione corretto:

Il particolato generato dai cumuli di materiale stoccato è stato calcolato, come suggerito dall'algoritmo EPA Cap. 13.2.4, tramite le seguenti formule:

$$E = k(0.0016) \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \text{ (kg/megagram [Mg])}$$

in cui:

k = dimensione delle particella (adimensionale)

U = velocità media del vento (m/sec)

M = contenuto di umidità del materiale (%)

E = Fattore di emissione (kg/ton)

Stoccaggio massimo di materiale (ton/g)

E = Fattore di emissione (g/sec)

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

Ranges Of Source Conditions For Equation 1			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind Speed	
		m/s	mph
0.44 - 19	0.25 - 4.8	0.6 - 6.7	1.3 - 15

Infine al fine di considerare il contributo emissivo generato dall'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio, si è preso in riferimento l'algoritmo EPA Cap. 13.2.5, tramite le seguenti formule:

$$E = EF_i \cdot a \cdot movh$$

in cui:

rapporto H/D :

$EF_{i,l,m}$ = Fattore di emissione (kg/h):

a = superficie dell'area movimentata (m^2):

$movh$ = n° movimentazioni per ora:

E = Fattore di emissione (g/sec):

E = Fattore di emissione (g/h):

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

La lunghezza delle piste e le dimensioni dei cumuli sono stati ovviamente computati secondo una media in considerazione del fatto che esse sono mutevoli nel tempo via via che la coltivazione progredisce negli anni.

In relazione agli interventi di mitigazione, si prevede di effettuare in maniera costante l'inumidimento delle piste di transito dei mezzi. Si prevede di mettere in atto le seguenti misure operative:

- adozione di velocità ridotta lungo il transito dei mezzi sulle piste sterrate;
- copertura dei cassoni con teli che riducano la dispersione aerea delle polveri;
- inumidimento costante delle piste, al netto delle giornate metrologicamente favorevoli alla bassa dispersione delle polveri.

Con queste condizioni operative è possibile ipotizzare una efficienza di abbattimento del particolato dovuto al transito sulle piste sterrate pari al 90%.

Dopo tali premesse e precisazioni, i fattori di emissione totali sono riassunti nelle tabelle che seguono:

Nuovo Cantiere Casiddu:

SCENARIO 1 - LOTTO 1 (da 1 a 5 anni)

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Movimentazione o stoccaggio giornalieri di materiale		Contenuto in Silt %	Umidità del materiale %	Velocità media del vento [m/sec]	Peso veicolo [t]	Velocità media [km/h]	Distanza percorsa [km/viaggio]	Ore di lavoro/gg	N. Viaggi/gg
			[mc]	[Mg]								
Carico materiale sterile (fronte 01)	S01	SCC 3-05-010-37	157,6	283,60	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Carico materiale sterile (fronte 02)	S02	SCC 3-05-010-37	157,6	283,60	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Scarico del materiale	C01	SCC 3-05-010-42	315,1	567,19	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C01)	P01	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,380	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C01)	P02	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,758	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C03)	P03	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	1,724	8,0	3
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C03)	P04	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	2,004	8,0	2
Stesa del materiale	C01	SCC 3-05-025-06	315,1	567,19	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 01)	S01	SCC 3-05-027-60	63,3	113,87	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 02)	S02	SCC 3-05-027-60	42,2	75,91	-	-	-	-	-	-	8,0	-

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
0,0075	kg/Mg	2,13	0	2,13	0,27	265,87	0,07
0,0075	kg/Mg	2,13	0	2,13	0,27	265,87	0,07
0,0005	kg/Mg	0,28	0	0,28	0,04	35,45	0,01
1,7073	kg/km	5,11	90	0,51	0,06	63,89	0,02
1,7073	kg/km	10,19	90	1,02	0,13	127,44	0,04
2,1563	kg/km	11,76	90	1,18	0,15	146,98	0,04
2,1563	kg/km	9,11	90	0,91	0,11	113,90	0,03
0,0012	kg/Mg	0,68	0	0,68	0,09	85,08	0,02
0,0004	kg/Mg	0,04	0	0,04	0,01	5,55	0,00
0,0004	kg/Mg	0,03	0	0,03	0,00	3,70	0,00

Dispersione eolica dai cumuli

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Superficie area cumuli	Raggio equivalente	Diametro medio della base	Umidità del materiale	Velocità media del vento	Altezza media	Rapporto H/D:	Fattore di emissione	Ore di lavoro/gg	Movimentazioni
			[m ²]	[m]	[m]	%	[m/sec]	[m]		[kg/m ²]		[mov/h]
Cumulo sterili Loto 1	C01	AP-42 cap. 13.2.4	20000	79,8	159,58	-	-	6,2	0,04	0,00025	24,0	1
Cumulo 1 minerale Loto 1	C02	AP-42 cap. 13.2.4	3000	30,9	61,80	-	-	5	0,08	0,00025	24,0	1
Cumulo 2 minerale Loto 1	C03	AP-42 cap. 13.2.4	3000	30,9	61,80	-	-	5	0,08	0,00025	24,0	1

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
5,0000	kg/h	120,00	90	12,00	1,50	1500,00	0,42
0,7500	kg/h	18,00	90	1,80	0,23	225,00	0,06
0,7500	kg/h	18,00	90	1,80	0,23	225,00	0,06

SCENARIO 2 - LOTTO 2 (da 5 a 10 anni)

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Movimentazione giornaliera di materiale		Contenuto in Silt	Umidità del materiale	Velocità media del vento	Peso veicolo	Velocità media	Distanza percorsa	Ore di lavoro/gg	N. Viaggi/gg
			[mc]	[Mg]	%	%	[m/sec]	[t]	[km/h]	[km/viaggio]		
Carico materiale sterile (fronte 01)	S01	SCC 3-05-010-37	152,6	274,76	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Carico materiale sterile (fronte 02)	S02	SCC 3-05-010-37	152,6	274,76	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Scarico del materiale	C01	SCC 3-05-010-42	305,3	549,52	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C01)	P01	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,380	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C01)	P02	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,758	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C03)	P03	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	1,724	8,0	3
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C03)	P04	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	2,004	8,0	2
Stesa del materiale	C01	SCC 3-05-025-06	305,3	549,52	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 01)	S01	SCC 3-05-027-60	61,6	110,80	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 02)	S02	SCC 3-05-027-60	41,0	73,87	-	-	-	-	-	-	8,0	-

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
0,0075	kg/Mg	2,06	0	2,06	0,26	257,59	0,07
0,0075	kg/Mg	2,06	0	2,06	0,26	257,59	0,07
0,0005	kg/Mg	0,27	0	0,27	0,03	34,35	0,01
1,7073	kg/km	4,95	90	0,50	0,06	61,90	0,02
1,7073	kg/km	9,88	90	0,99	0,12	123,47	0,03
2,1563	kg/km	11,44	90	1,14	0,14	143,02	0,04
2,1563	kg/km	8,87	90	0,89	0,11	110,83	0,03
0,0012	kg/Mg	0,66	0	0,66	0,08	82,43	0,02
0,0004	kg/Mg	0,04	0	0,04	0,01	5,40	0,00
0,0004	kg/Mg	0,03	0	0,03	0,00	3,60	0,00

