

Regione Autonoma della Sardegna

Provincia di Sassari

COMUNE DI OZIERI

**CONCESSIONE MINERARIA PER LA COLTIVAZIONE DI BENTONITE, TERRE DA SBIANCA  
E CAOLINO DENOMINATA 'MONTE FURROS'**

ALLEGATO B1 DELIBERA 11-75 DEL 24.03.2021 PUNTO 8 – ALTRI PROGETTI

U) MODIFICHE O ESTENSIONI DI PROGETTI DI CUI ALL'ALLEGATO A1 O ALL'ALLEGATO B1 GIÀ  
AUTORIZZATI, REALIZZATI O IN FASE DI REALIZZAZIONE, CHE POSSONO AVERE NOTEVOLI RIPERCUSSIONI  
NEGATIVE SULL'AMBIENTE (MODIFICA O ESTENSIONE NON INCLUSA NELL'ALLEGATO A1).

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ ALLA V.I.A.

Committente:



Laviosa Chimica Mineraria S.p. A.



I Tecnici:

Dott. Ing. Pierpaolo Medda

Dott. ing. Valeria Boi

S.T.P. *iA*mbiente srl  
Ingegneria & Ambiente

Elaborato:

**Allegato 4**

Titolo:

**STUDIO DI IMPATTO DA DIFFUSIONE DI POLVERI IN  
ATMOSFERA**

Data:

**Luglio 2024**

N. Prot.:

Revisioni

00

Luglio 24

## Sommario

1	BIBLIOGRAFIA.....	3
2	LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3	PRINCIPI TEORICI.....	5
3.1	PRINCIPI TEORICI.....	5
4	ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE (D. Lgs 13.8.2010 n. 155, art. 3 e 4) ..	9
5	I MODELLI DI SIMULAZIONE DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA ..	11
5.1	NORMATIVA TECNICA.....	14
5.2	IL MODELLO DIMULA .....	14
5.3	DATI METEOCLIMATICI.....	16
6	INQUADRAMENTO DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA.....	18
6.1	AREA OGGETTO DELLO STUDIO DI IMPATTO .....	18
6.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CICLO PRODUTTIVO .....	19
6.3	SORGENTI INQUINANTI EMISSIVE.....	21
7	OBIETTIVI DELLO STUDIO .....	22
8	VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI .....	22
8.1	STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONI RELATIVI ALLE SORGENTI PUNTIFORMI E DIFFUSE .....	22
8.2	CALCOLO PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI.....	23
8.3	DOMINIO DI CALCOLO.....	33
8.4	RECETTORI PRINCIPALI .....	35
8.5	CONDIZIONI METEOROLOGICHE ADOTTATE .....	36
9	RISULTATI OTTENUTI.....	37
10	CONSIDERAZIONI FINALI.....	40

## 1 BIBLIOGRAFIA

- Guida ipertestuale alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell'aria – APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e Servizi Tecnici).
- Gestione della qualità dell'aria, modelli di simulazione e previsione – G. Finzi, G. Pirovano, M. Volta, Ed McGraw-Hill.

## 2 LA 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<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, 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 PM<sub>2.5</sub>. 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<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, mentre in allegato II è riportato il metodo di campionamento e di analisi da applicare per gli idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene<sup>1</sup>. Nella tabella che segue sono riportate alcune importanti definizioni:

*Valore Limite (VL):* livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e

---

<sup>1</sup> Arpav Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

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 segue 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 <sup>3</sup>
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto	Orario (non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m <sup>3</sup>
	Media annuale	40	µg/m <sup>3</sup>
Benzene	Media annuale	5	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>10</sub>	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m <sup>3</sup>
	Media annuale	40	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>2,5</sub>	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	µg/m <sup>3</sup>
	Media annuale al 2015	25	µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Media annuale	0,5	µg/m <sup>3</sup>

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 - vai alla tabella dei parametri normativi;
- 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

#### 3.1 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 meteoclimatiche 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, 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 ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ );
- composti dell'azoto ( $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ );
- composti del carbonio (idrocarburi,  $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$ );
- composti alogenati ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CFC}$ );

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  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ).

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- $\text{NO}_2$  formato da  $\text{NO}$  primario;
- $\text{O}_3$  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  $\text{SO}_2$  in solfati,  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- la trasformazione di  $\text{NO}_2$  in nitrati,  $\text{NO}_3^-$ ;

- 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 (avvettivo) 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 ed 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.

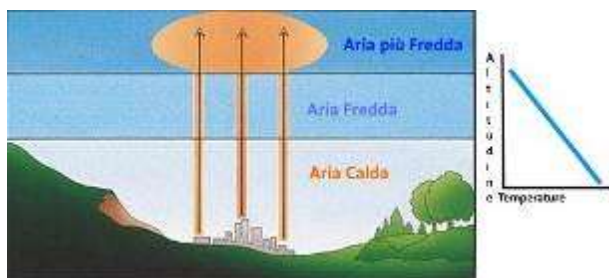


Figura 1 - Isola di calore

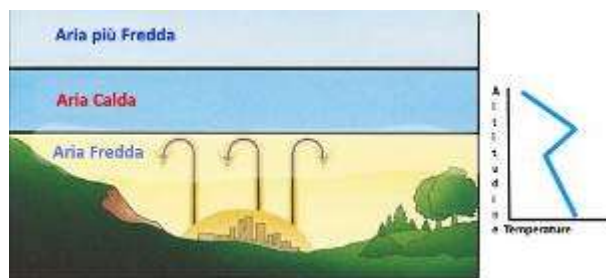


Figura 2 - Inversione termica



## 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
20090052	Ozieri	IT2010	IT2011	

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	IT2010
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.

