Regione LIGURIA	Provincia di GENOVA	Comune di NE

VARIANTE AL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE PER AMPLIAMENTO E SISTEMAZIONE FINALE DELLA CAVA DI CALCARE "COSTA DEI SERGI" E CONTESTUALE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

REGIONE LIGURIA	PROVINCIA DI GENOVA	COMUNE DI NE	LOC: COSTA DEI SERGI

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IMPATTO POLVERI

ALLEGATO 10

versione	data	Oggetto
0	31/01//2012	1^ emissione
1		
2		

COORDINATORE V.I.A.
Dott. Geol. Giacomo CANEPA

RILIEVI TOPOGRAFICI E RESTITUZIONE GRAFICA
Geom. Ugo MUSANTE

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE
Dott. Ing. Riccardo GIAMMARINI

TIMBRO - FIRMA

COLLABORAZIONI:

ASPETTI AGRONOMICI E PAESAGGISTICI
Dott. Agr. **LAURA RAGOZZA**

ACUSTICA E POLVERI
Dott. **ALBERTO LENZI**

TIMBRO - FIRMA

Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Dott. Alberto Lenzi
D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1998

GEOLOGIA:
Dott. Geol. **ANDREA ROBBIANO**

ASPETTI NATURALISTICI:
Dott.ssa **CLAUDIA VACCAREZZA**

TIMBRO - FIRMA

DITTA COMMITTENTE : CAVE DI FRISOLINO S.R.L. VIA FRISOLINO 130 NE
LEGALE RAPPRESENTANTE: ALLORO GIULIO

TIMBRO – FIRMA

Dott. Lenzi Alberto

Studi Fisica Ambientale

Corso Colombo 93, 16043 Chiavari (Ge)
tel. e fax: 0185 – 309129
e-mail: alenzi@libero.it

C.F. LNZLRT 60C29C621K
P. IVA 01048610990

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE – COMPARTO QUALITÀ DELL'ARIA

SECONDO IL D.P.C.M. 10/8/88 n° 377,
IL D.P.C.M. 27/12/88,
IL D. LGS. 4/8/99 n° 351,
E L. R. LIGURIA 30/12/98 n° 38.

Oggetto: attività estrattiva da cava di calcare – ampliamento e sistemazione finale, località Costa dei Sergi - Comune di Ne (Ge)

RILASCIATA A :

ditta CAVE DI FRISOLINO Srl
Via Frisolino 130
16040 Ne (GE)

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITA' 4

3. RIFERIMENTI NORMATIVI 9

4 STIMA DELLE EMISSIONI IN ARIA 10

4.1 MACCHINE OPERATRICI E MEZZI DI TRASPORTO 11

4.2 POLVERI 14

5 ANALISI DELL'IMPATTO ATMOSFERICO 17

5.1 IL MODELLO A BOX 17

5.2 RISULTATI 21

6 CONCLUSIONI 23

ALLEGATI

1. PREMESSA

Il sottoscritto

- Dott. Alberto Lenzi (C.F.: LNZLRT60C29C621K), fisico, con Studio Professionale in Chiavari Corso Colombo 93, tel. 0185/309129, in qualità di tecnico esperto in studi di impatto ambientale (comparto rumore, emissioni in atmosfera) ed applicazioni modellistiche,

compila la seguente relazione.

Su incarico della ditta **CAVE DI FRISOLINO Srl, Via Frisolino 130 - 16040 Ne,** si effettua la Valutazione di Impatto Ambientale – comparto qualità dell'aria, relativa al progetto di variante al programma di coltivazione per ampliamento e sistemazione finale della cava di calcare "Costa dei Sergi" in Comune di Ne – località Costa dei Sergi.

Tale studio costituisce la documentazione richiesta dal D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 (Valutazione di Impatto Ambientale) e dalla Legge Regionale n° 38 del 30/12/98 (Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale) e relative norme tecniche attuative riguardo alla problematica qualità dell'aria.

Scopo dello studio, relativamente al comparto qualità dell'aria, è di quantificare preliminarmente le emissioni di origine diffusa di inquinanti significativi in relazione alle tipiche attività lavorative di estrazione, movimentazione e trasporto di materiale litico, in base a stime cautelative provenienti da inventari a carattere nazionale o regionale/provinciale tramite "fattori di emissione" associati alle quantità di materiale estratto e di energia impiegata dai mezzi d'opera su base giornaliera.
Verranno quindi valutate le concentrazioni attese presso i ricettori potenzialmente impattati, schematizzando i processi di diffusione e trasporto atmosferico mediante modelli concettuali di tipo analitico.
Infine sarà eseguito il confronto con i vigenti valori limite di qualità dell'aria e saranno indicati accorgimenti ed eventuali prescrizioni per opere di mitigazione da porre al fine di contenere e minimizzare le emissioni di inquinanti.

2. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITA'

L'area dove è localizzato il polo estrattivo attualmente in attività è ubicata nell'ambito della alta Val Graveglia, in sponda sinistra del T. Reppia, in una porzione di versante sovrastante la Strada Provinciale Carasco – Reppia.

Il complesso estrattivo è indirizzato alla coltivazione di lapidei (calcari), secondo una tecnica tipologicamente definita "a cielo aperto".

Gli interventi necessari all'impostazione della viabilità di accesso alla cava ed alla successiva coltivazione sono stati realizzati avendo come costante riferimento le previsioni del P.T.R.A.C.

Il giacimento di calcari, debolmente silicei, noti in letteratura geologica come Calcari a Calpionelle, si estende lungo un versante acclive denominato "Costa dei Sergi", da quota 475 m fino alla sommità posta a quota 675 m s.l.m.

La precedente autorizzazione regionale all'attività estrattiva (D.G.R. n. 31 del 23/01/2004). è riferita ad un fronte di scavo che si sviluppa fra quota 675 m s.l.m. e quota 550 m s.l.m.. La porzione residua del complesso estrattivo fra quota 550 m s.l.m. e la strada provinciale a quota 385 m s.l.m. è attualmente destinata alla sola viabilità interna di accesso alla zona di coltivazione del giacimento.

Attraverso il progetto di variante la ditta esercente intende ampliare la zona estrattiva verso valle, in direzione W, fino alla quota 475 m s.l.m. e, in ragione dell'acquisizione di nuovi mappali in proprietà, anche in direzione N, rimanendo all'interno della zona di coltivazione "Ca" prevista nel P.T.R.A.C..

La richiesta di variante è motivata dal fatto che una parte consistente dell'attività di coltivazione del giacimento è stata completata e l'attuale sviluppo del fronte di cava definisce una superficie estrattiva inferiore a quella potenzialmente ammissibile (Zona 2 – Ca): pertanto nella variante sono previste opere di ampliamento del fronte fino al limite inferiore della Zona 2 e interventi di sistemazione finale ad attività completata.

La morfologia del versante si può sostanzialmente identificare in un fronte abbastanza uniforme, con acclività crescente all'aumentare della quota, tra il T. Reppia e la sommità del versante.