SCENARIO 3 - LOTTO 3 (da 10 a 13,5 anni)

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Movimentazione giornaliera di materiale		Contenuto in Silt	Umidità del materiale	Velocità media del vento	Peso veicolo	Velocità media	Distanza percorsa	Ore di lavoro/gg	N. Viaggi/gg
			[mc]	[Mg]								
Carico materiale sterile (fronte 01)	S01	SCC 3-05-010-37	164,6	296,27	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Carico materiale sterile (fronte 02)	S02	SCC 3-05-010-37	164,6	296,27	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Scarico del materiale	C01	SCC 3-05-010-42	329,2	592,53	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C01)	P01	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,380	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C01)	P02	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,758	8,0	8
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C03)	P03	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	1,724	8,0	3
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C03)	P04	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	42	-	2,004	8,0	2
Stesa del materiale	C01	SCC 3-05-025-06	329,2	592,53	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 01)	S01	SCC 3-05-027-60	67,0	120,51	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Estrazione del materiale dal fondo naturale (fronte 02)	S02	SCC 3-05-027-60	44,6	80,34	-	-	-	-	-	-	8,0	-

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
0,0075	kg/Mg	2,22	0	2,22	0,28	277,75	0,08
0,0075	kg/Mg	2,22	0	2,22	0,28	277,75	0,08
0,0005	kg/Mg	0,30	0	0,30	0,04	37,03	0,01
1,7073	kg/km	5,34	90	0,53	0,07	66,74	0,02
1,7073	kg/km	10,65	90	1,07	0,13	133,13	0,04
2,1563	kg/km	12,44	90	1,24	0,16	155,56	0,04
2,1563	kg/km	9,64	90	0,96	0,12	120,55	0,03
0,0012	kg/Mg	0,71	0	0,71	0,09	88,88	0,02
0,0004	kg/Mg	0,05	0	0,05	0,01	5,88	0,00
0,0004	kg/Mg	0,03	0	0,03	0,00	3,92	0,00

SCENARIO 4 - Recupero Finale (da 13,5 a 15 anni)

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Movimentazione giornaliera di materiale		Contenuto in Silt	Umidità del materiale	Velocità media del vento	Peso veicolo	Velocità media	Distanza percorsa	Ore di lavoro/gg	N. Viaggi/gg
			[mc]	[Mg]								
Carico materiale sterile	C01	SCC 3-05-010-37	554,3	997,76	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Scarico del materiale (fronte 01)	S01	SCC 3-05-010-42	277,2	498,88	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Scarico del materiale (fronte 02)	S02	SCC 3-05-010-42	277,2	498,88	-	-	-	-	-	-	8,0	-
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S01 a C01)	P01	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,380	8,0	14
Movimentazione dei macchinari su piste non pavimentate (da S02 a C01)	P02	AP-42 cap.13.2.2	-	-	4,8	-	-	25	-	0,758	8,0	14
Stesa del materiale	C01	SCC 3-05-025-06	554,3	997,76	-	-	-	-	-	-	8,0	-

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
0,0075	kg/Mg	7,48	0	7,48	0,94	935,40	0,26
0,0005	kg/Mg	0,25	0	0,25	0,03	31,18	0,01
0,0005	kg/Mg	0,25	0	0,25	0,03	31,18	0,01
1,7073	kg/km	8,99	90	0,90	0,11	112,38	0,03
1,7073	kg/km	17,93	90	1,79	0,22	224,18	0,06
0,0012	kg/Mg	1,20	0	1,20	0,15	149,66	0,04

Dispersione eolica dai cumuli

Fasi sorgente	Codice Sorgente	Rif. Algoritmo	Superficie area cumuli	Raggio equivalente	Diametro medio della base	Umidità del materiale	Velocità media del vento	Altezza media	Rapporto H/D:	Fattore di emissione	Ore di lavoro/gg	Movimentazioni
			[m ²]	[m]	[m]	%	[m/sec]	[m]		[kg/m ²]		[mov/h]
Cumulo sterili Loto 1	C01	AP-42 cap. 13.2.4	20000	79,8	159,58	-	-	6,2	0,04	0,00025	24,0	1

Emissione		Fattore di emissione					
Valore	Unità di misura	[kg/gg]	Abbattimento polveri %	[kg/gg]	[kg/h]	[g/h]	[g/sec]
5,0000	kg/h	120,00	90	12,00	1,50	1500,00	0,42

Ai contributi emissivi del progetto, appena calcolati, va considerata la contemporanea presenza della coltivazione del cantiere denominato Dore, situato nelle immediate vicinanze dell'area interessata, il quale è stato assimilato ad un'unica sorgente avente come fattore di emissione globale pari a 637.074 µg/sec. Il valore citato è stato estrapolato da altri studi effettuati sulla coltivazione del menzionato cantiere Dore.