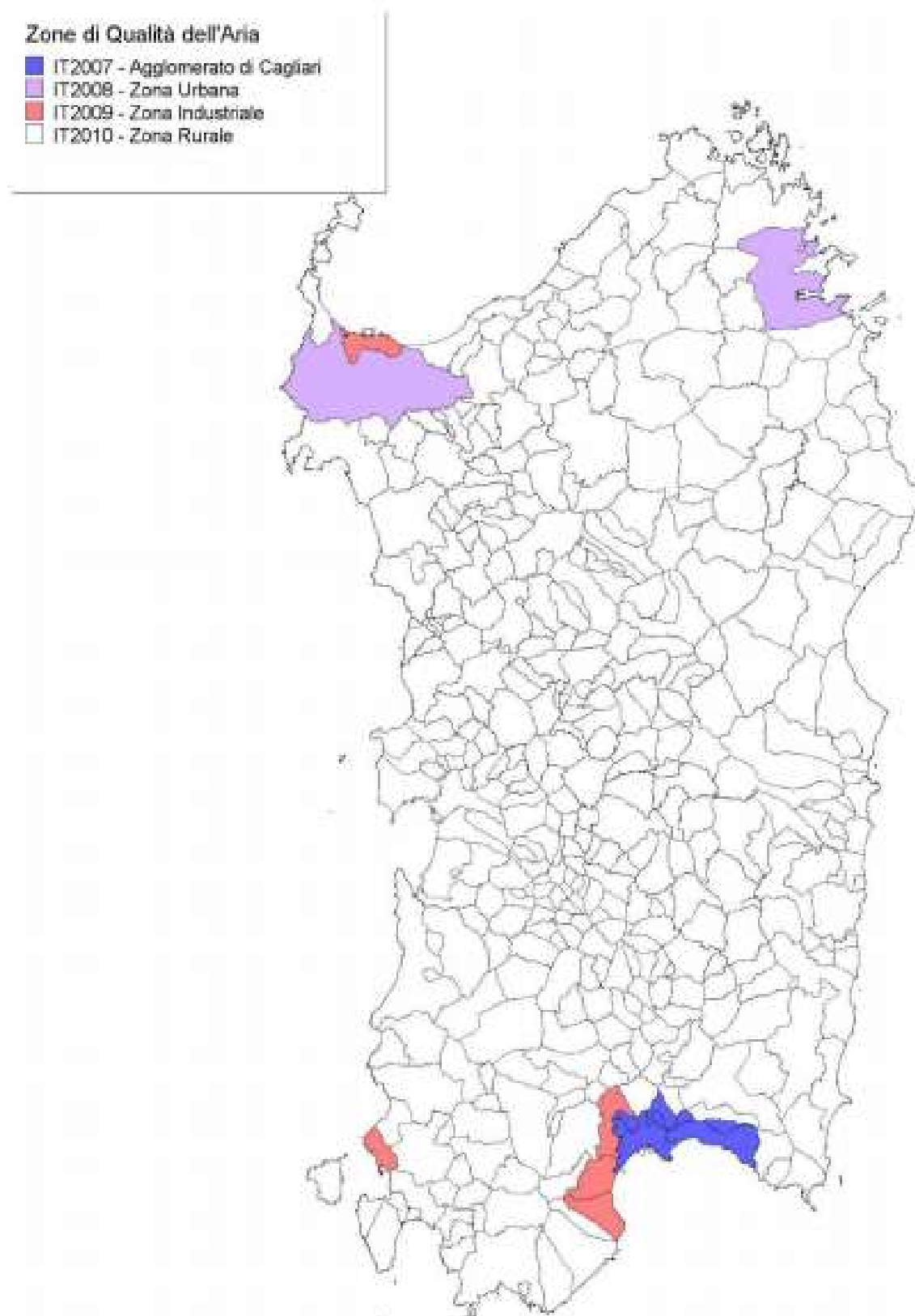


Figura 3 - Zone di qualità dell'aria per la protezione della salute umana

## 5 I MODELLI DI SIMULAZIONE DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA

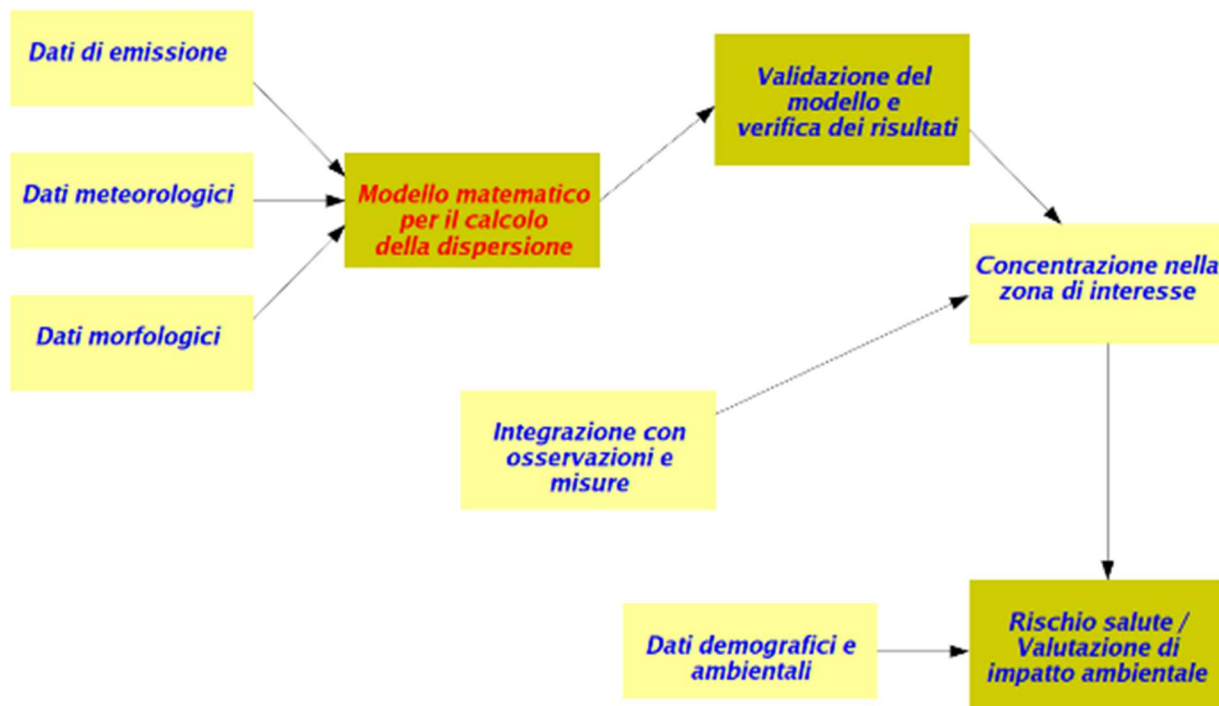
Le norme prevedono che gli standard di qualità dell'aria non vengano superati in alcun punto del territorio. Tuttavia, se si ipotizza che l'unico mezzo conoscitivo sia la misura diretta delle concentrazioni, in pratica il controllo della qualità dell'aria può essere effettuato solo in un numero finito 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.

## 5.1 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

## 5.2 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:

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

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.

### 5.3 DATI METEOCLIMATICI

Per quanto riguarda l'ambito in esame, le stazioni anemometriche più vicine all'area in esame è quella di Ozieri.

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 profilometrici (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 profilometrici 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.

Indichiamo di seguito alcune immagini e tabelle riepilogative sui dati della stazione considerata.



