Regione LIGURIA	Provincia di IMPERIA	Comune di PORNASSIO

VERIFICA DI ASSOGETTABILITA' A VIA PER LA RIATTIVAZIONE DEL COMPLESSO ESTRATTIVO DENOMINATO "RIVARINI"

REGIONE LIGURIA	PROVINCIA DI IMPERIA	COMUNE DI PORNASSIO	LOCALITA' RIVARINI

OGGETTO DELL'ELABORATO

ALLEGATO 6: RELAZIONE ACUSTICA

versione	data	Oggetto
I	26/03/2026	*Valutazione previsionale di impatto acustico*

Dott. Lenzi Alberto
Studi di Acustica

TIMBRO – FIRMA

Tecnico Competente in Acustica Ambientale
Dott. Alberto Lenzi
D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1996

Dott. Lenzi Alberto
Studi di Acustica

Dott. Lenzi Alberto
Studi di Acustica

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

C.F. LNZLRT 60C29C621K
P. IVA 01048610990

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

AI SENSI ART. 8 L. 447/95 e
D.G.R. LIGURIA 28/5/99 n° 534

Oggetto: progetto di coltivazione e ricomposizione ambientale della cava di calcare "Rivarini"- Comune di Pornassio (IM)

RILASCIATA A :

Boero Lino e Ivano Srl
Via Nazionale 105, fraz. Colle Nava
18024 Pornassio (IM)

Marzo 2026

SOMMARIO

1. PREMESSA ____ *3*

2. RIFERIMENTI NORMATIVI ____ *4*

3. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITÀ ____ *6*

4. LE SORGENTI SONORE ____ *13*

5. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI SONORE ____ *19*

5.1 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI ____ **19**

5.2 IL MODELLO NUMERICO DI SIMULAZIONE IMMI (© WÖLFEL Group) ____ **22**

5.2.1 Modellazione del territorio e caratterizzazione delle sorgenti sonore ____ **22**

5.3 LA SIMULAZIONE ACUSTICA ____ **25**

5.4 MODALITÁ OPERATIVE ____ **27**

5.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI ____ **30**

6 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO ____ *34*

6.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA ____ **34**

6.2 ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO - STATO 0 ____ **35**

6.3 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO ____ **39**

7 CONCLUSIONI IMPATTO ACUSTICO ____ *41*

ALLEGATO 1 - estratto cartografico CTR con individuazione area di cava, ricettori maggiormente esposti e area di simulazione acustica

ALLEGATO 2 - mappe acustiche fase 2B e fase 2C

ALLEGATO 3 - schede rilievo fonometrico clima acustico stato attuale

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 Competente in Acustica Ambientale iscritto:

- all'Albo Regionale Liguria con DGR n° 3653 del 31/10/96
- all'Elenco Nazionale (ENTECA) n° 2626

compila la seguente relazione.

Per incarico della ditta **Boero Lino e Ivano Srl - Via Nazionale 105, fraz. Colle Nava 18024 Pornassio (IM),** si effettua la valutazione di impatto acustico relativa al progetto di coltivazione e ricomposizione ambientale della cava di calcare denominata "Rivarini" sita nel Comune di Pornassio (IM).

Tale studio è stato redatto al fine di sottoporre a verifica di assoggettabilità a VIA il progetto di cui sopra; la presente relazione è conforme alla vigente normativa, nazionale e regionale, sulla tutela dall'inquinamento acustico, ed in particolare ai "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, della L. R. 20/3/1998 n° 12", adottati con deliberazione della Giunta Regionale Liguria n° 534 del 28/5/1999.

Scopo dell'analisi previsionale è di stimare la rumorosità dei macchinari utilizzati e delle attività lavorative svolte per le attività di sistemazione preliminare, coltivazione e recupero ambientale finale della cava, e di verificarne l'impatto acustico determinato presso i ricettori maggiormente esposti, previa una valutazione del clima acustico *ante operam* della zona ed un confronto con i valori limite del rumore ambientale applicabili in base alla vigente normativa.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per l'elaborazione del presente studio di impatto acustico 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" e s.m.i.
- ✓ D.P.C.M. 27/12/1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale"
- ✓ D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- ✓ L. 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- ✓ D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- ✓ D. M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Leggi e disposizioni regionali

- ✓ L. R. Liguria n. 12 del 20 marzo 1998 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"
- ✓ D. G. R. Liguria n. 534 del 28 maggio 1999 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi della L.R. 12/98"
- ✓ L. R. Liguria n. 29 del 28 dicembre 2017 "Disposizioni collegate alla legge di stabilità per l'anno 2018"

Norme e disposizioni comunali

- ✓ Piano di Classificazione Acustica, se esistente

Norme tecniche

- ✓ UNI ISO 9613-2: 2024 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo tecnico progettuale per la previsione di livelli di pressione sonora all'aperto"
- ✓ UNI 9884: 1987 "Acustica – caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"

A livello comunale c'è lo strumento del Piano di Zonizzazione Acustica, che prevede la suddivisione del territorio in classi (dalla I - aree particolarmente protette, alla VI - zone esclusivamente industriali), in cui valgono limiti assoluti (di emissione, immissione attenzione e qualità) diversi.
Il Comune di Pornassio non è dotato di tale piano, per cui sono applicabili i limiti massimi di rumorosità validi su tutto il territorio nazionale previsti dal D.P.C.M. 1/3/91.