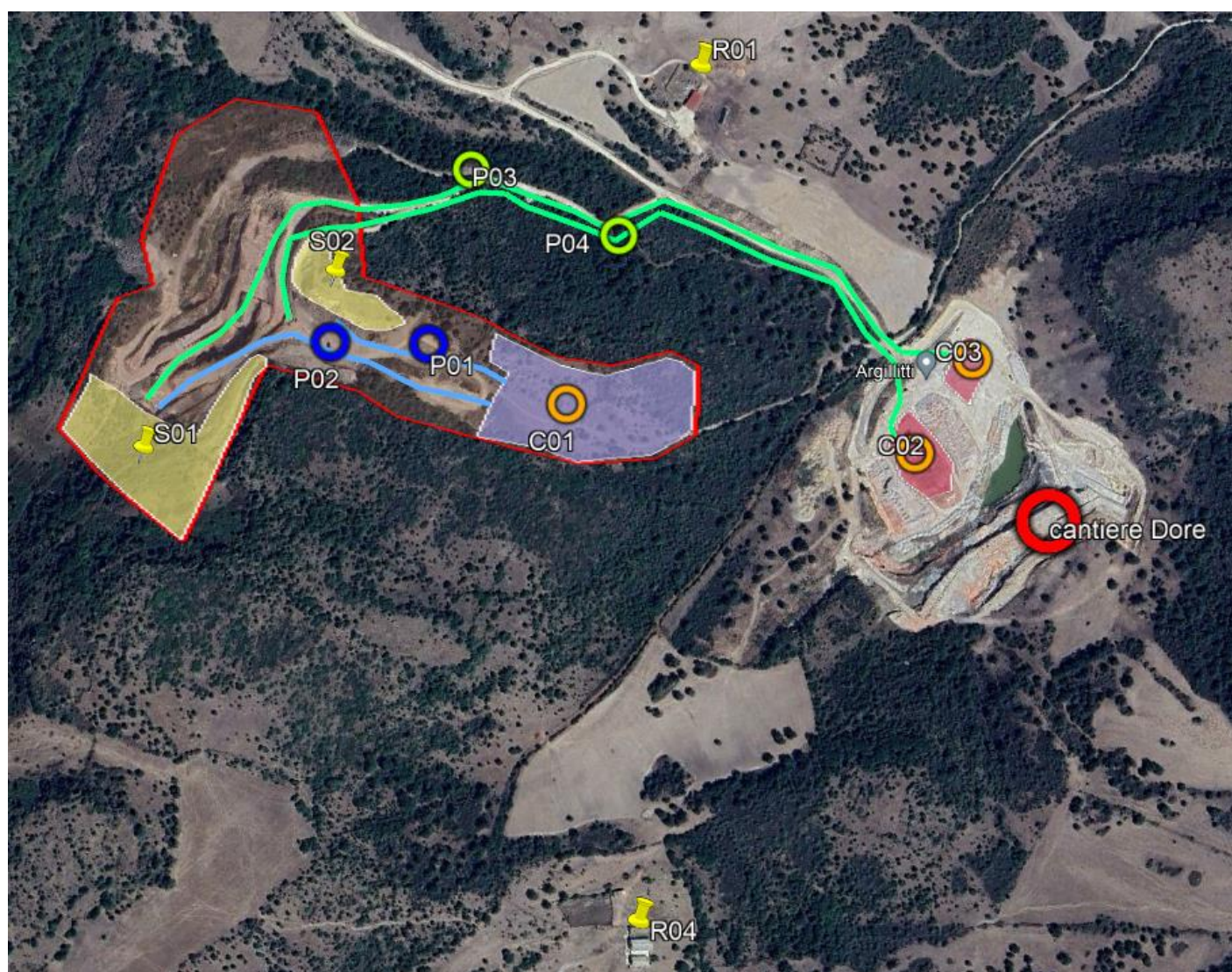


Figura 13 - indicazione su foto satellitare di tutte le sorgenti e dei recettori considerati

Di seguito il riepilogo delle sorgenti inserite nel modello di calcolo con le relative coordinate geografiche.

Descrizione sorgente	Codice	Coordinate geografiche
Fronte di coltivazione 1	S01	40°35'45.89"N 8°29'51.20"E
Fronte di coltivazione 2	S02	40°35'50.39"N 8°30'0.88"E
Pista trasporto da fronte 1 a cumulo sterili	P01	40°35'47.87"N 8°30'4.64"E
Pista trasporto da fronte 2 a cumulo sterili	P02	40°35'48.57"N 8°30'0.42"E
Pista trasporto da fronte 1 a cumulo minerale 1	P03	40°35'53.44"N 8°30'7.71"E
Pista trasporto da fronte 2 a cumulo minerale 2	P04	40°35'50.30"N 8°30'13.53"E
Cumulo degli sterili	C01	40°35'45.10"N 8°30'10.00"E
Cumulo di minerale 1	C02	40°35'44.11"N 8°30'27.64"E
Cumulo di minerale 2	C03	40°35'41.42"N 8°30'24.42"E
Cantiere Dore	CD	40°35'38.42"N 8°30'29.48"E

Dominio di calcolo

È stata considerata un'area di ampiezza pari a circa 4 x 4 km (16 km²) avente posizione baricentrica nelle sorgenti emissive in esame. Nell'area è stata definita una rete di maglie distanziate 10 m l'una dall'altra, rispetto alle quali il modello di calcolo ha elaborato i risultati finali. Il modello usa un sistema di coordinate cartesiane (X, Y) (X positivo = Est; Y positivo = Nord) espresse in metri, all'interno del quale vengono definite le posizioni dei recettori discreti, delle sorgenti inquinanti e le direzioni del vento. Per la direzione del vento si usa la convenzione standard (0° vento proveniente da NORD) dove il NORD è definito dall'asse Y positivo.

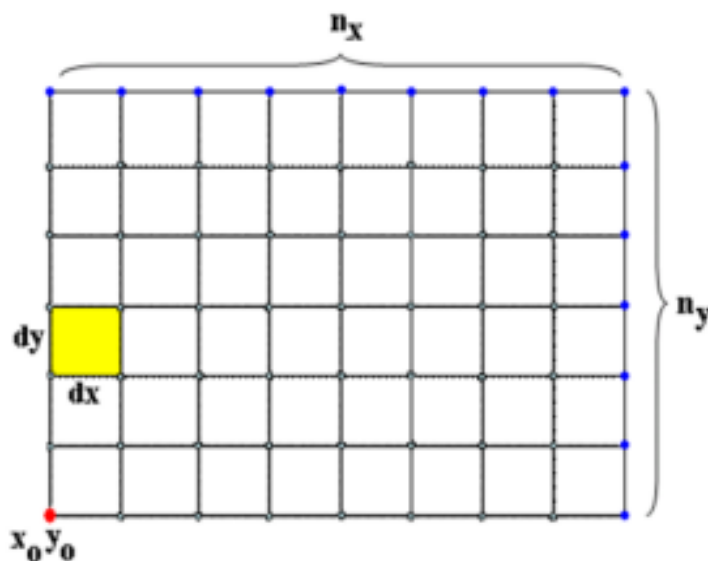


Figura 14 – Schema della griglia dominio

Condizioni meteorologiche adottate

A lungo termine le condizioni meteorologiche influenti sul modello, come velocità e direzione del vento e stabilità dell'atmosfera, sono variabili ed è necessario utilizzare il modello di calcolo basato su dati meteorologici a cadenza oraria riferiti ad un anno di rilevamenti che prendono in considerazione la temperatura, la velocità e la direzione del vento per settori di ampiezza uguale a 22,5°, e le classi di stabilità atmosferica definite da Pasquill (A, B, C, D, E, F+G).

I record di dati immessi nel software sono caratterizzati da:

1	giorno giuliano [1 – 365 (366 per anno bisestile)]
2007	anno
1	ora [1-24]
"F+G"	classe di stabilità atmosferica [secondo Pasquill A,B,C,D,E,F+G]
462.25	altezza di inversione
278.11	temperatura (K)
0.9	velocità del vento (m/s)
14.81	direzione del vento (gradi da nord)
0	rateo di precipitazione (mm/h)
0	forza dell'inversione
15	deviazione standard sulla direzione del vento (gradi)
0	friction velocità (m/s)
18.6	lunghezza di Monin-Obuchov (m)

8. IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

Lo studio della dispersione delle polveri ha preso in considerazione i seguenti recettori:

Distanza R01 – sorgente (40°35'54.76"N 8°30'18.02"E)	370 metri
Distanza R02 – sorgente (40°36'20.21"N 8°30'2.05"E)	746 metri
Distanza R03 – sorgente (40°36'18.89"N 8°29'37.78"E)	843 metri
Distanza R04 – sorgente (40°35'27.63"N 8°30'8.59"E)	543 metri
Distanza R05 – sorgente (40°35'33.50"N 8°29'4.81"E)	1.206 metri



Figura 15 - ubicazione dei recettori considerati

Detti recettori rappresentano le posizioni più critiche nel senso dell'esposizione alla diffusione delle polveri generate dai cantieri su un anno tipo.