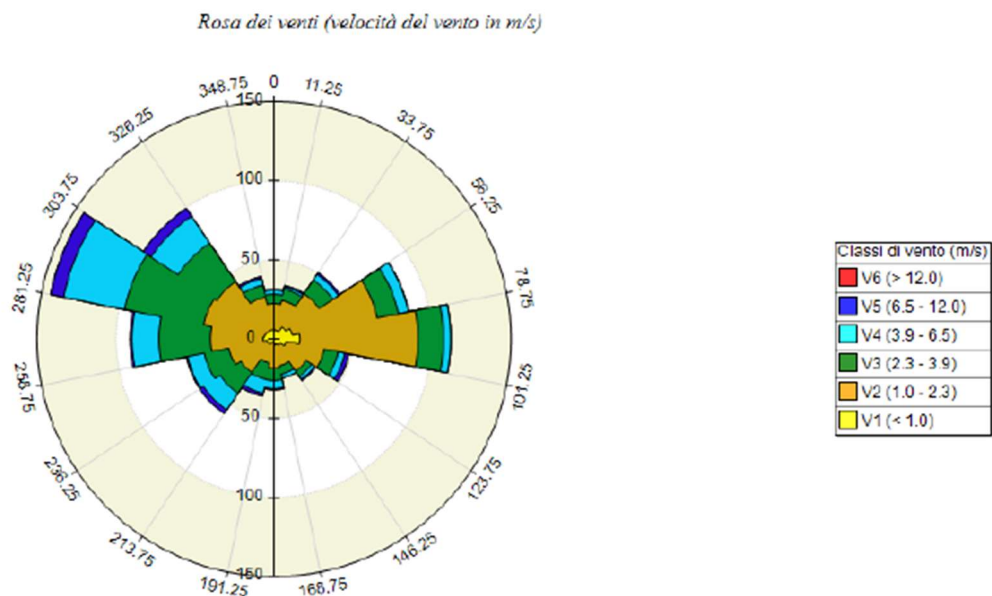


Figura 4 - dati anemometrici medi annui

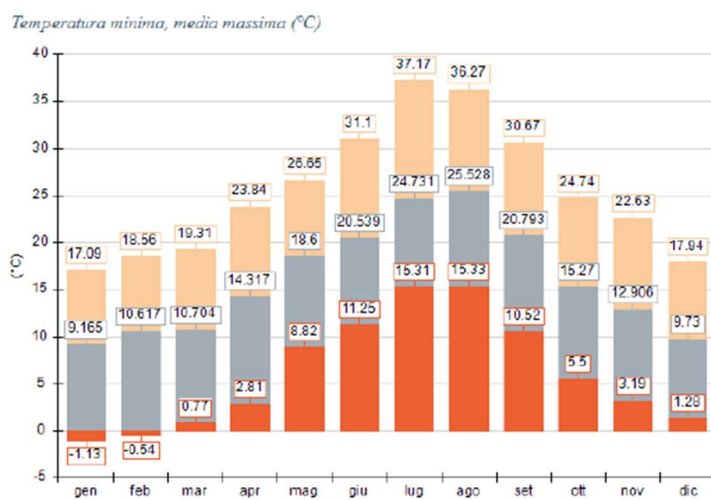


Figura 5 - dati termici medi annui

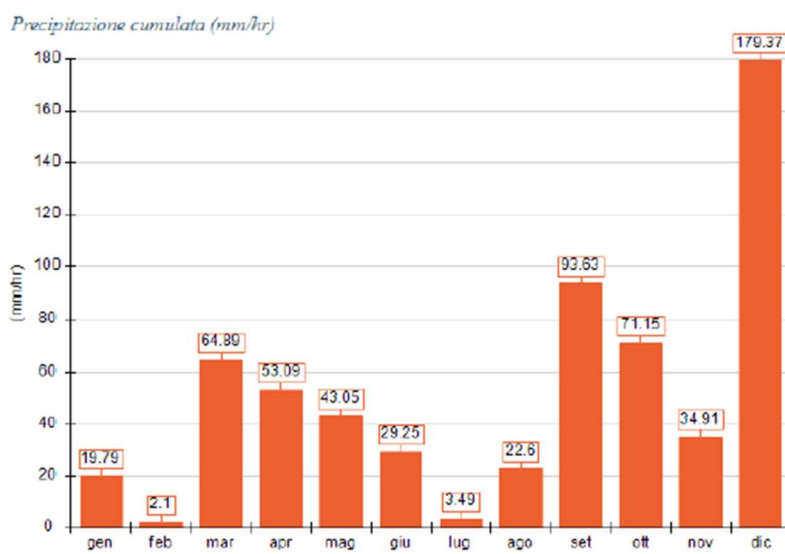


Figura 6 - dati pluviometrici medi annui

## 6 INQUADRAMENTO DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA

### 6.1 AREA OGGETTO DELLO STUDIO DI IMPATTO

Nel sito oggetto della presente istanza è stato già autorizzato il "Progetto di coltivazione relativo alla richiesta di Concessione Mineraria per bentonite, terre da sbianca e caolino in località denominata "Monte Furros", in territorio del comune di Ozieri (SS)", parere di VIA favorevole con D.G.R. N. 28/47 del 24.6.2011. Il proponente del progetto era la Minersarda S.p.A., successivamente acquisita dalla Laviosa Chimica Mineraria S.p.A. La Concessione Mineraria è stata rilasciata con Determinazione Dirigenziale del Servizio Attività Estrattive e Recupero Ambientale prot. N. 433 del 31.12.2012, ed è stata rinnovata con Determinazione Dirigenziale n. 1081 del 22.12.2022.

La proposta progettuale sottoposta al parere di Verifica di Assoggettabilità a VIA prevede le seguenti modifiche rispetto al progetto approvato:

- realizzazione di un impianto di primo trattamento della bentonite costituito essenzialmente da un frangizolle dotato di separatore magnetico, un sistema di additivazione con una soluzione di carbonato di sodio e una di ossido di magnesio e un sistema di estrusione (il tutto sarà alloggiato all'interno di una struttura leggera in carpenteria metallica e pannelli del tipo sandwich);
- sfruttamento di una superficie pari a circa 30.000 m<sup>2</sup> (interna all'area già autorizzata per la coltivazione) per l'esecuzione della essiccazione solare della bentonite precedentemente trattata (circa 40.000 t/anno grezze che diventerebbero 33.000 t dopo l'essiccazione) con inequivocabili riduzioni degli impianti in virtù della riduzione del ricorso ad essiccazione in forni e dei quantitativi di materiali da veicolare tanto su terra quanto su mare;
- utilizzazione di un'area esterna e adiacente a quella di coltivazione per l'ubicazione dei materiali trattati ed essiccati pronti alla vendita. Tale richiesta è finalizzata alla riduzione del traffico veicolare in cantiere, unitamente alla separazione delle interferenze tra le ditte impiegate nella coltivazione e quelle che si occupano del caricamento della bentonite da avviare alla vendita, con evidenti miglioramenti delle condizioni di sicurezza.

Dal punto di vista cartografico, l'area in esame ricade in:

- Foglio 460 sez. II (Chilivani) della Carta IGM in scala 1:25.000
- Foglio 460 n. 110 e n. 150 del CTR numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000

Catastalmente l'area ricade nel Foglio 29 Part. 1329



Figura 7 – immagine Google Earth con indicazione dell'area nella situazione attuale



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

## 6.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO E CICLO PRODUTTIVO

La proposta di variante prevede essenzialmente tre modifiche rispetto a quanto precedentemente approvato:

- realizzazione di un impianto di primo trattamento della bentonite in cui realizzare l'attivazione della stessa mediante la distribuzione di due additivi (carbonato di sodio e ossido di magnesio) - l'impianto sarà in grado di trattare circa il 50% della bentonite estratta.
- essiccazione solare da eseguirsi su una superficie pari a 30.000m<sup>2</sup> in area interna a quella già autorizzata per la coltivazione;
- utilizzo di un'area adiacente a quella di coltivazione per la realizzazione di un deposito della bentonite commerciale.

Di seguito viene riassunto brevemente il nuovo ciclo produttivo della bentonite commerciale:

- estrazione Bentonite;
- alimentazione dell'impianto col materiale estratto su una tramoggia motorizzata che lo eroga nella quantità necessaria all'impianto di attivazione;
- convogliamento tramite nastro trasportatore del materiale nell'area di arrivo semilavorato dove sarà prelevato dalla pala meccanica e disposto nell'area di essiccazione solare livellato in maniera appropriata (altezza circa 20\30 cm);
- al fine di eseguire e favorire l'essiccazione solare il materiale verrà quindi periodicamente girato e mescolato su tutta l'area di distribuzione sino al raggiungimento di una umidità adatta all'impiego finale;
- invio all'area di deposito della bentonite commerciale;
- carico e trasporto verso il Porto di Olbia.

Si prevede che l'impianto possa additivare circa 20.000 t/anno di bentonite. La restante parte di minerale estratta sarà sottoposta alla sola essiccazione solare.

Le prime due attività integrative risultano svolgersi entro l'area oggetto dell'attività di coltivazione, mentre la terza è posta in adiacenza alla stessa e, comunque entro la Concessione Mineraria Autorizzata.

Rispetto a quanto previsto nel progetto approvato per la variante sarà necessario l'utilizzo dei seguenti mezzi;

- n. 2 escavatore cingolato da 20 t, 150-200 HP con benna da carico (1,5 mc);
- n. 1 pala gommata da 150 HP nell'area di deposito del minerale;
- n. 2 autocarri 4 assi da 20 mc e 330 HP;
- un trattore agricolo da 90 HP con installato sia un aratro che una fresa;
- carrello elevatore elettrico per big bags.