I valori di rumorosità da confrontare con i limiti acustici sono misurati dal parametro *Livello equivalente continuo Leq*, così definito:

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T_m} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt$$

dove
T_m = tempo di misura = $t_2 - t_1$
p(t) = valore istantaneo di pressione sonora
p_o = pressione sonora di riferimento = $2*10^{-5}$ Pa.
Il parametro Leq associa ai valori fluttuanti della pressione sonora una media di tipo energetico, ponderata dal tempo di misura: esso è stato adottato dalle normative di molti paesi quale descrittore del rumore ambientale, ed è espresso in dB(A), cioè decibel (dB) filtrati dalla curva A.

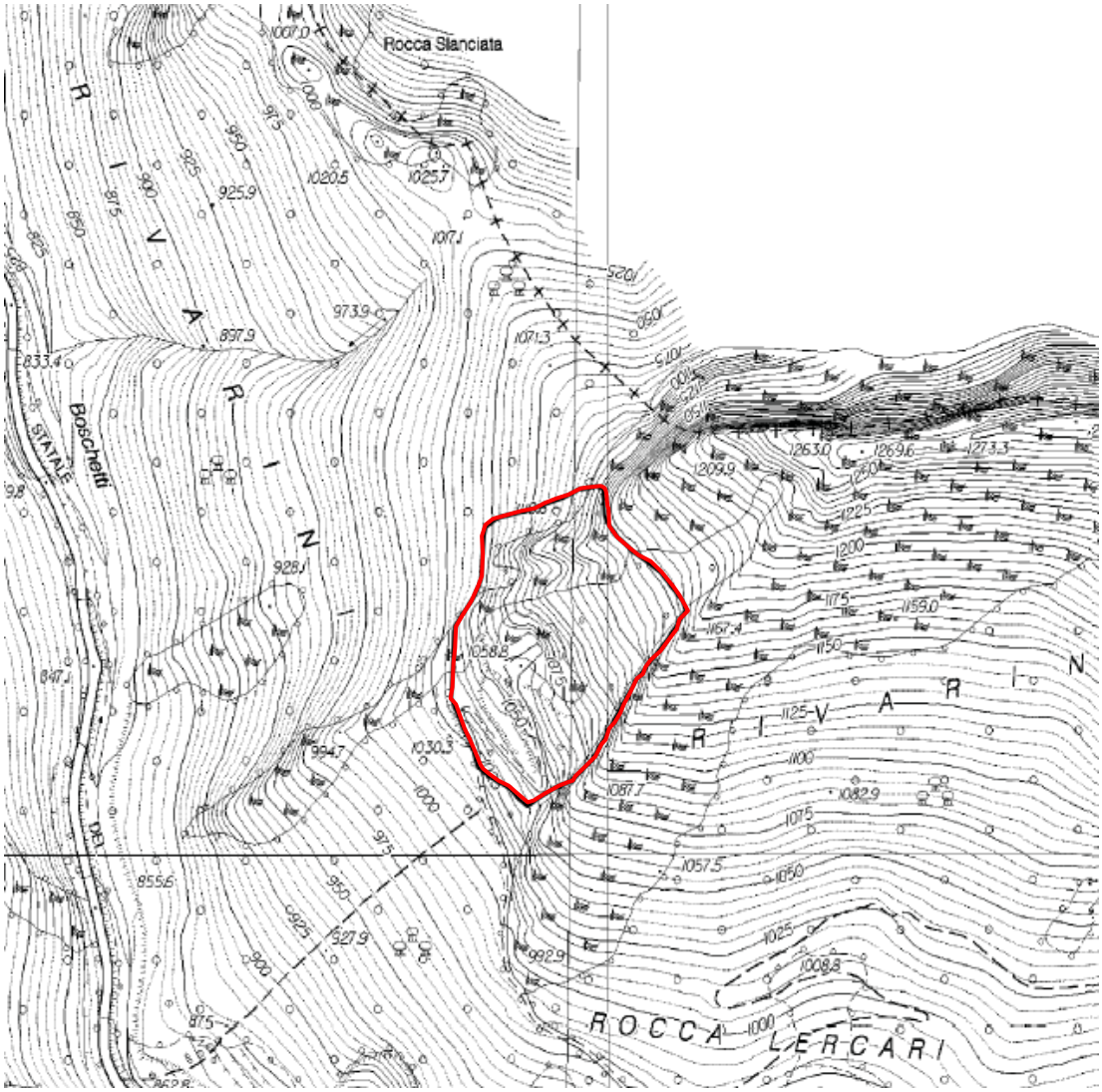
Altri descrittori utili per caratterizzare il rumore sono i livelli percentili L_N, definiti come il livello superato per il N% del tempo di misura (così L_1 e L_{10} associati al rumore massimo, L_{50} è il rumore medio, L_{90} e L_{95} rumore di fondo).