Il profilo del pendio e le variazioni di acclività permettono in prima analisi di identificare due sub-unità morfologiche: parte inferiore e superiore del versante.

La zona posta al di sotto di quota 475 m s.l.m. è delimitata verso valle dalla strada provinciale, presenta una minore acclività ed è caratterizzata dalla presenza di una coltre di materiali sciolti di consistente potenza, superficialmente ricchi di contenuto organico, che favoriscono lo sviluppo della vegetazione di alto fusto, conferendo all'area una destinazione boschiva nettamente prevalente. Nel settore più basale del versante, ed in particolare nella porzione settentrionale, sono presenti alcuni terrazzamenti di natura antropica, un tempo destinati all'uso agricolo e colonizzati poi spontaneamente da essenze forestali che ne hanno determinato la trasformazione a bosco.

La zona estrattiva posta a quota superiore a 475 m s.l.m. è caratterizzata dalla presenza di potenti bancate di calcari debolmente silicei, che, a seguito della attività in corso, sono convertiti in materiale di interesse merceologico, principalmente massi e subordinatamente tout-venant: quest'ultimo è trasportato al vicino frantoio presso la cava dismessa "Ex Fornace" il cui piazzale è destinato a servizio della cava di "Costa dei Sergi" per quanto riguarda le attività legate alla produzione di pietrisco.
Dal punto di vista geologico e geomorfologico il pendio oggetto di coltivazione è situato nell'alta Val Graveglia, in orografica sinistra del T.Reppia, sul fronte opposto al complesso minerario di Gambatesa.
La porzione superiore del versante, attualmente interessata dall'attività estrattiva, e profondamente modificata dai lavori di coltivazione del giacimento, è composta da un piazzale principale posto a quota 545 m s.l.m. e da fronti lapidei gradonati che si raccordano con la fascia assiale della Costa dei Sergi e con la culminazione della Crocetta di Arzeno.
Nelle porzioni non interessate direttamente dall'attività di cava si osservano estesi affioramenti di calcare, mentre in direzione del T. Ricasola si rileva una copertura di natura eluvio-colluviale, talora rimaneggiata a fasce.
Procedendo al di sotto del limite altimetrico della zona estrattiva il versante assume una lieve conformazione ad impluvio fino a 410 m mentre procedendo ulteriormente verso il T. Reppia il pendio assume una morfologia convessa: l'assetto morfologico complessivo di questo settore è da porre in relazione con una copertura di potenza superiore a 5.0 m.
Il materiale lapideo oggetto di coltivazione è rappresentato dalla Formazione dei Calcari a Calpionelle che occupa quasi interamente l'area rilevata. Tale Formazione è costituita da strati di calcare con subordinate intercalazioni di argilliti.
Nel settore nord dell'area estrattiva si sviluppa il contatto con la formazione dei Diaspri per cui il previsto ampliamento del fronte di cava in questa direzione è stato limitato alla quota di circa 610 m s.l.m. per non interferire con litologie di scarso interesse estrattivo.

Il programma di coltivazione previsto per la nuova cava di calcare a cielo aperto si può riassumere nelle seguenti fasi lavorative:

- 1° fase: riprofilatura dello stato attuale del fronte di cava fino al piano del piazzale principale quota 546 m s.l.m. con previsione di 5 gradoni di lavoro;
- 2° fase: inizio dello sfruttamento della zona basale verso W e della zona laterale verso N da quota 546 m s.l.m. a quota 518 m s.l.m. ove è prevista la realizzazione di un piazzale provvisorio, con previsione di 2 gradoni e inizio di approfondimento in trincea;
- 2° fase bis: inerbimento dei gradoni realizzati nella parte superiore mediante utilizzo di adeguate tecniche forestali fino a quota 574 m s.l.m. la sistemazione a verde sarà eseguita al termine di ogni singola gradonatura, procedendo contestualmente all'escavazione del fronte inferiore;

- 3° fase: raggiungimento dei profili finali di scavo da quota 518 m s.l.m al livello del piazzale definitivo a quota 475 m s.l.m. con previsione di 3 gradoni;
- 3° fase bis: completamento delle opere di inerbimento dei gradoni realizzati nella parte mediana del fronte mediante utilizzo di adeguate tecniche forestali da quota 560 m s.l.m. a quota 546 m s.l.m.;
- 4° fase: abbancamento progressivo di terre e rocce da scavo e contestuale riprofilatura complessiva del versante da quota 475 m s.l.m a quota 537 m s.l.m. sul fronte principale mediante realizzazione di 12 gradoni in terre e da quota 537 m s.l.m a quota 579 m s.l.m. per riempimento della zona in trincea mediante 6 gradoni. I piani di abbancamento saranno allineati quanto più possibile con le curva di livello originarie.

VALUTAZIONI RELATIVE ALLE VOLUMETRIE DI PROGETTO

Facendo riferimento alla cartografia di progetto sono state calcolate le superfici interessate dai lavori di coltivazione del giacimento calcareo:

- la zona totale da destinare alle attività estrattive prevista nella zona Ca del P.T.R.A.C. presenta una superficie di circa 112.000 m2;
- le aree in disponibilità alla ditta esercente all'interno della zona Ca ammontano a 92.800 m2;
- la aree attualmente interessate dalle operazioni di scavo a seguito del piano di coltivazione approvato presentano una estensione di 30.000 m2;
- con il nuovo programma di coltivazione oggetto della presente variante è impegnata una superficie complessiva pari a circa 75.000 m2 compresa la porzione già destinata ad attività estrattive computata al punto precedente.

Nell'area destinata alla coltivazione del giacimento è stata autorizzata con la D.G.R. n. 31 del 23/01/2004.l'estrazione di materiale calcareo per un volume complessivo di circa 500.000 m3.
Con la presente variante per l'ampliamento della zona estrattiva sarà impegnata una ulteriore superficie di circa 45.000 m2 con produzione di circa 1.800.000 m3 di materiale inerte.

Il calcolo delle volumetrie che si prevede di estrarre è stato fondato sul metodo delle sezioni medie estrapolate da gruppi di due sezioni successive.
Con la stessa metodologia sono stati effettuati i calcoli relativi alle volumetrie previste nelle tre fasi intermedie che portano ai seguenti risultati:

1° fase estrattiva: 500.000 mc
2° fase estrattiva: 1000.000 mc.
3° fase estrattiva: 300.000 mc.