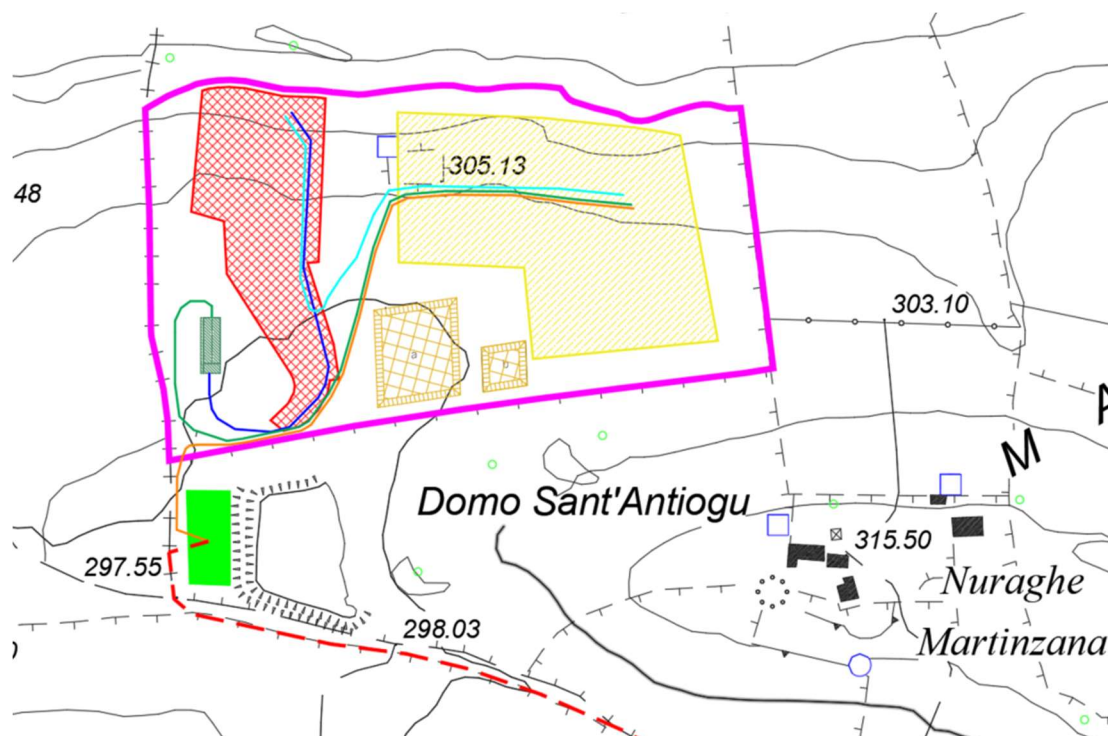


Figura 9 – planimetria di progetto

- Area di coltivazione approvata
- Area impianto primo trattamento della bentonite
- Area di stoccaggio bentonite commerciale
- Area essiccazione solare
- Area di coltivazione
- Area di stoccaggio bentonite grezza (a) e suolo (b)
- Pista coltivazione - essiccazione
- Pista coltivazione - impianto
- Pista impianto - essiccazione
- Pista essiccazione - stoccaggio bentonite commerciale
- Pista da stoccaggio bentonite commerciale a Strada Provinciale

### 6.3 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  $\mu\text{m}$  hanno tempi di permanenza di alcune ore e la rimozione avviene prevalentemente per deposizione gravitazionale. Le particelle con  $1\ \mu\text{m} < D_p < 20\ \mu\text{m}$  hanno tempi di residenza da alcune ore ad alcuni giorni (intorno a 2-4 giorni per il PM<sub>2,5</sub>). Le particelle con  $0,1\ \mu\text{m} < D_p < 1\ \mu\text{m}$  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  $D_p < 0,1\ \mu\text{m}$  il tempo di residenza si abbassa nuovamente a periodi tipici variabili da giorni a poche ore.

## 7 OBIETTIVI DELLO STUDIO

I principali obiettivi dello studio sono stati:

- 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 emissive della discarica.

## 8 VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI

### 8.1 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 PM<sub>10</sub> 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 AP-	Attività considerata	Formula	Unità di	Parametri
---------------	----------------------	---------	----------	-----------

42/FIRE			misura	
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 13.2.5	erosione eolica dei cumuli	$EF_i \cdot a \cdot movh$	[kg/h]	EF <sub>i</sub> = costante; a = superficie movimentata movh = n° movimentazioni per ora
AP-42 capitolo 11.19.2 SCS 3-05-020-01 (rif. 02)	frantumazione del materiale	$37 \cdot 10^{-5}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale caricato
AP-42 capitolo 11.19.2 SCS -3-05-020-02	vagliatura del materiale	$37 \cdot 10^{-5}$	[kg/Mg]	Emissione per Mg di materiale caricato
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 3-05-010-47	stesa e compattazione del materiale	$0.0056 \cdot 0.6 \cdot S^2$	[kg/km]	S = velocità media del mezzo in km/h Emissione per km percorso
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).

## 8.2 CALCOLO PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI

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.

### Scenari di lavoro

Le fasi lavorative in cui avviene la produzione di emissioni di polvere sono state individuate secondo l'Environmental Protection Agency.

### 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 (assimilabili a quelle in progetto):

- erosione del vento sulle superfici dei cumuli e delle aree intorno ad essi (AP-42 capitolo 13.2.4);
- movimentazione dei mezzi su piste sterrate (AP-42 capitolo 13.2.2);
- processi relativi alla frantumazione e macinazione (AP-45 capitolo 11.19.2);
- processi relativi all'estrazione di ghiaie e sabbie (AP-45 capitolo 11.19.1);
- operazione di carico del materiale e scarico successivo (AP-42 capitolo 13.2.3);
- 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 FACTOR RATING: D

Source	Total PM		NO <sub>x</sub>		CO <sub>2</sub>	
	kg/Mg	lb/ton	kg/Mg	lb/ton	kg/Mg	lb/ton
Sand dryer (SCC 3-05-027-20)	0.98 <sup>b,c</sup>	2.0 <sup>b,c</sup>	0.016 <sup>d</sup>	0.031 <sup>d</sup>	14 <sup>e</sup>	27 <sup>e</sup>
Sand dryer with wet scrubber (SCC 3-05-027-20)	0.019 <sup>b,f</sup>	0.039 <sup>b,f</sup>	#	#	#	#
Sand dryer with fabric filter (SCC 3-05-027-20)	0.0053 <sup>b,h</sup>	0.010 <sup>b,h</sup>	#	#	#	#
Sand handling, transfer, and storage with wet scrubber (SCC 3-05-027-60)	0.00064 <sup>i</sup>	0.0013 <sup>i</sup>	ND	ND	ND	ND
Sand screening with venturi scrubber (SCC 3-05-027-13)	0.0042 <sup>b</sup>	0.0083 <sup>b</sup>	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]	Emissioni 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<sub>corr</sub>** = Fattore di emissione corretto:

In merito alle emissioni generate dall'impianto di trattamento del materiale estratto e alla demolizione dello sterile, per similitudine a quanto descritto al capitolo 11.19.2 dell'AP-42 si è optato per quanto descritto alle tabelle 11.19.2-1.

Table 11.19.2-1 (Metric Units). EMISSION FACTORS FOR CRUSHED STONE PROCESSING OPERATIONS (kg/Mg)<sup>a</sup>

Source <sup>b</sup>	Total Particulate Matter <sup>c,d</sup>	EMISSION FACTOR RATING	Total PM-10	EMISSION FACTOR RATING	Total PM-2.5	EMISSION FACTOR RATING
Primary Crushing (SCC 3-05-020-01)	ND		ND <sup>e</sup>		ND <sup>e</sup>	
Primary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-01)	ND		ND <sup>e</sup>		ND <sup>e</sup>	
Secondary Crushing (SCC 3-05-020-02)	ND		ND <sup>e</sup>		ND <sup>e</sup>	
Secondary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-02)	ND		ND <sup>e</sup>		ND <sup>e</sup>	
Tertiary Crushing (SCC 3-05030-03)	0.0027 <sup>f</sup>	E	0.0012 <sup>g</sup>	C	ND <sup>e</sup>	
Tertiary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-03)	0.0006 <sup>f</sup>	E	0.00027 <sup>g</sup>	C	0.00005 <sup>h</sup>	E
Fines Crushing (SCC 3-05-020-05)	0.0195 <sup>f</sup>	E	0.0075 <sup>f</sup>	E	ND	
Fines Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-05)	0.0015 <sup>f</sup>	E	0.0006 <sup>f</sup>	E	0.000035 <sup>h</sup>	E
Screening (SCC 3-05-020-02, 03)	0.0125 <sup>f</sup>	E	0.0043 <sup>f</sup>	C	ND	
Screening (controlled) (SCC 3-05-020-02, 03)	0.0011 <sup>f</sup>	E	0.00037 <sup>g</sup>	C	0.000025 <sup>h</sup>	E
Fines Screening (SCC 3-05-020-21)	0.15 <sup>f</sup>	E	0.036 <sup>f</sup>	E	ND	
Fines Screening (controlled) (SCC 3-05-020-21)	0.0018 <sup>f</sup>	E	0.0011 <sup>f</sup>	E	ND	
Conveyor Transfer Point (SCC 3-05-020-06)	0.0015 <sup>f</sup>	E	0.00055 <sup>h</sup>	D	ND	
Conveyor Transfer Point (controlled) (SCC 3-05-020-06)	0.00007 <sup>f</sup>	E	2.3 x 10 <sup>-5i</sup>	D	6.5 x 10 <sup>-6h</sup>	E
Wet Drilling - Unfragmented Stone (SCC 3-05-020-10)	ND		4.0 x 10 <sup>-5i</sup>	E	ND	
Truck Unloading - Fragmented Stone (SCC 3-05-020-31)	ND		8.0 x 10 <sup>-6h</sup>	E	ND	
Truck Loading - Conveyor, crushed stone (SCC 3-05-020-32)	ND		5.0 x 10 <sup>-5h</sup>	E	ND	