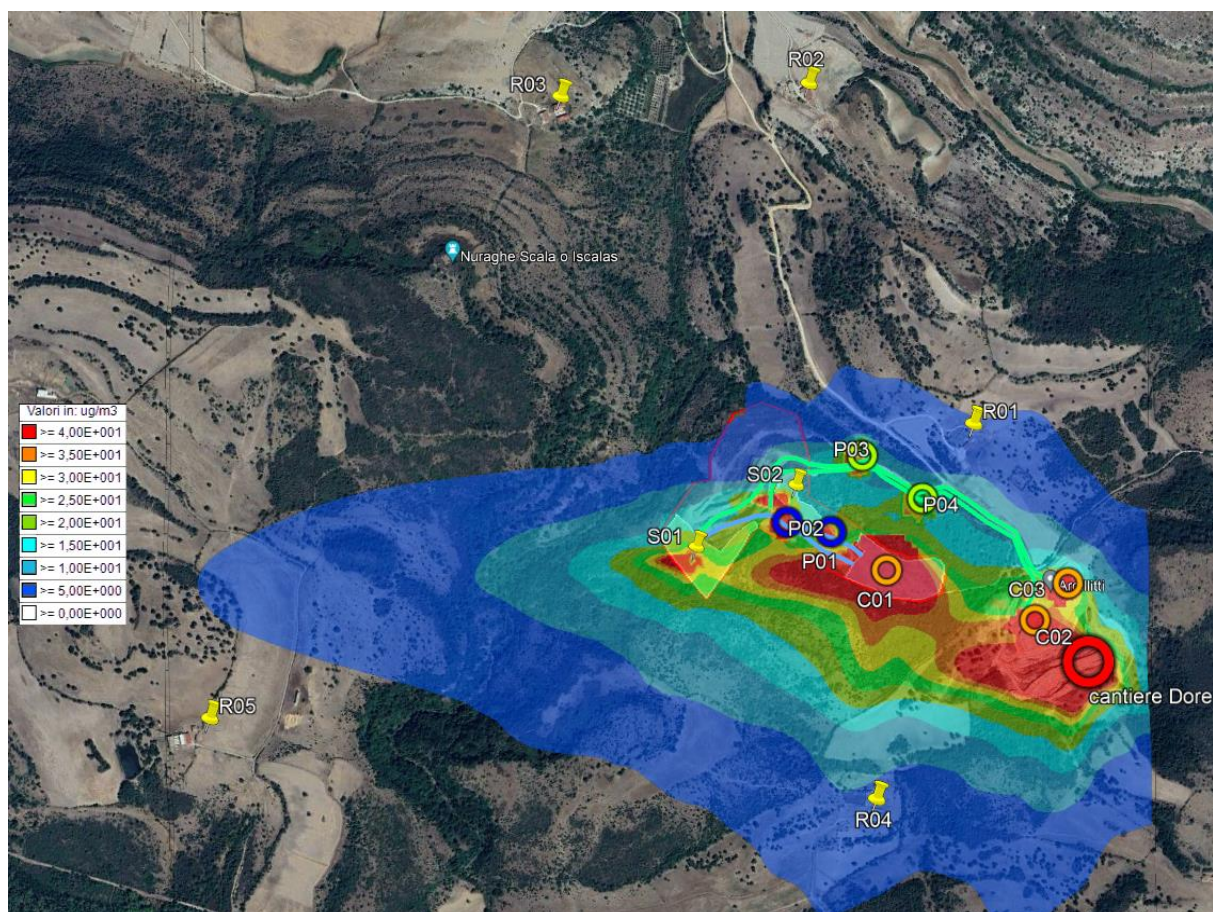
9. RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti hanno permesso di stimare i livelli di concentrazione massima e media per ogni punto del dominio di calcolo descritto nei paragrafi precedenti. Questi dati sono stati rappresentati attraverso un sistema di assi cartesiani X e Y in modo tale da visualizzare l'andamento delle concentrazioni dell'inquinante al variare della posizione all'interno dell'area di interesse. I risultati grafici, con la sovrapposizione delle mappe di isoconcentrazione di inquinante sulla immagine satellitare sono riportate in anteprima alle pagine che seguono.

In particolare è stato calcolato quanto segue:

- valore medio di concentrazione nelle 24 ore PM_{10} [$\mu g/m^3$];
- numero di eventuali superamenti del valore giorno soglia di PM_{10} pari a 50 [$\mu g/m^3$] (massimo 35 superamenti);
- numero di eventuali superamenti del valore annuale soglia di PM_{10} pari a 40 [$\mu g/m^3$].

SCENARIO 01



Reticolo Origine 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N; Reticolo Dimensioni Punti: 150 x 150; Dimensioni cella: 15,0 DX(m) x 15,0 DY(m)

Un anno soglia (40 ug/m³): numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	0
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	0
R05	456394	4493655	0

Valore Massimo 1,00E+000; [Posizione: 457680 X(m); 4494175 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 1,92E-002

Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	7
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	7
R05	456394	4493655	0

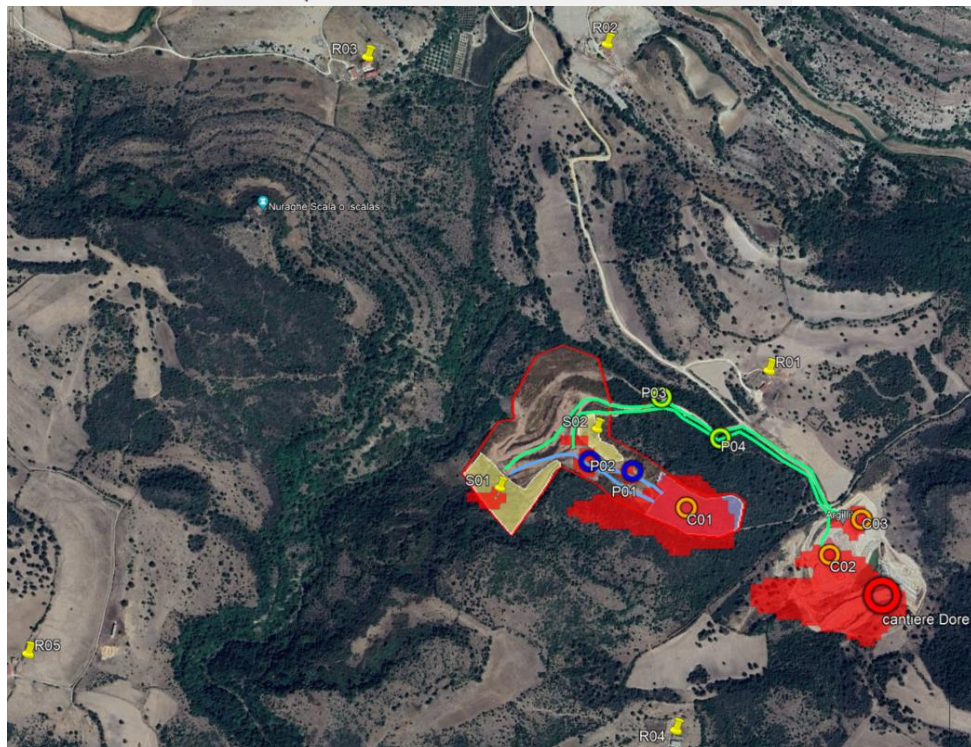
Valore Massimo 3,64E+002; [Posizione: 458385 X(m); 4493800 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 1,02E+001