3. DESCRIZIONE PROGETTO ED ATTIVITÀ

Il sito estrattivo denominato “Rivarini” si colloca nel settore settentrionale del territorio comunale di Pornassio (Imperia), in prossimità del crinale spartiacque tra la Liguria a sud e il Piemonte a nord, che in questo tratto è costituito dall’allineamento tra la Rocca Ferraira e la Rocca Slanciata.

Il versante esposto a settentrione, strapiombante e caratterizzato da estese bancate rocciose, domina l'abitato di Ponte di Nava, mentre quello meridionale, anch'esso in parte roccioso e decisamente meno ripido, è delimitato sul fondovalle dal Rio Boschetti e dalla S.S. n. 28 del Colle di Nava.

Più in particolare, la zona di interesse è situata in frazione Nava, sul versante orografico destro della valle del suddetto Rio Boschetti, affluente in sponda destra del F. Tanaro, ad una quota compresa tra 1050 m e 1160 m circa s.l.m.



L'area di cava è raggiungibile mediante una strada sterrata comunale che si dirama dalla S.S. 28 del Colle di Nava e ha una lunghezza di circa 1900 m.
Nel catasto regionale l'areale di cava è compreso nel foglio 1 mappale 33 (classificato come cava) del N.C.T. del Comune di Pornassio e lambisce il mappale 39 classificato come incolto; La cava Rivarini è inserita nel Piano Cave (P.T.R.A.C.), approvato D.C.R. n. 7/2020 ed identificata con la scheda 03.IM 01.
Le Formazioni affioranti nel ristretto ambito dell'area di cava sono rappresentate dai Calcari di Val Tanarello (Giurassico superiore), di interesse estrattivo, e dalla soprastante Formazione di Caprauna (Cretaceo superiore – Eocene medio), sterile.
Nella zona in oggetto le moderne attività estrattive di materiale lapideo sono state avviate fin dagli inizi del '900, ed in particolare nell'attuale sito "Rivarini la coltivazione si è sviluppata a partire dai primi anni '60", e ha riguardato l'estrazione di marmo rosa.
Le tecniche estrattive adottate contemplavano l'uso del filo elicoidale e di piccole mine caricate con esplosivo di prima categoria. La coltivazione era condotta a cielo aperto e l'abbattimento avveniva dall'alto in basso mediante successivi tagli con filo elicoidale.
I lavori si svolgevano nel settore nord-occidentale del fronte di cava; una volta esaurita la coltivazione in quel settore, la lavorazione si era spostata gradatamente verso il settore sud-orientale del fronte.
A seguito di una serie di autorizzazioni regionali, di cui quella più recente è la D.G.R. 06.08.2004 n. 880, le attività di coltivazione sono proseguite fino al 2013.
Al momento la cava, che risulta abbandonata da oltre un decennio, è articolata in un piazzale principale e due gradoni intermedi, con piccole porzioni di gradone nel settore sommitale parzialmente rivegetati.
Nel progetto di ripresa della fase estrattiva sarà rimodellato un versante, attualmente in stato di abbandono a seguito delle lavorazioni pregresse, al fine di ottenere un riordino dei fronti attuali e ricostruire una morfologia più simile a quella preesistente all'attività di cava.
La ripresa delle attività estrattive è finalizzata alla produzione sia di massi e inerti da frantumazione (sabbia e pietrisco) sia di materiali da utilizzare per scopi ornamentali, in quanto le vene di marmo rosa intercluse ai calcari costituiscono un materiale di elevato pregio.
Al termine della coltivazione del giacimento è previsto un progetto finalizzato alla ricomposizione ambientale del sito estrattivo con parziale copertura dei fronti esposti, adottando criteri che consentano un raccordo del corpo in rilevato con le condizioni morfologiche al contorno, determinando in tal modo un significativo miglioramento dell'area

rispetto allo stato attuale, sia in termini di ripristino ai fini ambientali sia in termine di messa in sicurezza del fronte.

Il programma proposto si pone l'obiettivo di coltivare il giacimento calcareo con incluse vene di marmo rosa attraverso uno scavo a trance orizzontali, riprendendo ed implementando la situazione in essere e adattandosi il più possibile alla morfologia presente al contorno, fino ad addivenire allo sfruttamento completo del giacimento stesso.