Al lordo del materiale di scarto previsto oscillante attorno al 5-8% i dati statistici relativi all'attività in corso permettono di valutare che la volumetria giornaliera estratta sia in media pari a 300 mc/g.
Tenendo conto che la media dei giorni lavorativi, al netto delle festività e dei giorni di sospensione per motivi meteorologici, è pari a 200 gg/anno si ottiene una quantità di materiale estratto pari a 60.000 mc/ anno che comporta l'esaurimento del giacimento e delle attività estrattive in un ciclo di 30 anni.
Considerando una media di 10 mc a camion per il trasporto del materiale al di fuori del complesso estrattivo si può valutare una media di 30 viaggi al giorno in andata e ritorno.
Per quanto riguarda la fase di abbancamento relativa alle opere di sistemazione finale e recupero ambientale i calcoli eseguiti con analoga metodologia sulle sezioni di progetto portano a valutare la volumetria di materiale inerte necessario al completamento delle opere di sistemazione pari a 800.000 m.c.: di questi 120.000 derivano dallo scarto dei processi di lavorazione del pietrisco e la restante quota da terre e rocce da scavo provenienti da cantieri edilizi o dalla movimentazione dei materiali sciolti di copertura della roccia in sito.
Considerando che il trasporto può essere effettuato mediamente da 20 mezzi al giorno con una portata media di 10 mc e valutando che il numero dei giorni lavorativi al netto delle festività e dei giorni di sospensione è pari anche in questo caso a 200 gg/anno si prevede una quantità di inerti da abbancare pari a 40.000 mc/anno, che comporta una durata delle opere di sistemazione di circa 20 anni a partire dall'inizio della seconda fase estrattiva.
La quantità dei mezzi in transito potrebbe essere lievemente inferiore valutando che una parte del materiale da utilizzare per le opere di sistemazione proviene direttamente dallo scotico delle coltri superficiali presenti nel settore N del complesso estrattivo.
Tale volumetria valutabile attorno a 60.000 mc sarà movimentata direttamente in cava, stoccata temporaneamente sui piazzali di servizio e utilizzata, a partire dalla prima fase estrattiva per la sistemazione progressiva dei gradoni ultimati.
I fanghi derivati dal ciclo produttivo legato alle attività estrattive in corso nel polo di calcare di Costa dei Sergi costituiscono un materiale di rifiuto la cui produzione totale prevista a fine ciclo estrattivo è stimata in 120.000 mc pari a circa il 6.5% della volumetria totale di materiale estratto, con produzione annua stimata in 4000 mc/anno.
Il materiale prodotto nel ciclo di frantumazione e depurazione del tout-venant nell'impianto “ex Fornace” sarà interamente abbancato nell'area di cava originaria previo accantonamento e stoccaggio nei piazzali di servizio temporanei e finali posti rispettivamente a quota 546 m, 518 m e 475 m s.l.m.
L'utilizzo in fase di abbancamento deve essere preceduto da operazioni di miscelazione con terre e rocce da scavo naturali, provenienti dallo stesso cantiere o da altri cantieri edilizi, in percentuale non superiore al 20 %.

TECNICA ESTRATTIVA

Le operazioni di sbancamento, dettagliatamente descritte nel programma di coltivazione, saranno attuate progressivamente, partendo dalle quote sommitali ed approfondendo il fronte secondo la tecnica delle trance orizzontali, in modo tale da mantenere il controllo delle superfici di sbancamento e della stabilità dei gradoni.

Il materiale estratto sarà selezionato in base alla granulometria e movimentato con mezzi meccanici fino alle piazzole intermedie, ove sarà accumulato temporaneamente in attesa del trasporto ai piazzali di manovra raggiungibili con gli automezzi pesanti attraverso la strada di cantiere esistente.

Il materiale estratto in forma di massi sarà successivamente destinato direttamente ai cantieri di opere civili ed idrauliche, mentre il tout-venant sarà trasportato al frantoio ubicato circa 2,5 km di distanza (Cava ex Fornace), dove, a seguito di selezione e depurazione, sarà utilizzato per la produzione di sabbie e pietrisco.

Relativamente alle tecniche di abbattimento dei fronti rocciosi sarà utilizzato quello più comune, mediante l'uso combinato di esplosivo e mezzi meccanici; questi ultimi saranno impiegati con l'ausilio di benna per il disgaggio e solo in rarissimi casi potrà essere fatto ricorso al martello demolitore

L'escavatore e la pala meccanica sono utilizzati in prevalenza per la movimentazione delle masse detritiche e per il carico del materiale sugli automezzi da trasporto.

Per procedere nella coltivazione del giacimento e demolire i fronti di roccia tenace è necessario il ricorso all'esplosivo.

La tecnica usata in precedenza è stata modificata e ad oggi si utilizza esplosivo con detonatori ad onda d'urto che consentono una sensibile diminuzione dell'impatto acustico.

Il caricamento dell'esplosivo prima della volata avviene in due fasi:

- nella prima fase si realizzano fori di lunghezza variabile, mediamente pari a 10 m cadauno, mediante l'uso di una macchina perforatrice a rotopercussione;
- nella seconda fase vengono caricati i fori. La prima cartuccia di esplosivo inserita nel foro viene collegata ad un detonatore ad onda d'urto tipo "Daveyquick" e calata a fondo foro. Vengono quindi aggiunte ad intervalli prestabiliti ulteriori cartucce fino al raggiungimento del numero ottimale per la volata. Le porzioni residue del foro vengono riempite di inerte specifico a granulometria sabbiosa per attutire il rumore e migliorare la produttività.

Con il ricorso alla tecnica descritta le onde acustiche vengono attutite in percentuale significativa all'interno dell'ammasso roccioso con sensibile diminuzione dell'impatto acustico.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per l'elaborazione del presente studio di impatto sulla qualità dell'aria sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

Leggi nazionali

- ✓ D.P.C.M. n° 377 del 10/8/1988 "Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale"
- ✓ D.P.C.M. 27/12/1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale"
- ✓ D. Lgs. n° 351 del 4/8/1999 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria"
- ✓ D. M. n° 60 del 2/4/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
- ✓ D. Lgs. n° 152 del 3/4/2006 "Norme in materia ambientale"

Leggi e disposizioni regionali

- ✓ L. R. Liguria n. 38 del 30/12/98 "Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale"
- ✓ Inventario regionale delle emissioni in atmosfera - metodologia EMEP/CORINAIR, SNAP97

Norme e riferimenti tecnici

- ✓ USA-EPA, 2004. Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing. AP-42, Vol.I, Ch. 11.19.2, Compilation of air pollutant emission factors stationary and area source. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards.
- ✓ USA-EPA, 2006. Unpaved Roads. AP-42, Vol.I, Ch. 13.2.2, Compilation of air pollutant emission factors stationary and area source. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards.

4 STIMA DELLE EMISSIONI IN ARIA

Verranno stimate le quantità di sostanze inquinanti emesse in atmosfera, dovute alle attività lavorative nel progetto di ampliamento della cava di Costa dei Sergi. Data la difficoltà di approntare rilievi sperimentali, si utilizzerranno dati di letteratura ed estrapolazioni analitiche relativamente a due tipologie di "traccianti" caratteristici: un tipico prodotto della combustione dei motori a gasolio dei mezzi operatori e degli autocarri, l'SO_2, e le polveri e il particolato legato all'estrazione, alla movimentazione e carico ed al trasporto dei blocchi di pietra calcarea.