Per l'operazione di vagliatura si è preso in riferimento un fattore di emissione pari a 0,00037 kg/Mg di particolato prodotto (SCC 3-05-020-02-03).

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. 13.2.4, tramite le seguenti formule:

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

Classe delle particelle:

k = dimensione delle particella (adimensionale):

U = velocità media del vento:

M = contenuto di umidità del materiale:

E = Fattore di emissione:

Stoccaggio massimo di materiale:

E = Fattore di emissione (g/sec):

E = Fattore di emissione (g/h):

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:

Operazione di sbancamento durante la coltivazione

<b>EPA 11.19.11</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>sbancamento</b>	
<b>SCC 3-05-027-60</b>	
$E_{kgPM10}$	0,00039 kg/Mg di materiale caricato
$E_{kgPM10}$	0,23 kg/d

E	7,98975E-09 g/sec
	7,98975E-06 mg/sec

Operazione di sbancamento durante la realizzazione dell'area di essiccazione

<b>EPA 11.19.11</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>sbancamento</b>	
<b>SCC 3-05-027-60</b>	
$E_{kgPM10}$	0,00039 kg/Mg di materiale caricato
$E_{kgPM10}$	0,10 kg/d

E	3,61111E-09 g/sec
	3,61111E-06 mg/sec

Operazione di caricamento durante la realizzazione dell'area di essiccazione

<b>EPA 13.2.3</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>caricamento</b>	
<b>SCC 3-05-010-37</b>	
$E_{kgPM10}$	0,00075 kg/Mg di materiale caricato
$E_{kgPM10}$	0,44 kg/d

E	1,53649E-08 g/sec
	1,53649E-05 mg/sec

Operazione di caricamento durante la realizzazione dell'area di essiccazione

<b>EPA 13.2.3</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>caricamento</b>	
<b>SCC 3-05-010-37</b>	
E <sub>kgPM10</sub>	0,00075 kg/Mg di materiale caricato
E <sub>kgPM10</sub>	0,20 kg/d

E	6,94444E-09 g/sec
	6,94444E-06 mg/sec

Operazione di scaricamento durante la coltivazione

<b>EPA 13.2.3</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>scaricamento</b>	
<b>SCC 3-05-010-37</b>	
E <sub>kgPM10</sub>	0,000008 kg/Mg di materiale caricato
E <sub>kgPM10</sub>	0,005 kg/d

E	1,63892E-10 g/sec
	1,63892E-07 mg/sec

Operazione di scaricamento durante la realizzazione dell'area di essiccazione

<b>EPA 13.2.3</b>	
Fattore di emissione per PM10 per l'attività di <b>scaricamento</b>	
<b>SCC 3-05-010-37</b>	
E <sub>kgPM10</sub>	0,000008 kg/Mg di materiale caricato
E <sub>kgPM10</sub>	0,002 kg/d

E	7,40741E-11 g/sec
	7,40741E-08 mg/sec

### Primo cumulo di materiale estratto

#### EPA Capitolo 13.2.4

Particolato generato dai cumuli di materiale stoccato

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

Classe delle particelle: < 10 mm  
k = dimensione delle particella (adimensione) 0,35  
U = velocità media del vento (m/sec) 3  
M = contenuto di umidità del materiale (%) 4,8  
E = Fattore di emissione (kg/ton) 0,0002460  
Stoccaggio massimo di materiale (ton/g) 8 000,00  
E = Fattore di emissione (g/sec) 0,022781204

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*

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

### Secondo cumulo di materiale estratto

#### EPA Capitolo 13.2.4

Particolato generato dai cumuli di materiale stoccato

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

Classe delle particelle: < 10 mm  
k = dimensione delle particella (adimensione) 0,35  
U = velocità media del vento (m/sec) 3  
M = contenuto di umidità del materiale (%) 4,8  
E = Fattore di emissione (kg/ton) 0,0002460  
Stoccaggio massimo di materiale (ton/g) 1000  
E = Fattore di emissione (g/sec) 0,002847651

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*

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

## Cumulo di materiale essiccato

### EPA Capitolo 13.2.4

Particolato generato dai cumuli di materiale stoccato

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

Classe delle particelle:	< 10 mm
k = dimensione delle particella (adimensione)	0,35
U = velocità media del vento (m/sec)	3
M = contenuto di umidità del materiale (%)	4,8
E = Fattore di emissione (kg/ton)	0,0002460
Stoccaggio massimo di materiale (ton/g)	9000
E = Fattore di emissione (g/sec)	0,025628855

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*

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

### EPA Capitolo 13.2.2

Particolato generato dal transito dei mezzi di trasporto su piste non pavimentate (Strade industriali)

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

Classe delle particelle:	PM 10
k = costante adimensionale	1,5
s = contenuto in silt della superficie stradale (%)	10
W = peso medio dei veicoli (ton)	65
a = coefficiente adimensionale	0,9
b = coefficiente adimensionale	0,45
E = Fattore di emissione (lb/Veic*Miglia*h)	5,080829
Fattore di conversione lb/Veic*Miglia*h - g/Veic*km	281,9
N° veicoli/h (andate e ritorni) =	1,33
Lunghezza percorso veicoli (m) =	332
Ore di lavoro (h) =	8
N° giorni di pioggia =	69
E = Fattore di emissione (g/sec)	0,02196
E <sub>corr</sub> = Fattore di emissione corretto	0,017808

$$E_{\text{cor}} = E [(365 - P)/365] \quad (2)$$

E<sub>cor</sub> = annual size-specific emission factor extrapolated for natural mitigation, lb/VMT

E = emission factor from Equation 1a or 1b

Table 13.2.2-2. CONSTANTS FOR EQUATIONS 1a AND 1b

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

\*Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)  
 \*\* - = not used in the emission factor equation

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS\*

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
Stone quarrying and processing	Material storage area	1	1	-	7.1
	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
Taconite mining and processing	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
Construction sites	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

\*References 1,5-15.

Table 13.2.2-3. RANGE OF SOURCE CONDITIONS USED IN DEVELOPING EQUATION 1a AND 1b

Emission Factor	Surface Silt Content, %	Mean Vehicle Weight		Mean Vehicle Speed		Mean No. of Wheels	Surface Moisture Content, %
		Mg	ton	km/hr	mph		
Industrial Roads (Equation 1a)	1.8-25.2	1.8-260	2-290	8-69	5-43	4-17*	0.03-13
Public Roads (Equation 1b)	1.8-35	1.4-2.7	1.5-3	16-88	10-55	4-4.8	0.03-13

\* See discussion in text.