Studio di Impatto da diffusione di polveri in atmosfera

Un anno soglia (40 ug/m³); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

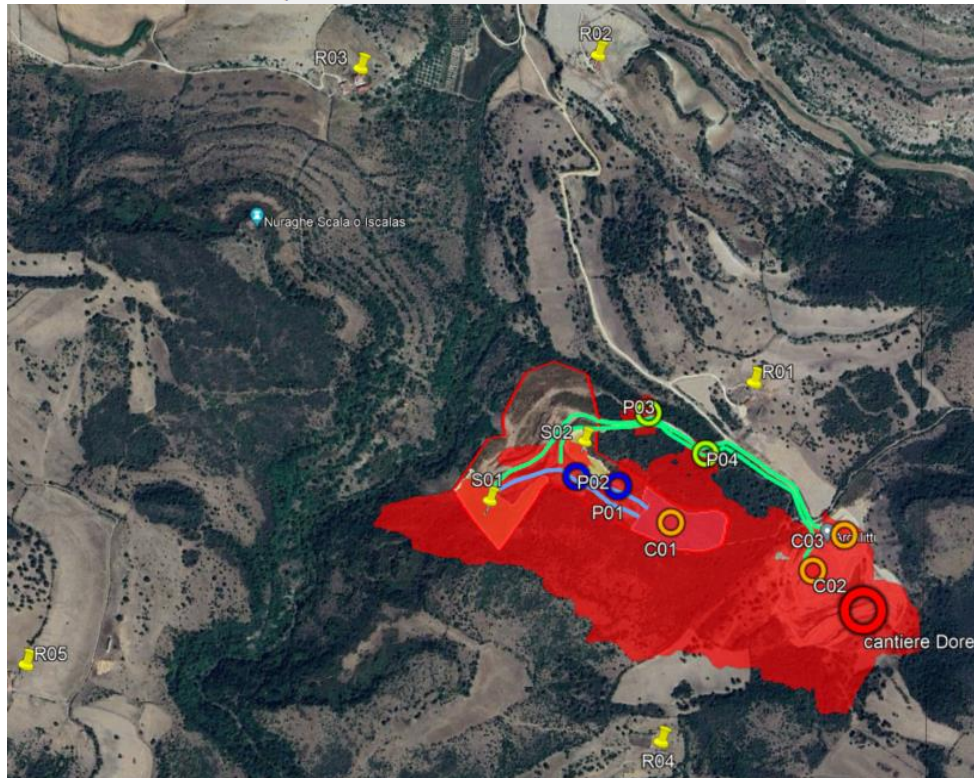
Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



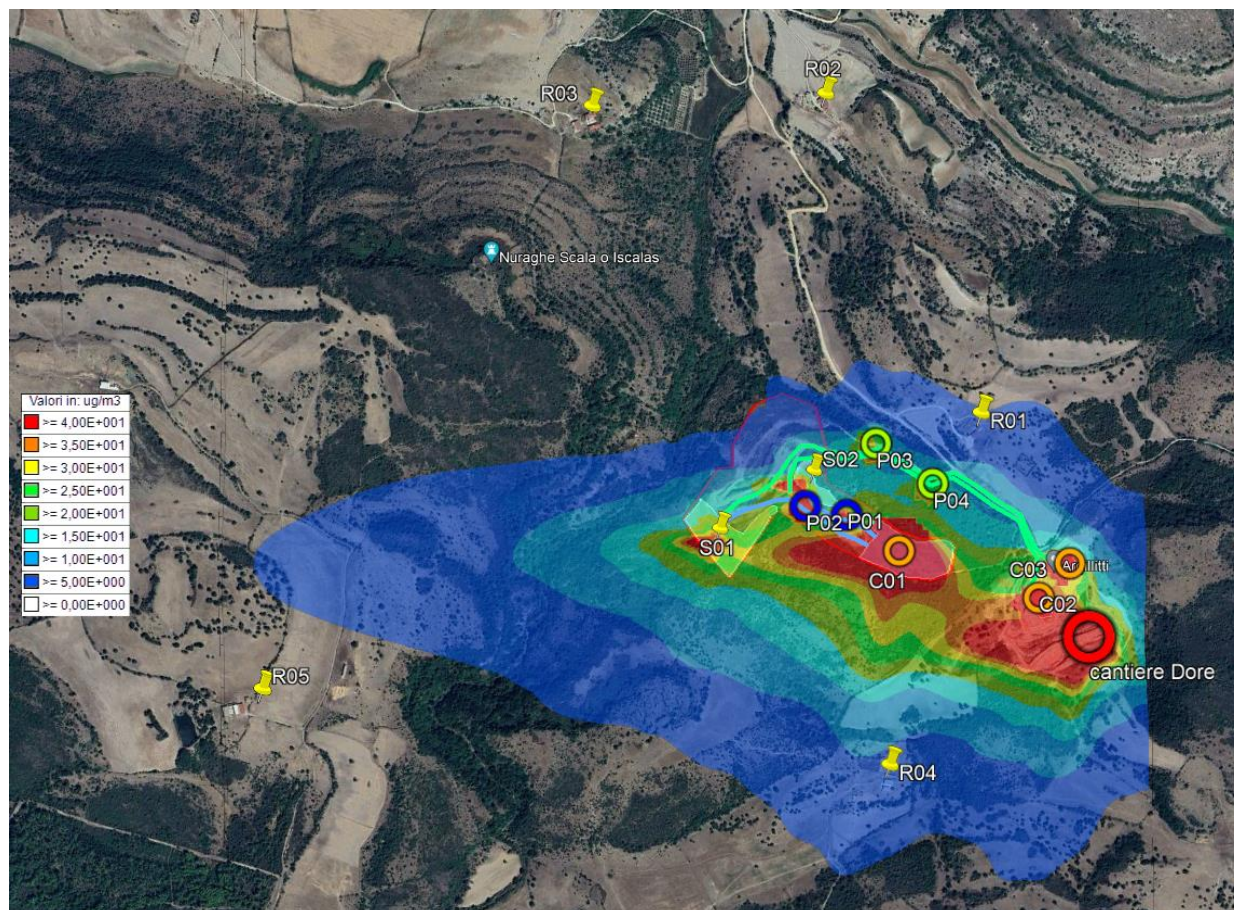
Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



SCENARIO 02



Reticolo Origine 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N; Reticolo Dimensioni Punti: 150 x 150; Dimensioni cella: 15,0 DX(m) x 15,0 DY(m)

Un anno soglia (40 ug/m3); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m3)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	0
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	0
R05	456394	4493655	0

Valore Massimo 1,00E+000; [Posizione: 457680 X(m); 4494175 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]

Valore Medio 1,92E-002

Un giorno soglia (50 ug/m3 max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m3)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	7
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	7
R05	456394	4493655	0