Infatti le emissioni diffuse generate dall'attività di coltivazione e ripristino ambientale sono sostanzialmente ascrivibili ai gas di scarico dei motori delle macchine operatrici in cava (pale meccaniche, escavatori, compressori) e dei mezzi in ingresso/uscita (autocarri) per il trasporto del materiale litico.

Le sorgenti emissive di materiale particellare (polveri) sono rappresentate principalmente dalle diverse lavorazioni condotte in cava:

- fase di scavo del materiale (attività di minaggio e sbancamento);
- fase di movimentazione e carico dei mezzi pesanti;
- trasporto del materiale dal sito di scavo al sito di stoccaggio e lavorazione.

Conseguentemente le sorgenti di particolato di interesse sono suddivisibili nelle seguenti tipologie:

- polveri sollevate durante la fase di sbancamento e movimentazione del materiale: l'entità dell'emissione nel corso delle operazioni di scavo, movimentazione, carico del materiale dipende, a parità di condizioni al contorno, dal quantitativo di materiale coinvolto e dalla frequenza delle operazioni;
- polveri risollevate durante la fase di trasporto di materiale a causa del transito dei mezzi pesanti: l'entità dell'emissione è correlata, a parità di condizioni al contorno (relative al materiale fine presente lungo le piste) al numero e tipo di autocarri utilizzati, alla distanza percorsa e al numero di viaggi previsti.

4.1 MACCHINE OPERATRICI E MEZZI DI TRASPORTO

I dati di emissione dai mezzi operatori che opereranno nella cava (escavatori, ruspe, compressori, autocarri per il trasporto) sono stati desunti dai fattori di emissione forniti dalla Regione Liguria, attraverso l'archivio regionale delle emissioni in atmosfera, approntato secondo la metodologia CORINAIR.

Il progetto CORINAIR (COordination-INformation-AIR) è stato promosso e coordinato dalla DG XI della Comunità Europea nell'ambito del programma sperimentale CORINE (COoRdinated Information on the Environment in the European Community), intrapreso dalla Commissione delle Comunità Europee in seguito alla decisione del Consiglio del 27 giugno 1985.
L'obiettivo del progetto CORINE è l'armonizzazione, la raccolta, e l'organizzazione delle informazioni sullo stato dell'ambiente e delle risorse naturali della Comunità, nonché lo sviluppo di un sistema informativo geografico come supporto alla formulazione e all'implementazione della politica comunitaria in materia ambientale.
La parte del programma relativa alla raccolta e all'organizzazione delle informazioni coerenti sulle emissioni nell'atmosfera costituiscono il progetto CORINAIR.
Il principale obiettivo della prima fase delle attività di tale progetto, al quale hanno partecipato tutti i Paesi membri della Comunità, è stato la realizzazione di un inventario prototipo delle emissioni di Ossidi di Zolfo (SOx), Ossidi di Azoto (NOx) e Composti Organici Volatili (COV) riferito all'anno 1985, da utilizzare come base scientifica per la scelta delle politiche ambientali in materia di inquinamento atmosferico.
Attualmente la metodologia di stima delle emissioni prevista dal progetto CORINAIR viene utilizzata dall'EEA (European Environment Agency) nell'ambito della redazione dei rapporti sullo stato dell'ambiente.
La realizzazione dei primi inventari nazionali e lo sviluppo delle competenze era stata avviata in ENEA, attualmente tali attività proseguono in ANPA, quale referente istituzionale per il Ministero dell'Ambiente e per l'Agenzia Ambientale Europea.

Con il termine emissione inquinante si designa "una qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa che, proveniente da un impianto, produce inquinamento se introdotta in atmosfera" (DPR del 24 maggio 1988, n° 203, art. 2, comma 4).
Una valutazione mediante monitoraggio continuo direttamente "alla fonte" di emissione è realizzabile solo per alcune categorie di sorgenti come, ad esempio, i grandi impianti di combustione. Altrimenti è necessario ricorrere a rilevazioni campionarie, spaziali e temporali,

quindi con un carico di costi, tempo e organizzazione, che può essere affrontato solo in casi particolari e/o situazioni locali.

In generale è più opportuno e vantaggioso adottare metodologie di stima statistica delle emissioni, basate sulla conoscenza dei processi tecnologici e naturali, sull'utilizzo di indicatori statistici demografici ed economici consolidati e aggiornati periodicamente, nonché su dati e metodologie aggiornati e validati dalla comunità scientifica internazionale.

La stima delle emissioni nell'inventario provinciale CORINAIR viene così effettuata:

a) per le sorgenti diffuse (e per le sorgenti puntuali di minore peso) le emissioni, distinte per inquinante, sono stimate su base territoriale provinciale:

*Ei/anno = Ai/anno * FEi*

dove:

Ei sono le emissioni dovute dall'attività i;

Ai è un indicatore dell'attività i (ad esempio, il consumo di combustibile, la quantità di energia prodotta, il numero di tonnellate di prodotto);

FEi è il fattore di emissione per unità di attività i espresso in unità di misura appropriata.

Il fattore di emissione è un valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione;

b) per le sorgenti puntuali più importanti, denominate LPS (Large Point Sources), le emissioni sono misurate oppure stimate secondo l'approccio precedente, utilizzando fattori specifici per la singola sorgente.

c) la stima complessiva delle emissioni su base territoriale è data dalla somma delle emissioni diffuse e di quelle puntuali, per cui si ha:

Etot = Ediff + Epunt

Un sistema informativo associato ad un inventario così costituito, è in grado di fornire una stima statisticamente attendibile delle quantità complessive, della ripartizione territoriale, della ripartizione per settore economico e dell'evoluzione temporale degli inquinanti emessi, nonché una caratterizzazione puntuale delle sorgenti più significative.

La suddivisione territoriale utilizzata nel progetto CORINAIR fa riferimento alla Nomenclatura delle Unità Territoriali Statistiche (NUTS - Nomenclature of Territorial Units of Statistics) adottata dal Servizio Statistico della Commissione della Comunità Europee.

Questa nomenclatura considera quattro livelli di unità territoriali e individua, Paese per Paese, le entità geografico-amministrative corrispondenti. Per l'Italia, la classificazione è la seguente:

- LIVELLO 1: gruppi di regioni (Italia settentrionale, centrale, meridionale e insulare);
- LIVELLO 2: regioni;
- LIVELLO 3: province;

- LIVELLO 4: comuni.

Il progetto CORINAIR realizza l'inventario per le unità territoriali di livello 3 (CORINAIR 90 e 95).

Inizialmente, il progetto CORINAIR (relativo all'anno '85) prendeva in considerazione solo alcuni inquinanti (SOx, NOx, COV, PST e CO) ritenuti i principali responsabili dell'inquinamento urbano e/o trans-frontaliero.

Nelle versioni successive, relative agli anni '90 e poi '95, si sono considerati, in aggiunta, altri inquinanti, tra cui: CO2 NH3, N2O, CH4, Composti organici non metanici (NMVOC), Polveri inalabili minori di 10 micron (PM10), Metalli Pesanti (HM), Composti Organici Persistenti (POP).