## PISTE STERRATE - Fronte Scavo - Impianto

## EPA Capitolo 13.2.2

Particolato generato dal transito dei mezzi di trasporto su piste non pavimentate  
(Strade industriali)

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

Classe delle particelle:	PM 10
k = costante adimensionale	1,5
s = contenuto in silt della superficie stradale (%)	10
W = peso medio dei veicoli (ton)	65
a = coefficiente adimensionale	0,9
b = coefficiente adimensionale	0,45
E = Fattore di emissione (lb/Veic*Miglia*h)	5,080829
Fattore di conversione lb/Veic*Miglia*h - g/Veic*km	281,9
N° veicoli/h (andate e ritorni) =	1,33
Lunghezza percorso veicoli (m) =	420
Ore di lavoro (h) =	8
N° giorni di pioggia =	69
E = Fattore di emissione (g/sec)	0,02778
E <sub>corr</sub> = Fattore di emissione corretto	0,022529

$$E_{ext} = E [(365 - P)/365] \quad (2)$$

E<sub>ext</sub> = annual size-specific emission factor extrapolated for natural mitigation, lb/VMT

E = emission factor from Equation 1a or 1b

P = number of days in a year with at least 0.254 mm (0.01 in) of precipitation (see

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS\*

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
Stone quarrying and processing	Material storage area	1	1	-	7.1
	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

\*References 1,5-15.

Table 13.2.2-2. CONSTANTS FOR EQUATIONS 1a AND 1b

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

\* Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)

"-" = not used in the emission factor equation

Table 13.2.2-3. RANGE OF SOURCE CONDITIONS USED IN DEVELOPING EQUATION 1a AND 1b

Emission Factor	Surface Silt Content, %	Mean Vehicle Weight		Mean Vehicle Speed		Mean No. of Wheels	Surface Moisture Content, %
		Mg	ton	km/hr	mph		
Industrial Roads (Equation 1a)	1.8-25.2	1.8-260	2-290	8-69	5-43	4-17*	0.03-13
Public Roads (Equation 1b)	1.8-35	1.4-2.7	1.5-3	16-88	10-55	4-4.8	0.03-13

\* See discussion in text.

## PISTE STERRATE - Fronte Aia Essiccazione



## EPA Capitolo 13.2.2

Particolato generato dal transito dei mezzi di trasporto su piste non pavimentate  
(Strade industriali)

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

Classe delle particelle: PM 10  
k = costante adimensionale 1,5  
s = contenuto in silt della superficie stradale (%) 10  
W = peso medio dei veicoli (ton) 65  
a = coefficiente adimensionale 0,9  
b = coefficiente adimensionale 0,45  
E = Fattore di emissione (lb/Veic\*Miglia\*h) 5,080829  
Fattore di conversione lb/Veic\*Miglia\*h - g/Veic\*km 281,9  
N° veicoli/h (andate e ritorni) = 1,33  
Lunghezza percorso veicoli (m) = 560  
Ore di lavoro (h) = 8  
N° giorni di pioggia = 69  
E = Fattore di emissione (g/sec) 0,03704  
E<sub>corr</sub> = Fattore di emissione corretto 0,030038

$$E_{ext} = E [(365 - P)/365] \quad (2)$$

E<sub>ext</sub> = annual size-specific emission factor extrapolated for natural mitigation, lb/VMT

E = emission factor from Equation 1a or 1b

P = number of days in a year with at least 0.254 mm (0.01 in) of precipitation (see

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS<sup>a</sup>

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
Stone quarrying and processing	Material storage area	1	1	-	7.1
	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

<sup>a</sup>References 1,5-15.

Table 13.2.2-2. CONSTANTS FOR EQUATIONS 1a AND 1b

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

\* Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)

"-" = not used in the emission factor equation

Table 13.2.2-3. RANGE OF SOURCE CONDITIONS USED IN DEVELOPING EQUATION 1a AND 1b

Emission Factor	Surface Silt Content, %	Mean Vehicle Weight		Mean Vehicle Speed		Mean No. of Wheels	Surface Moisture Content, %
		Mg	ton	km/hr	mph		
Industrial Roads (Equation 1a)	1.8-25.2	1.8-260	2-290	8-69	5-43	4-17*	0.03-13
Public Roads (Equation 1b)	1.8-35	1.4-2.7	1.5-3	16-88	10-55	4-4.8	0.03-13

\* See discussion in text.

## PISTE STERRATE - Impianto - Aia Essiccazione



## EPA Capitolo 13.2.2

Particolato generato dal transito dei mezzi di trasporto su piste non pavimentate  
(Strade industriali)

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

Classe delle particelle:	PM 10
k = costante adimensionale	1,5
s = contenuto in silt della superficie stradale (%)	10
W = peso medio dei veicoli (ton)	65
a = coefficiente adimensionale	0,9
b = coefficiente adimensionale	0,45
E = Fattore di emissione (lb/Veic*Miglia*h)	5,080829
Fattore di conversione lb/Veic*Miglia*h - g/Veic*km	281,9
N° veicoli/h (andate e ritorni) =	2,6
Lunghezza percorso veicoli (m) =	524
Ore di lavoro (h) =	8
N° giorni di pioggia =	69
E = Fattore di emissione (g/sec)	0,067755
E <sub>corr</sub> = Fattore di emissione corretto	0,054947

$$E_{ext} = E [(365 - P)/365] \quad (2)$$

E<sub>ext</sub> = annual size-specific emission factor extrapolated for natural mitigation, lb/VMT

E = emission factor from Equation 1a or 1b

P = number of days in a year with at least 0.254 mm (0.01 in) of precipitation (see

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS\*

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
Stone quarrying and processing	Material storage area	1	1	-	7.1
	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

\*References 1,5-15.

Table 13.2.2-2. CONSTANTS FOR EQUATIONS 1a AND 1b

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

\*Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)  
“-” = not used in the emission factor equation

Table 13.2.2-3. RANGE OF SOURCE CONDITIONS USED IN DEVELOPING EQUATION 1a AND 1b

Emission Factor	Surface Silt Content, %	Mean Vehicle Weight		Mean Vehicle Speed		Mean No. of Wheels	Surface Moisture Content, %
		Mg	ton	km/hr	mph		
Industrial Roads (Equation 1a)	1.8-25.2	1.8-260	2-290	8-69	5-43	4-17*	0.03-13
Public Roads (Equation 1b)	1.8-35	1.4-2.7	1.5-3	16-88	10-55	4-4.8	0.03-13

\* See discussion in text.