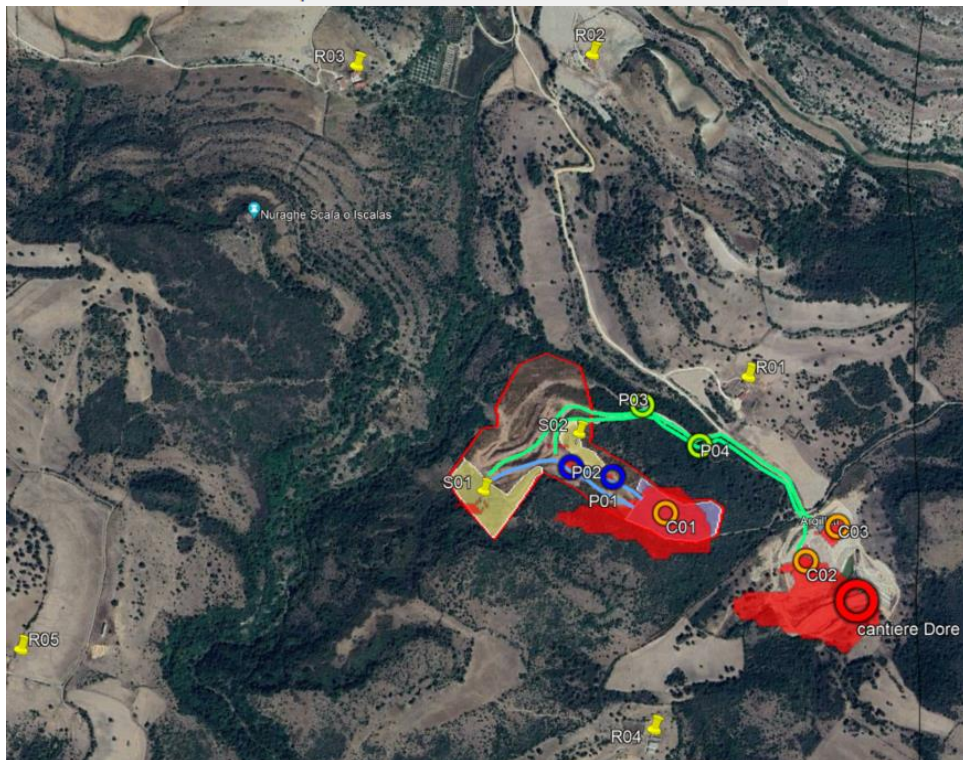
Valore Massimo 3,64E+002; [Posizione: 458385 X(m); 4493800 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]

Valore Medio 1,02E+001

Un anno soglia (40 ug/m³); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

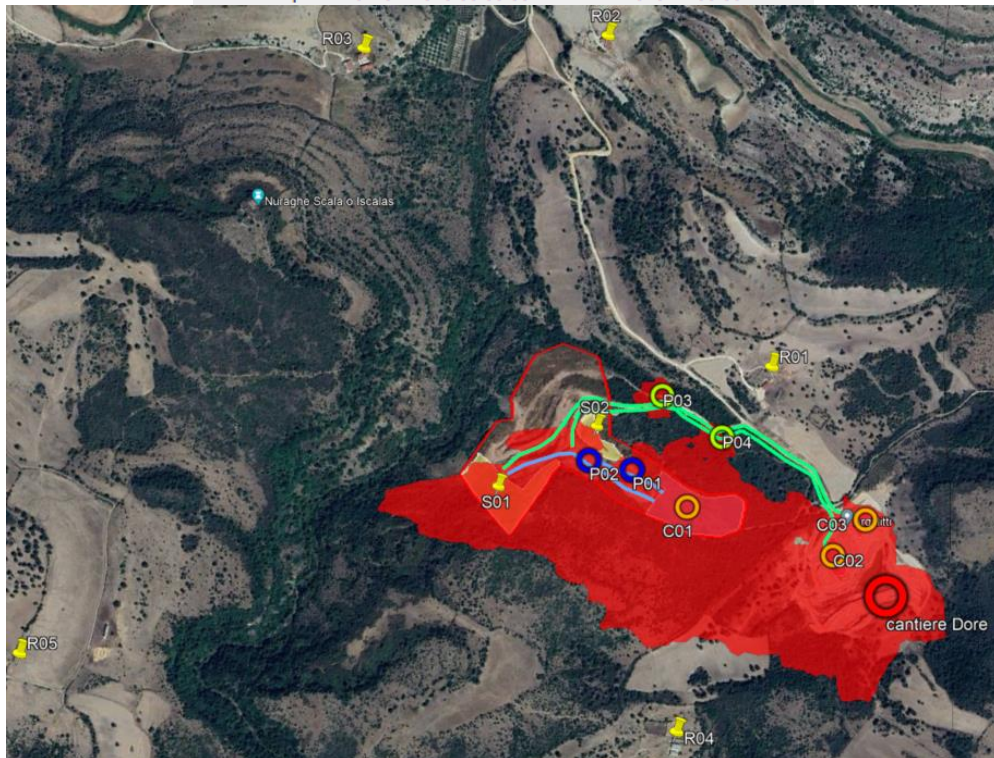
Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



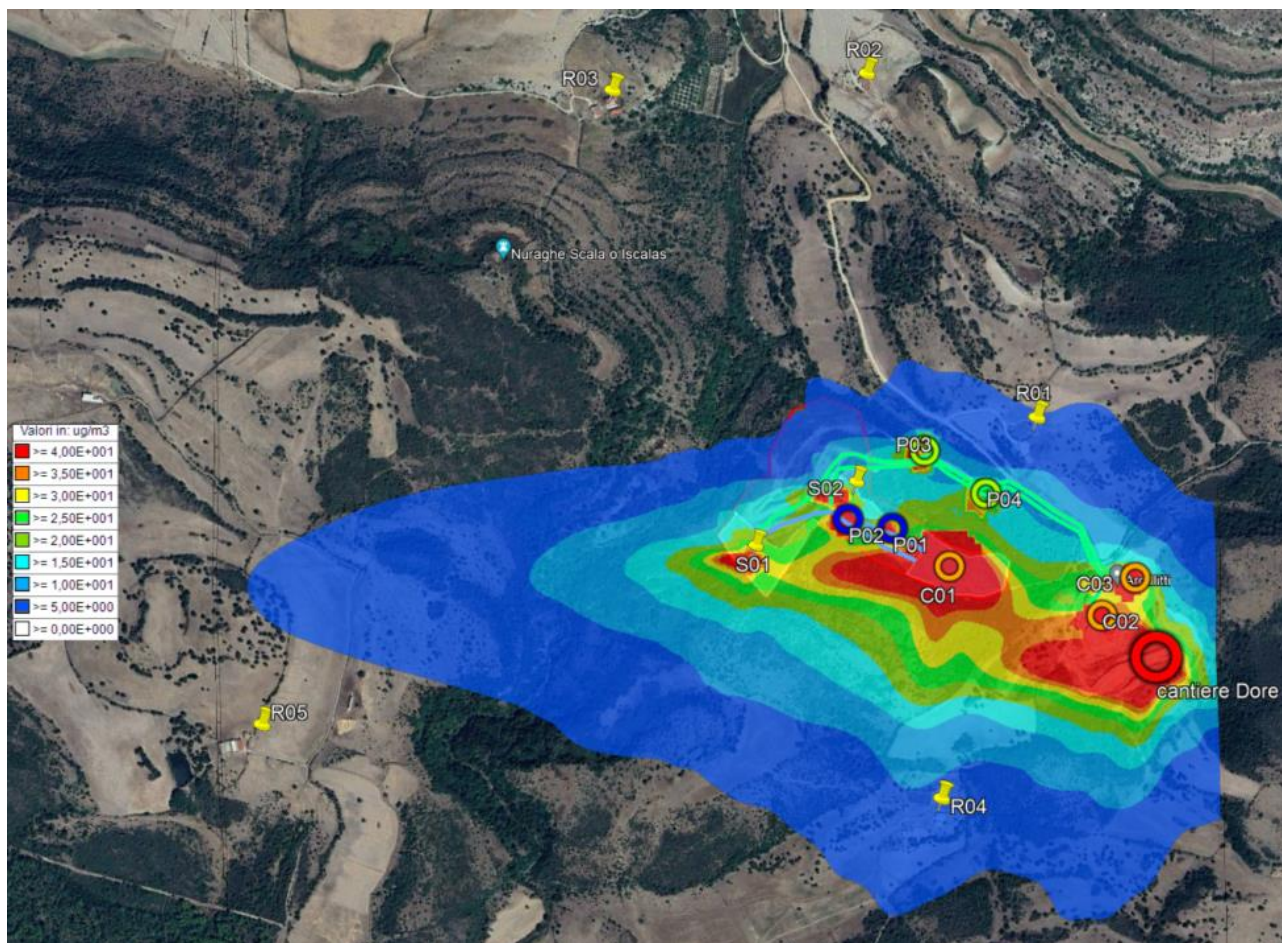
Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