Si riportano quindi i valori estratti dall'archivio regionale:

Fattori di emissioni Diffuse Attività 08103 **Veicoli fuori strada e macchine industriali** combustibile: 221 Gasolio		
Inquinante	*Valore*	*Unità di misura*
SOx – Ossidi di zolfo	94	grammi / Gigajoule

Le macchine operatrici della cava in funzionamento contemporaneo saranno al massimo 4; ipotizzando la presenza di due escavatori e due pale, la potenza massima dei motori può essere posta uguale a:

pala: 242 kW

escavatore: 107 kW

L'energia totale in un'ora di lavoro al massimo regime sarà:

698000*3600 = 2.5 *10^9 joule = 2.5 GJ.

L'emissione totale di SOx dalle macchine operatrici sarà: 94 * 2.5 = 235 g.

A ciò va aggiunto il contributo dovuto alle emissioni dei mezzi pesanti (autocarri, dumper) che accedono all'area della cava per il trasporto del materiale estratto.

Il fattore di emissione di queste sorgenti può essere così calcolato:

massima potenza motore di un autocarro 4 assi: 353 kW

A causa delle condizioni di utilizzo nella cava (bassa velocità di avanzamento, percorso in discesa con freno motore), si può ipotizzare regime del motore a circa il 75% della potenza massima.
Dai dati di flusso forniti in base alle volumetrie movimentate (circa 30 autocarri al giorno) si può stimare cautelativamente che vi siano 6 mezzi pesanti in un'ora, e quindi il tempo di accesso con il motore è valutabile in circa 10 minuti ciascuno.
Si ottiene pertanto l'energia totale espressa dai mezzi di trasporto (in un'ora):
(353*6)*0.75 kW * 3600 = 5.7 GJ.
L'emissione di SOx dagli autocarri sarà: 94 * 5.7 = 536 g
L'emissione totale di SOx in un'ora sarà dunque: 235 + 536 = 801 g

4.2 POLVERI

Si ipotizza che le principali operazioni responsabili dell'emissione di polveri siano:

- perforazione fori per sparo mine
- sparo volata mine in banco di roccia
- operazioni di movimentazione e carico materiale litico estratto

I dati relativi alle emissioni di PSF (Particelle sospese < 10 μ) per l'attività: estrazione di materiali da cave, ricavabili dall'archivio regionale delle emissioni, sono:

Fattori di emissioni Diffuse
Attività 04615
Estrazione di materiale da cave

Inquinante	*Valore*	*Unità di misura*
PSF – particelle sospese < 10 μ	53.2	grammi / Tonnellate

Il materiale estratto dalla cava di calcare è stato stimato in circa 300 mc/giorno: con una densità in banco del materiale pari a 2800 kg/mc, riducibile di un 30% per tener conto del corrispondente aumento di volume legato alle pezzature di trasporto, si ottengono quantità estratte variabili tra 650 e 840 ton/giorno: su basa oraria si può porre una lavorazione di 100 ton.

Con il fattore di emissione di 53.2 grammi/ton, si arriva ad un flusso di massa pari a circa 148 μgr/sec m^2, avendo ipotizzato come prima un'area di lavorazione pari a 100 x 100 m.

A titolo cautelativo si calcolerà a parte il contributo determinato dal transito degli automezzi (camion, dumper) sulla pista carrabile della cava, ipotizzando che non sia ricompreso nel fattore di emissione diffusa – attività 04615 dell'archivio regionale .

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto dall'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, par. 13.2.2 "Unpaved roads").

Il rateo emissivo orario risulta proporzionale a (i) il volume di traffico e (ii) il contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 μm. Il fattore di emissione lineare dell'iesimo tipo di particolato per ciascun mezzo EF_i (kg/km) per il transito su strade non asfaltate è calcolato secondo la formula:

$$EF_i(kg/km) = k_i (s/12)^{a_i} (W/3)^{b_i} \quad (1)$$

dove

l'indice i si riferisce al tipo di particolato (PTS, PM10, PM2.5)

s contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)

W peso medio del veicolo (Mg)

k_i , a_i e b_i sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato.

Per il PM10 si ha:

k =0.423

a = 0.9

b = 0.45

Come valore di s si è assunto 0.15 (è consigliato l'intervallo 12%÷22%).

Il peso medio dell'automezzo W deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico. Si ricorda che la relazione (1) è valida per veicoli con un peso medio inferiore a 260 Mg e velocità media inferiore a 69 km/h.

Dai dati forniti si ha che:

W a vuoto: 16 Mg

W a carico: 16 + (10x2.15) = 37.5 Mg,

ottenuto considerando un carico di 10 mc, con una densità del materiale roccioso pari a 2.8 Mg/mc, diminuita di un 30% rispetto al valore in banco per tener conto dei volumi di vuoto nel carico.

Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora, kmh), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E_i\ (kg/h) = EF_i\ kmh \qquad (2)$$

Nel nostro caso si ha che la lunghezza della pista di cantiere è pari a circa 1,1 km,vi sono circa 30 autocarri al giorno (totale di 60 viaggi andata – a vuoto, e ritorno – a pieno carico), e complessivamente 60x1.1 = 66 km/giorno, e su basa oraria: 66/8 = 8.25 km/ora = 8.25 kmh.
Si ottiene allora:
E_{PM10}(kg/h) = 0.022 x 8.25 = 0.18 kg/h
Per arrivare ad un flusso di massa omogeneo dimensionalmente con quello ricavato in precedenza, si divide ancora per l'area di emissione (lunghezza x larghezza pista = 1100 x 5 = 5500 m^2), e si normalizza al secondo, ottenendo:
9 μgr/s m^2

Il flusso di massa totale (operazioni di estrazione e trasporto) vale quindi:
148 + 9 = 157 μgr/s m^2

In questa stima non è stato considerato l'effetto di dilavamento dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia), ma con l'utilizzo di diverse tecniche per l'abbattimento delle emissioni di polveri (vedi § 6), è plausibile ottenere una riduzione del rateo emissivo intorno al 75%, ottenendo come dato finale:
157 x 25% = 40 μgr/s m^2

5 ANALISI DELL'IMPATTO ATMOSFERICO

Dopo aver quantificato le emissioni di due sostanze significative legate ai processi lavorativi nella cava di calcare (SOx e Polveri Fini Sospese), si stimeranno le concentrazioni massime dei due traccianti considerati nell'ambiente circostante l'area della cava, ed in particolare presso i ricettori corrispondenti alle abitazioni più vicine (località di Arzeno) – vedi allegato 10.1.
Per calcolare i livelli di concentrazioni delle sostanze emesse si farà riferimento a formulazioni analitiche tipiche della teoria del *modello a box*, utilizzato per schematizzare i processi di diffusione da sorgenti areali.