## PISTE STERRATE - Impianto - Aia Essiccazione

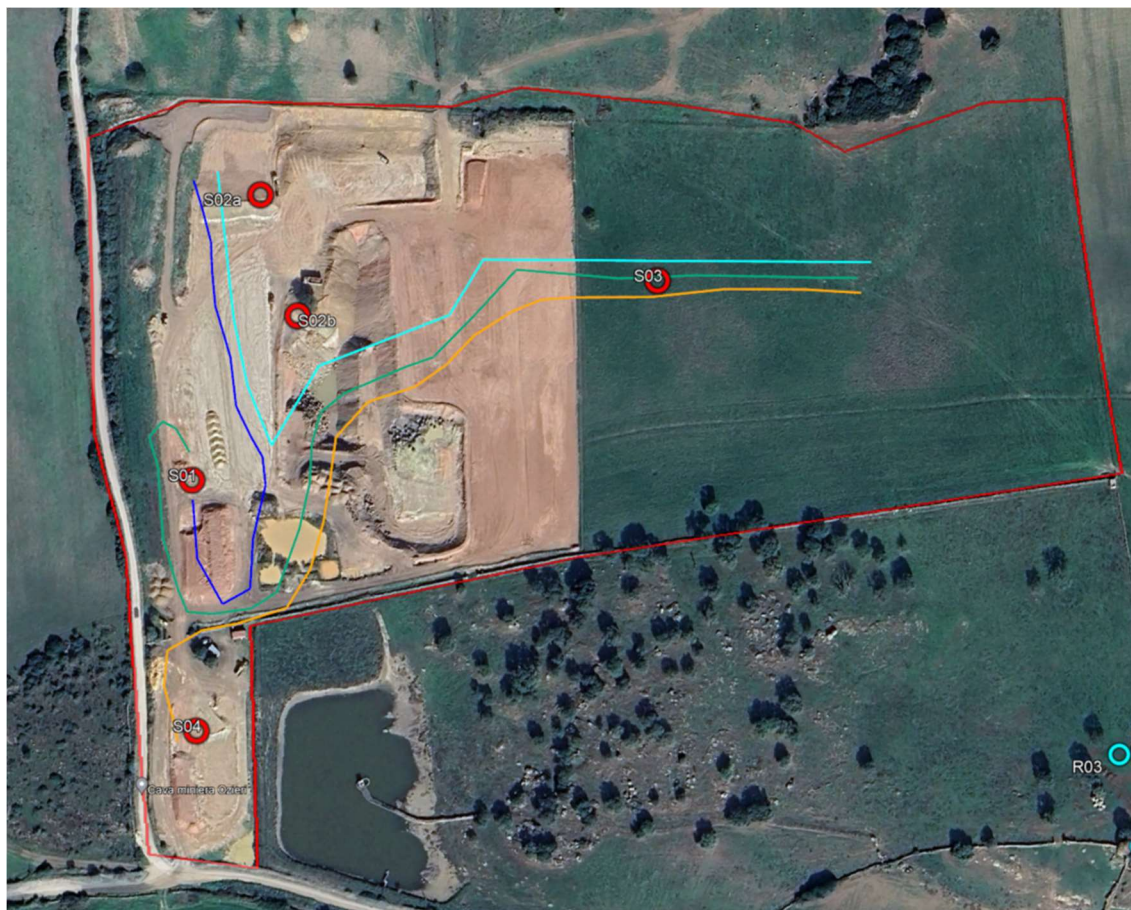
Attività	Definizione	Riferimento Codice di Calcolo	Fattore di Emissione [mg/sec]	Fattore di Emissione [mg/h]	Fattore di Emissione [Kg/h]	Fattore di Emissione [µg/sec]
Scavo di sbancamento	Sand Handling, Transfer, and Storage	SCC 3-05-027-60	1,16009E-05	0,041763114	4,1763E-08	0,01
Caricamento camion	Truck Loading: Overburden	AP - 42 13.3.3 SCC 3-05-010-37	2,23094E-05	0,08031368	8,0314E-08	0,02
Transito di mezzi su strade non asfaltate	Unpaved roads	AP-42 13.2.2	427,947699	1540611,716	1,54061172	427947,70
Scarico Camion	Truck Unloading	SCC 3-05-020-31	2,37966E-07	0,000856679	8,5668E-10	0,00
Formazione di Cumuli	Aggregate Handling and Storage Piles"	AP-42 13.2.4	51,25770972	184527,755	0,18452776	51257,71
TOTALE			479,2054429	1725139,594	1,72513959	479205,44

## 8.3 DOMINIO DI CALCOLO

È stata considerata un'area di ampiezza pari a circa 2,7 x 2,7 km (64 km<sup>2</sup>) avente posizione baricentrica nelle sorgenti emmissive 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 cartesiano (X,Y) (X positivo = Est; Y positivo = Nord) espresse in metri, all'interno del quale vengono definite le posizione 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.

Sono state considerate le seguenti sorgenti:



Sigla	Descrizione	Simbolo	Coordinate
S01	Impianto di primo trattamento bentonite	●	40°39'17.02"N 8°52'6.21"E
S02a	Fronte di coltivazione (escavatore)	●	40°39'21.03"N 8°52'7.66"E
S02b	Fronte di coltivazione (escavatore)	●	40°39'19.33"N 8°52'8.29"E
S03	Scarico materiale su area essiccazione e stesa (trattore)	●	40°39'19.74"N 8°52'15.05"E
S04	Carico verso terzi (pala)	●	40°39'13.45"N 8°52'6.23"E
P01	Percorso fronte di coltivazione – area di essiccazione	—	-
P02	Percorso fronte di coltivazione – impianto di primo trattamento	—	-
P03	Pista impianto di primo trattamento – area di essiccazione	—	-



P04	Percorso area di essiccazione – stoccaggio finale		-
-----	--	---	---

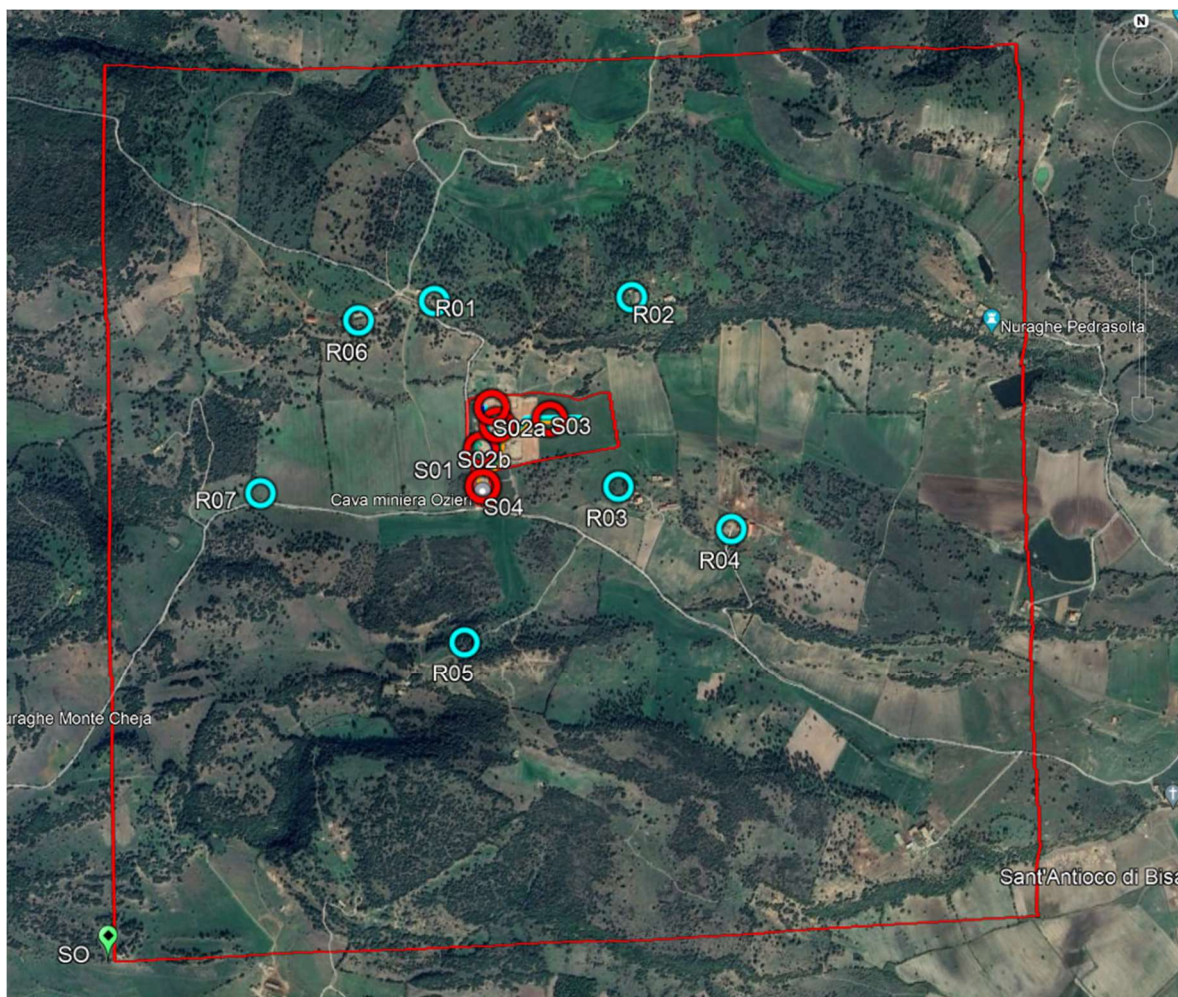


Figura 10 – Sovrapposizione del dominio su foto satellitare in rilievo

#### 8.4 RECETTORI PRINCIPALI

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

RECETTORE	DISTANZA dalla SORGENTE (baricentrica)	COORDINATE
R01	505 metri	40°39'31.20"N 8°52'0.52"E
R02	523 metri	40°39'30.99"N 8°52'25.46"E
R03	381 metri	40°39'12.99"N 8°52'23.41"E
R04	713 metri	40°39'8.56"N 8°52'37.64"E
R05	607 metri	40°38'58.43"N 8°52'3.26"E
R06	521 metri	40°39'29.55"N 8°51'50.87"E
R07	729 metri	40°39'13.46"N 8°51'37.84"E