SCENARIO 03



Reticolo Origine 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N; Reticolo Dimensioni Punti: 150 x 150; Dimensioni cella: 15,0 DX(m) x 15,0 DY(m)

Un anno soglia (40 ug/m3); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m3)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	0
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	0
R05	456394	4493655	0

Valore Massimo 1,00E+000; [Posizione: 457680 X(m); 4494130 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 1,91E-002

Un giorno soglia (50 ug/m3 max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m3)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	7
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	7
R05	456394	4493655	0

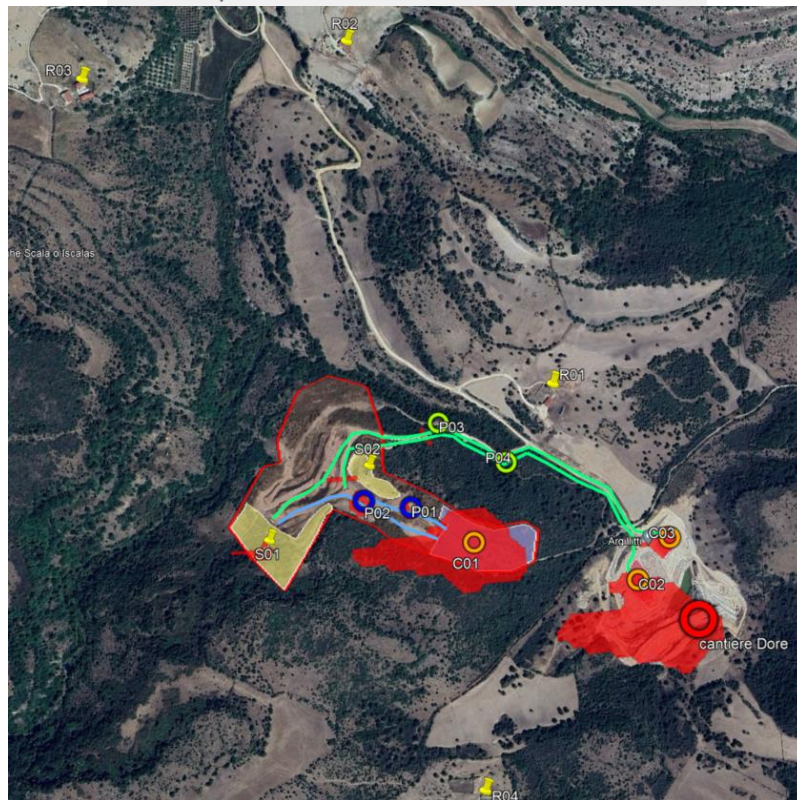
Valore Massimo 3,64E+002; [Posizione: 458385 X(m); 4493800 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 1,02E+001

Studio di Impatto da diffusione di polveri in atmosfera

Un anno soglia (40 ug/m³); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

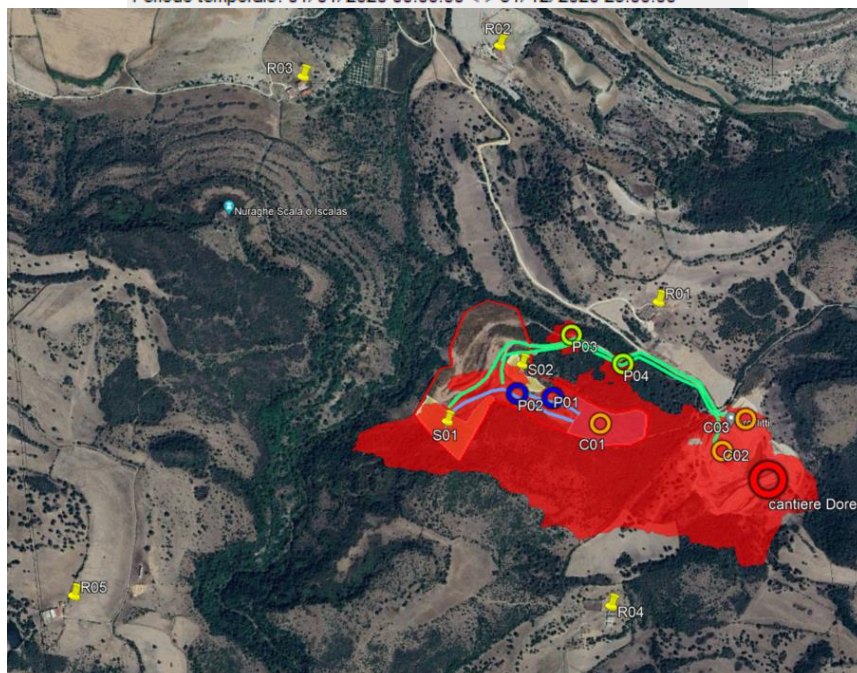
Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