5.1 IL MODELLO A BOX

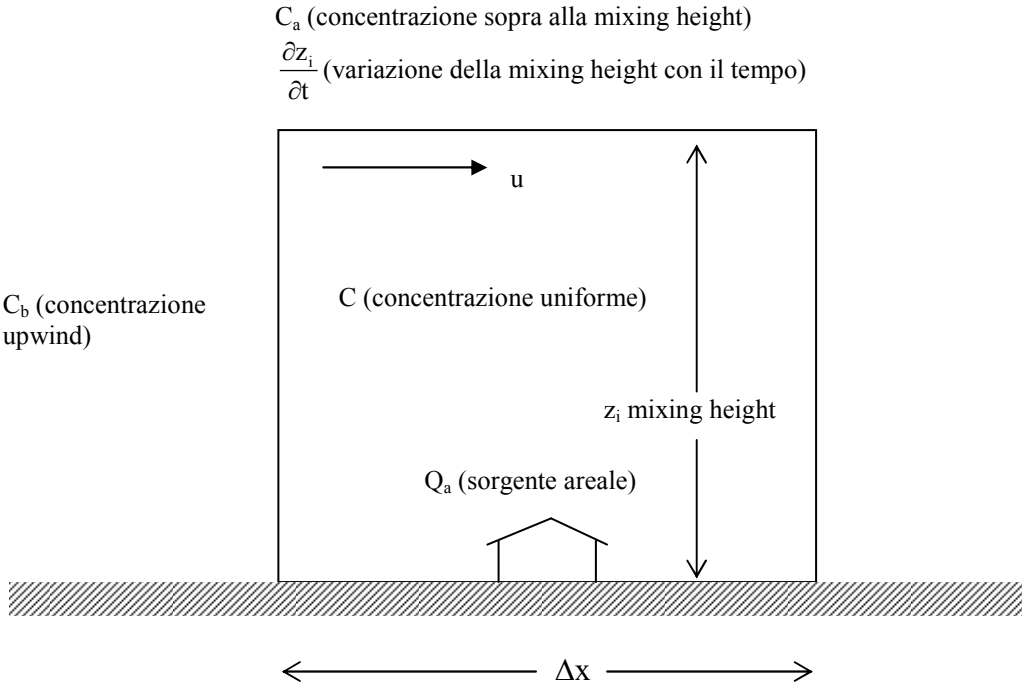
Se si ipotizza di avere un'emissione costante in una regione spaziale di dimensioni Δx, ed assumendo che:

- la sostanza inquinante sia uniformemente mescolata in uno strato di altezza z_i, corrispondente alla *mixing height*,
- la velocità del vento (u) sia costante nello strato,

applicando l'equazione di continuità alla "scatola" di dimensioni $\Delta x * \Delta x * z_i$, si ottiene:

$$\underset{1}{\Delta x z_i \frac{\partial C}{\partial t}} = \underset{2}{\Delta x Q_a} + \underset{3}{u z_i (C_b - C)} + \underset{4}{\Delta x \frac{\partial z_i}{\partial t}(C_a - C)} \qquad (1)$$

1: variazione di concentrazione con il tempo
2: sorgente
3: variazione di concentrazione dovuta ad avvezione orizzontale
4: variazione di concentrazione dovuta al cambiamento di altezza del mixing layer e ad avvezione verticale;
nell'equazione si è posto:
Q_a = emissione areale (massa per unità di tempo e di area)
C_a = concentrazione sopra alla mixing height
C_b = concentrazione "upwind"



Se ci si pone in condizioni stazionarie ($\partial C/\partial t = \partial z_i/\partial t = 0$) e la concentrazione "upwind" è nulla (C_b=0), allora la soluzione della (1) è:

$$C^* = \frac{\Delta x}{z_i}\frac{Q_a}{u} \qquad (2)$$

che rappresenta la ben nota soluzione stazionaria del modello a box.

E' possibile definire un tempo adimensionale t* = t u/□Δx

(Δx /u rappresenta il tempo di "svuotamento" del box).

Se C_a e C_b sono trascurati, la semplificazione di Lettau (1970) dell'equazione (1) può essere scritta:

$$\frac{\partial C}{\partial t^*} = C^* - C$$

che ha soluzione

$$C = C^* + (Co - C^*)e^{-t^*}$$

Se Co (concentrazione iniziale) = 0 si ha

$$C = C^*(1 - e^{-t^*}) \qquad (3)$$

Nel semplice modello a box presentato prima, si assume che la concentrazione C sia uniforme in una regione di ampiezza Δx lungo la direzione del vento ed altezza z_i; si può tener conto dei processi di rimozione ad opera delle forze gravitazionali o delle trasformazioni chimiche a cui vanno incontro i composti introdotti in atmosfera, mediante semplificazioni analitiche.
In particolare:

- rimozione per "dry deposition" = $-v_d C \Delta x$
- rimozione chimica = $-(C/T_c) \Delta x z_i$

dove v_d è la velocità di deposizione, funzione tra l'altro della dimensione delle particelle, della concentrazione e della viscosità dell'aria; T_c è una costante di tempo caratteristica della cinetica dei processi di reazione chimica, che dipende a sua volta dall'umidità dell'aria e dalla presenza di altri catalizzatori.
Non si è considerato il fenomeno di rimozione dovuto alle precipitazioni (o deposizione umida).
Con questi termini aggiuntivi, l'equazione di continuità per il box diventa (in condizioni stazionarie):

$$\Delta x\, Q_a - u z_i C' - v_d C' \Delta x - (C'/T_c)\, \Delta x\, z_i = 0$$

La soluzione è:

$$C' = \frac{Q_a(\Delta x / u z_i)}{\{1 + [(v_d/z_i) + (1/T_c)](\Delta x/u\}} \qquad (4)$$

Il termine a numeratore è la soluzione stazionaria C* (2), mentre i termini a denominatore possono essere interpretati come il rapporto tra il tempo di "svuotamento" del box e le scale temporali caratteristiche dei vari processi di rimozione.

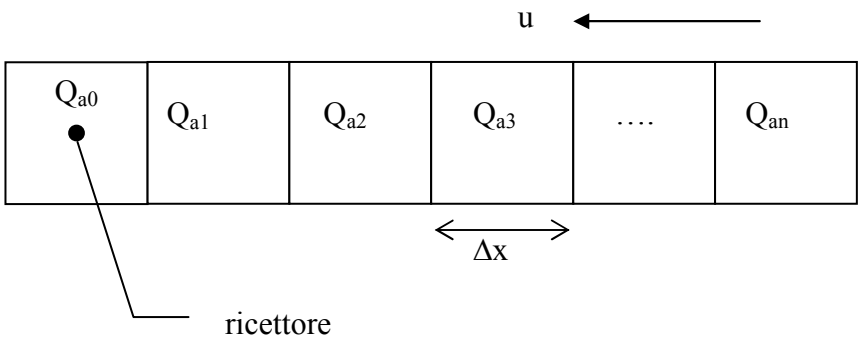
Imponendo che l'altezza del "coperchio" superiore sia proporzionale al parametro di dispersione verticale $\sigma_z(\Delta x)$ piuttosto che alla mixing height z_i, si arriva all'equazione ATDL descritta da Hanna (1973). Questo modello utilizza la forma integrale del pennacchio gaussiano e schematizza una sorgente areale come un insieme infinito di sorgenti puntuali $Q_a(x,y)$. Con l'ulteriore ipotesi di "pennacchio stretto", che permette di eliminare la dipendenza da y, e imponendo che σ_z abbia la forma