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

## 8.5 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)

## 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.

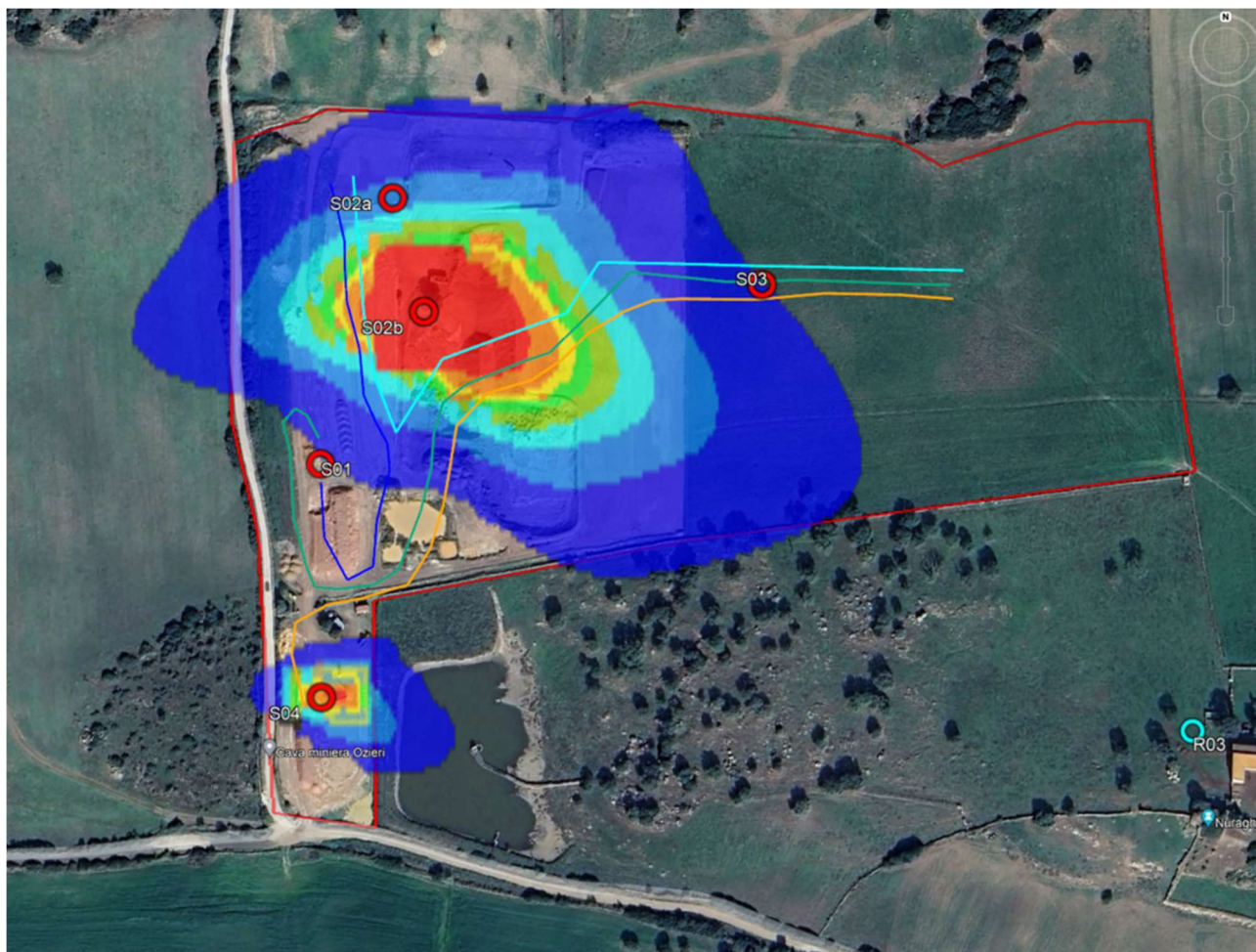
In particolare è stato calcolato quanto segue:

- 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 [ $\mu g/m^3$ ].



**CONTAMINANTE: polveri (PM10)**

Scenario 1

valore medio di concentrazione di PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Valori in: $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
<span style="color: red;">■</span>	$\geq 5,00\text{E}+001$
<span style="color: orange;">■</span>	$\geq 4,50\text{E}+001$
<span style="color: orange;">■</span>	$\geq 4,00\text{E}+001$
<span style="color: orange;">■</span>	$\geq 3,50\text{E}+001$
<span style="color: yellow;">■</span>	$\geq 3,00\text{E}+001$
<span style="color: green;">■</span>	$\geq 2,50\text{E}+001$
<span style="color: green;">■</span>	$\geq 2,00\text{E}+001$
<span style="color: cyan;">■</span>	$\geq 1,50\text{E}+001$
<span style="color: blue;">■</span>	$\geq 1,00\text{E}+001$
<span style="color: blue;">■</span>	$\geq 5,00\text{E}+000$
<span style="color: white;">■</span>	$\geq 0,00\text{E}+000$

### Rapporto verifica dei limiti di legge

Un anno soglia ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica:  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Periodo temporale: 01/01/2024 00:00:00 <-> 31/12/2024 23:00:00

lista dei recettori con un numero di superamenti superiore al limite

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R05	488804	4499865	0
R01	488741	4500875	0
R02	489327	4500868	0
R03	489278	4500313	0
R04	489612	4500176	0
R06	488514	4500825	0
R07	488208	4500329	0

Un giorno soglia ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  max. 35 superamenti); numero di superamenti.

Dati calcolati. Specie chimica:  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Periodo temporale: 01/01/2024 00:00:00 <-> 31/12/2024 23:00:00

lista dei recettori con un numero di superamenti superiore al limite

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valore
R05	488804	4499865	0
R01	488741	4500875	0
R02	489327	4500868	0
R03	489278	4500313	0
R04	489612	4500176	0
R06	488514	4500825	0
R07	488208	4500329	0



## 10 CONSIDERAZIONI FINALI

Dall'analisi delle isolinee di concentrazione media elaborate ai paragrafi precedenti per lo scenario di coltivazione più gravoso, e dalle tabelle dei report dei dati del post processamento dei dati, appare evidente che i valori, ai recettori considerati, risultano ben 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 [µg/m<sup>3</sup>] (massimo 35 superamenti), sia per il numero di eventuali superamenti del valore annuale soglia di PM10 pari 40 [µg/m<sup>3</sup>]. I risultati positivi delle simulazioni sono da imputare alle seguenti misure di mitigazione, che verranno poste in essere al fine di evitare o minimizzare l'emissione di polveri:

- utilizzo macchine/apparecchi con motori diesel dotati di filtro anti particolato e ottimizzazione dei trasporti;
- ubicazione degli impianti di trattamento all'interno di un capannone aventi pareti e copertura;
- limitazione della velocità lungo le piste utilizzate nel cantiere (< 20 km/h);
- copertura dei cassoni con teli che riducano la dispersione aerea delle polveri;
- 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.