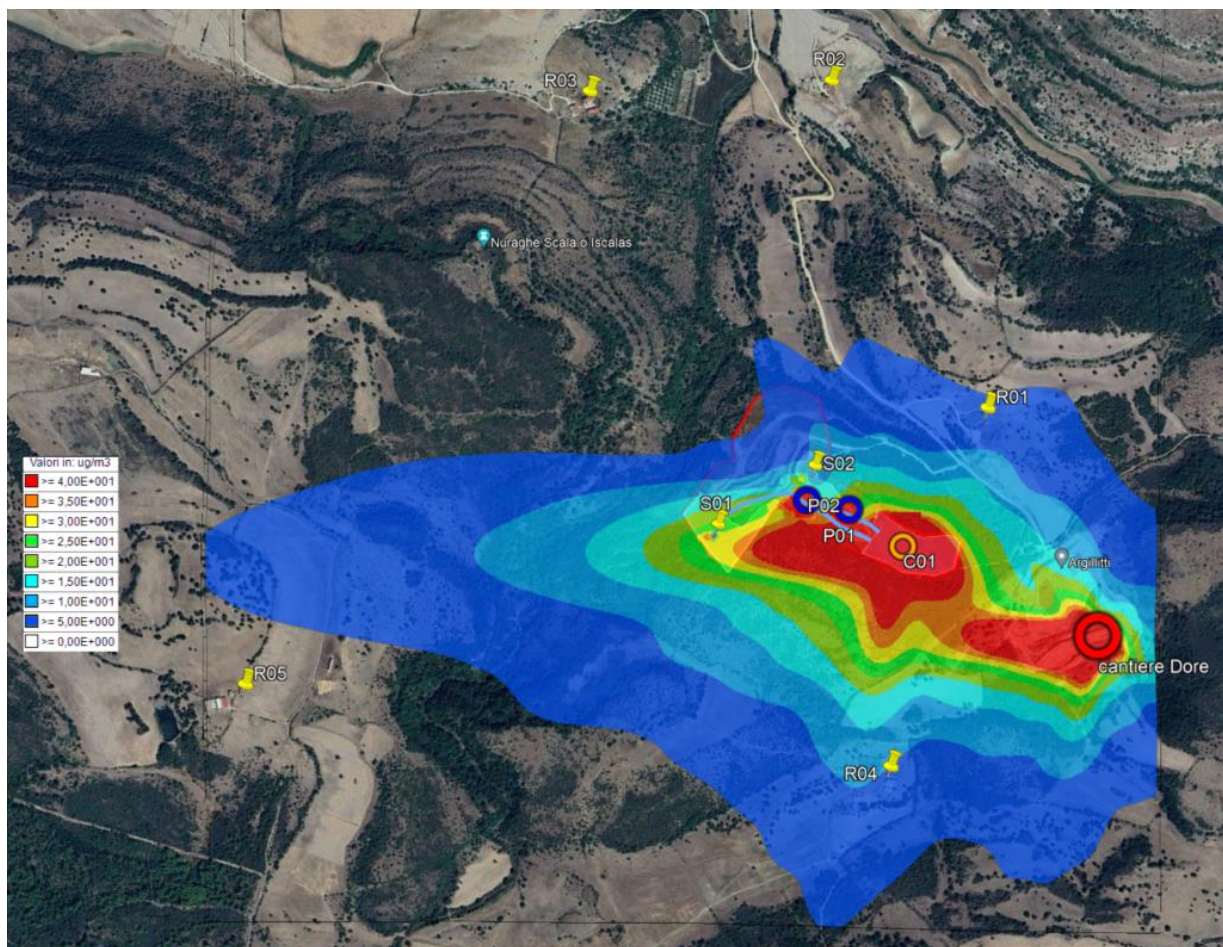
Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



SCENARIO 04



Reticolo Origine 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N; Reticolo Dimensioni Punti: 150 x 150; Dimensioni cella: 15,0 DX(m) x 15,0 DY(m)

Un anno soglia (40 ug/m³); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	0
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	0
R05	456394	4493655	0

Valore Massimo 1,00E+000; [Posizione: 457635 X(m); 4494040 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 2,33E-002

Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R01	458119	4494311	8
R02	457748	4495098	0
R03	457177	4495060	0
R04	457892	4493476	14
R05	456394	4493655	0

Valore Massimo 3,66E+002; [Posizione: 457920 X(m); 4494025 Y(m) 32N]; Valore Minimo 0,00E+000; [Posizione: 456300 X(m); 4493140 Y(m) 32N]
 Valore Medio 1,16E+001

Un anno soglia (40 ug/m³); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

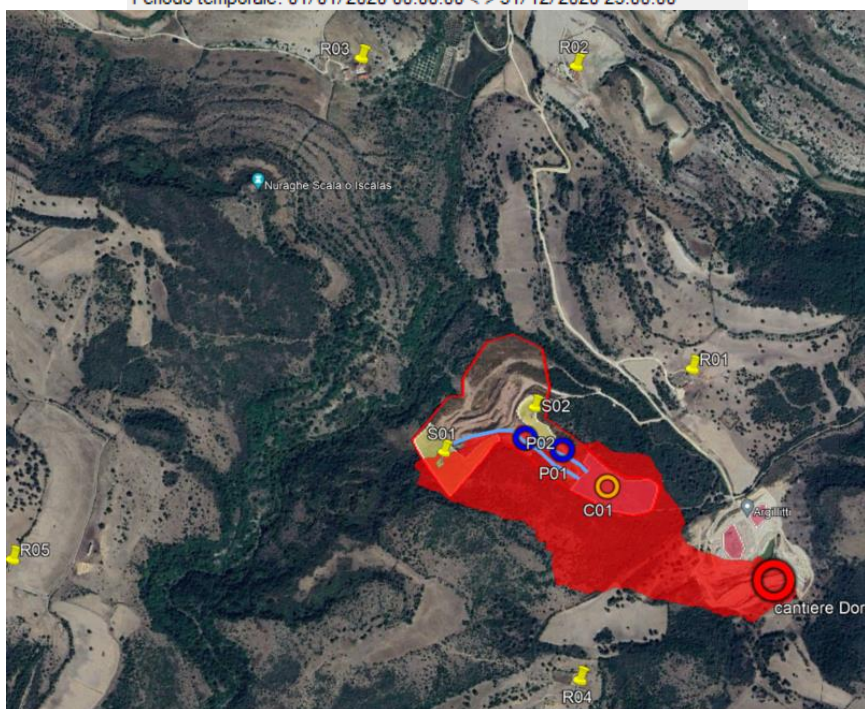
Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



Un giorno soglia (50 ug/m³ max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica: PM10 (ug/m³)

Periodo temporale: 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00



10. CONCLUSIONI

Dall'analisi delle isolinee di concentrazione media elaborate ai paragrafi precedenti per gli scenari di coltivazione più gravosi, e dalle tabelle dei report dei dati del post processamento dei dati, appare evidente che i valori, ai recettori considerati, risultano al di sotto dei limiti di legge e dei valori di attenzione previsti per l'area considerata e ai recettori considerati, sia per quanto riguarda il numero di eventuali superamenti del valore giorno soglia di PM10 pari 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (massimo 35 superamenti), sia per il numero di eventuali superamenti del valore annuale soglia di PM10 pari 40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Tale considerazione non vale per una limitata area posta nelle immediate prossimità dell'area di competenza della miniera, per cui dovranno essere messe in atto ulteriori misure di mitigazione, descritte come segue:

- utilizzo macchine/apparecchi con motori diesel dotati di filtro anti particolato e ottimizzazione dei trasporti;
- limitazione della velocità lungo le piste utilizzate nel cantiere (< 20 km/h);
- copertura dei cassoni con teli che riducano la dispersione aerea delle polveri nei tratti sulla rete urbana ed extraurbana;
- sospensione dei lavori in caso di forte vento;
- umidificazione periodica delle piste non pavimentate.

L'umidificazione delle piste non pavimentate all'interno dei cantieri verrà effettuata con l'impiego di autobotte dotata di irrigatore. Le autobotti percorreranno le piste contemporaneamente agli altri mezzi irrigando le stesse e limitando in tal modo la produzione di polveri.

Il Tecnico

Dott. Ing. Pierpaolo Medda



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pierpaolo Medda", written over a light blue grid background.