$\sigma_z = ax^b$ (Smith, 1968)

si arriva alla soluzione

$$C = \frac{(2/\pi)^{1/2}(\Delta x/2)^{1-b}}{ua(1-b)} \left\{ Q_{ao} + \sum_{i=1}^{n} Q_{ai} \left[(2i+1)^{1-b} - (2i-1)^{1-b} \right] \right\} \qquad (5)$$

sempre utilizzando la seguente geometria:



I parametri a e b sono definiti nella seguente tabella:

Condizioni meteorologiche	**a**	**b**
forte instabilità	0.40	0.91
instabilità	0.33	0.86
neutre	0.22	0.80
classe D di Pasquill	0.15	0.75
stabilità	0.06	0.71

La (5) può essere corretta tenendo conto del fenomeno di "dry deposition", dividendo per il fattore $1+\frac{v_d}{u}$.

Lo schema concettuale utilizzato, per essendo semplificatorio, ha adottato ipotesi estremamente conservative, come quella di concentrazione uniforme all'interno del "box" di calcolo; considerando invece l'ambiente reale in cui è situata la cava ed i ricettori di calcolo, l'orografia complessa (presenza di valli e rilievi) e la rugosità stessa del terreno determinano una maggiore turbolenza degli strati d'aria prossimi al suolo, entro cui avvengono i fenomeni di diffusione e trasporto degli inquinanti. Ciò comporta un incremento di rimescolamento dovuto ai micro vortici indotti nei flussi d'aria, che si traduce in una maggiore diluizione delle masse di sostanze emesse durante le attività lavorative nella cava.

E' possibile tener in conto di questo effetto introducendo un fattore 2.2 a denominatore della (5).

5.2 RISULTATI

Nelle equazioni ricavate precedentemente applicando la teoria del modello a box, i parametri meteorologici che entrano in gioco sono la velocità del vento u, la *mixing height* z_i e i fattori di Smith legati alle condizioni di stabilità atmosferica.

Non è stato possibile accedere a dati meteorologici ottenuti da osservatori o misure eseguite nella zona in questione, in quanto l'unica fonte nota era costituita da una stazione idrografica AMGA in località Tolceto, di cui però non erano disponibili le registrazioni storiche (gestite dalla società DATASIEL).

E' comunque possibile, partendo da dati di letteratura ed applicando stime cautelative, determinare i valori dei vari parametri nelle equazioni che descrivono i processi di emissione, dispersione e trasporto delle sostanze inquinanti prese in considerazione.

Innanzittutto la dimensione Δx è stata posta uguale a 100 m (che corrisponde ragionevolmente all'area di lavoro dei vari mezzi nella cava); le distanze dai ricettori corrispondenti ad abitazioni (R1, R2, R3, R4 – vedi § 5.1. ed allegato 10.1) è di circa 280 m per il ricettore R1 ($\approx 3\Delta x$), mentre la distanza dai ricettori R2, R3, R4 è di circa 380 m ($\approx 4\Delta x$).

La velocità del vento u può essere posta uguale a due valori estremi: un valore molto basso, ad esempio u = 1 m/s, da cui si ricava $\Delta x/u \cong 2$ min, che è quindi la scala di tempo minima di "svuotamento" del box, ed un valore elevato, per simulare le condizioni maggiormente avverse ai fenomeni di diluizione e rimescolamento, ad esempio u = 5÷6 m/s.

Per quanto riguarda z_i, altezza del *mixing layer*, i valori tipici variano tra 500 e 1000 m: anche qui, per simulare le condizioni più avverse alla dispersione degli inquinanti, si può porre z_i = 100 m, che dovrebbe tener conto dei fenomeni di inversione termica e degli strati stabili presenti nelle valli.

Relativamente ai parametri caratteristici dei processi di rimozione (gravitazionale e chimica) si può porre:

- ✓ SO_2: v_d = 0.005÷0.008 m/s su suolo calcareo o erba corta (da McMahon e P. J. Denison, Empirical Atmospheric Deposition Parameters – A Survey, *Atmos. Environ*., 13, 575 (1979));
- ✓ Polveri: per particelle di diametro compreso tra 10 e 100 μm v_d può variare tra 0.1 e 10 cm/s, per diametri superiori si considera non più importante il fenomeno della diffusione, ma si ha un approccio balistico;
- ✓ $T_c \approx 10^4$ s per l'SO_2 (valore utilizzato nei modelli di trasporto a distanza);
- ✓ $T_c \approx \infty$ per le polveri (in quanto si considerano non reattive chimicamente).

Per quanto riguarda invece i parametri di Smith descrittivi della turbolenza atmosferica, si ha in generale che lo stato di stabilità è sicuramente tipico delle ore notturne, mentre in periodo diurno si hanno mediamente le seguenti condizioni:

- forte instabilità – bassa velocità del vento (< 2 m/s) – insolazione forte o moderata
- instabilità – velocità del vento < 5 m/s – insolazione da forte a moderata
- neutra / D – velocità del vento > 4 m/s – insolazione moderata.

Applicando quindi la formula (5), corretta per i fenomeni di "dry deposition" ($v_d \approx 0.1$ m/s per il PM10), per la rimozione chimica (solo per l'SO_2) e per l'incremento di rimescolamento determinato dall'effettiva rugosità del terreno (fattore 2.2), si può calcolare la concentrazione di Biossido di Zolfo e delle polveri fini:

Ricettori	**stato di turbolenza - velocità vento u**	**SO_2**	**PM10 (particolato fine)**
R1 (distanza = 280 m)	forte instabilità 1÷1.5 m/s	35÷24 μg/m^3	24÷16 μg/m^3
R1 (distanza = 280 m)	instabilità 2÷3 m/s	28÷19 μg/m^3	20÷13 μg/m^3
R1 (distanza = 280 m)	neutra 4÷5 m/s	29÷23 μg/m^3	21÷17 μg/m^3
R1 (distanza = 280 m)	classe D di Pasquill 5÷6 m/s	44÷37 μg/m^3	32÷27 μg/m^3
R2, R3, R4 (distanza = 380 m)	forte instabilità 1÷1.5 m/s	23÷15 μg/m^3	16÷11 μg/m^3
R2, R3, R4 (distanza = 380 m)	instabilità 2÷3 m/s	12÷18 μg/m^3	14÷9 μg/m^3
R2, R3, R4 (distanza = 380 m)	neutra 4÷5 m/s	20÷15 μg/m^3	15÷12 μg/m^3
R2, R3, R4 (distanza = 380 m)	classe D di Pasquill 5÷6 m/s	31÷25 μg/m^3	23÷11 μg/m^3

6 CONCLUSIONI

I valori di concentrazione in aria delle due classi di inquinanti considerati (un tipico prodotto della combustione dei motori endotermici dei mezzi operatori e il tracciante più significativo dell'attività di estrazione e movimentazione dei blocchi litici calcarei), stimati mediante le formulazioni analitiche dedotte dalla teoria del "modello a box", vanno confrontati con i limiti normativi sulla qualità dell'aria.

I valori limite del biossido di zolfo per la protezione della salute umana, stabiliti dal DM 60/2002 ed entrati in vigore nel 2005, sono riportati nella Tabella A.

Tabella A: SO_2 - Valori limite orario e giornaliero di concentrazione ai sensi del DM 60/2002

	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
Valore limite orario	1 ora	350 µg/m^3 da non superare più di 24 volte per anno civile
Valore limite giornaliero	24 ore	125 µg/m^3 da non superare più di 3 volte per anno civile

I valori limite del PM10 per la protezione della salute umana, stabiliti dal DM 60/2002 ed entrati in vigore nel 2005, sono riportati nella Tabella B.

Tabella B: PM10 - valori limite di concentrazione ai sensi del DM 60/2002

	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
Valore limite giornaliero	24 ore	50 µg/m^3 da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale	Anno civile	40 µg/m^3

I valori stimati di concentrazione di SO_2 e particelle sospese (PM10) risultano inferiori ai limiti normativi.

Per minimizzare l'impatto dato dal sollevamento delle polveri e delle emissioni dei gas di scarico, ed avere politiche gestionali conformi alle assunzioni che hanno condotto ai valori di concentrazione calcolati, si prescrivono le seguenti azioni di mitigazione:

per l'area di lavoro nella cava:

- ✓ impiegare esplosivi a bassa emissione di inquinanti e nella quantità minima necessaria ai volumi di materiale da sbancare;
- ✓ bagnatura del detrito di volata e dell'area di manovra di pale ed escavatori;
- ✓ bagnatura dell'area durante le manovre di caricamento degli autocarri;
- ✓ periodica pulizia dei piazzali per eliminare l'accumulo di polveri;
- ✓ periodica bagnatura dei piazzali di lavoro.

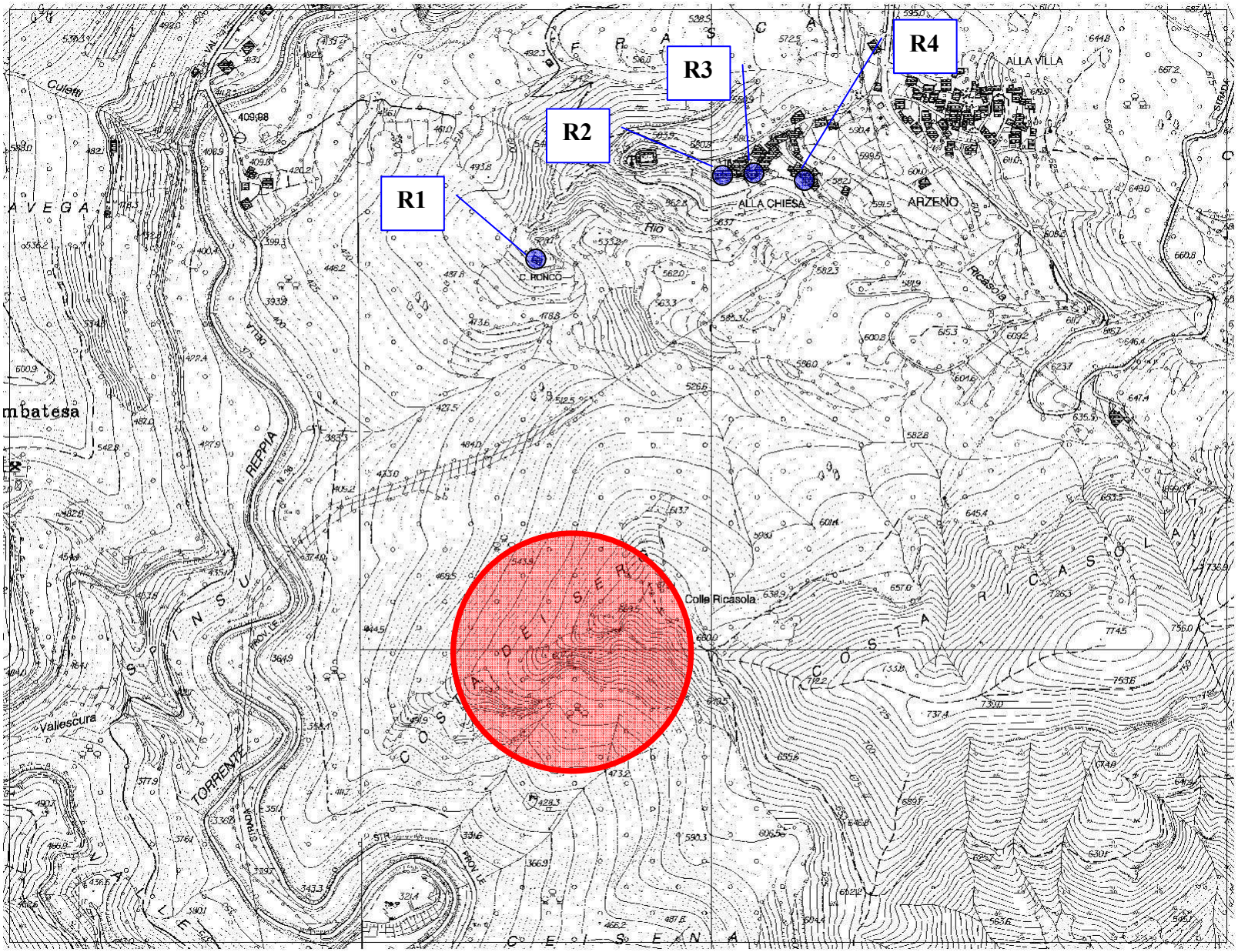
per la pista di accesso alla cava:

- ✓ bagnatura di tutta la pista e periodica pulizia per eliminare l'accumulo di polveri.

per i mezzi d'opera e di trasporto:

- ✓ utilizzazione di macchine rispondenti ai requisiti di emissione stabiliti dalle direttive comunitarie;
- ✓ aggiornamento continuo del parco macchine;
- ✓ manutenzione programmata e periodica dei motori e dei filtri;
- ✓ riduzione della velocità di percorrenza degli autocarri nella pista di accesso alla cava.

Le operazioni di bagnatura potranno essere effettuate con impianti fissi di irrigazione (mediante opportune vasche di accumulo acqua e pompe) e con autobotte che percorre periodicamente la pista di accesso ed i piazzali di servizio; dette operazioni dovranno essere intensificate durante periodi con poche precipitazioni, e nelle giornate con intensa radiazione solare o particolarmente ventose.



ALLEGATO 10.1