Opere preparatorie

L'inizio dell'attività estrattiva deve essere preceduto da opere preparatorie che possono essere descritte sinteticamente come segue:

- ✓ sistemazione della strada comunale sterrata, di lunghezza pari a 1900 m circa, che collega la Strada statale con il polo estrattivo,comprensiva del sistema di disciplinamento delle acque stradali;
- ✓ sistemazione e implementazione delle piste di arroccamento in parte esistenti;
- ✓ costruzione della vasca di raccolta e decantazione delle acque di drenaggio delle piste e del piazzale prima della immissione nella rete dei colatori naturali;
- ✓ predisposizione nell'area individuata a valle della zona estrattiva di locali per gli addetti con dotazioni accessorie (pronto soccorso, antincendio ecc.).

Coltivazione del giacimento

Il progetto di scavo dovrebbe prendere avvio dalla pista di arroccamento esistente che si sviluppa dal piazzale a q. 1060 m s.l.m. per risalire fino alla q. 1081 m s. l.m.

A partire da tale livello, sfruttando un ramo di pista di arroccamento esistente, risulta possibile realizzare un gradone a q. 1091 m s.l.m.

Da tale quota, attraverso una pista temporanea di arroccamento in rilevato è possibile accedere alla zona sommitale ove è previsto un gradone a quota 1101 m s.l.m.

La coltivazione dovrebbe continuare poi per sbassi successivi con previsione di tre gradoni con pedate rispettivamente a q. 1081, 1071 e 1060 m s.l.m. fino a raggiungere il livello del piazzale esistente (1060 m).

Tutti i gradoni sommitali si svilupperanno quindi a partire dalla pista di arroccamento esistente, creando di fatto un collegamento fra i vari piani in modo da consentire il passaggio delle specie animali.

Le scarpate dei gradoni previsti a progetto presentano in generale altezze di 10 m, fatta eccezione per il gradone basale di altezza pari a 11 m, che dovrebbe comunque essere inglobato nel processo di ricomposizione ambientale finale.

L'angolo di scarpa medio delle alzate risulta dell'ordine di 70° mentre le pedate dei gradoni presentano una larghezza media di 4 m.
A partire da quota 1060 è prevista una coltivazione in fossa fino alla quota di base di 1045 m s.l.m.
Tale indirizzo progettuale consentirebbe, oltre ad estrarre più materiale, di non creare impatto paesaggistico ulteriore.
Nel corso della realizzazione delle attività estrattive in fossa sono previsti angoli di scarpa lievemente più elevati; occorre sottolineare nello specifico che queste zone di scavo saranno completamente interrate in fase di ricomposizione paesaggistica.
La coltivazione del giacimento prevede una estrazione di circa 80.000 mc di materiale calcareo, idoneo alla produzione di materiali ornamentali, massi da scogliera per difese spondali, marittime e fluviali e, infine, sabbie e ghiaie attraverso processi di frantumazione e vagliatura del tout-venant in impianto idoneo.
L'estrazione dei livelli grigi, nettamente prevalenti, è destinata alla produzione di massi, ghiaie e sabbie mentre dai livelli rosa, più pregiati dal punto di vista commerciale, possono essere ottenute lastre o ghiaie da arredo.
Lo schema di regimazione ed allontanamento delle acque meteoriche nel corso delle operazioni di scavo farà riferimento al Rio Vernei ed ai suoi rami secondari che intersecano la strada di accesso al complesso estrattivo rispettivamente a quota 955, 950, 940 e 930 m s.l.m.
Le acque di ruscellamento superficiale, raccolte nella zona estrattiva, dovranno essere indirizzate in una vasca di decantazione di adeguate dimensioni e quindi convogliate in una canaletta di gronda da realizzarsi lungo il lato monte della sede stradale di accesso, fino all'intersezione con il Rio Vernei, dove potranno essere smaltite secondo le modalità indicate nella relazione idraulica.
Relativamente ai materiali estratti destinati alla produzione di sabbie e ghiaie è prevista una lavorazione con frantoio mobile ubicato nel piazzale inferiore a quota 1030. Presso il medesimo sito avverrà anche il trattamento dei rifiuti inerti non pericolosi e non contenenti amianto destinati alla ricomposizione paesaggistica del sito in coerenza con quanto contenuto nella D.G.R. n. 671/2019.

Volumetrie previste

Rispetto alla volumetria complessiva del materiale estratto, pari a 80.000 mc in banco, è prevista la seguente ripartizione dei prodotti grezzi:

- ✓ 20% massi per una volumetria in banco di 16.000 mc;

- ✓ 80% tout-venant per una volumetria in banco di 64.000 mc.

In termini di produzione e vendita massi ai 16.000 mc di massi devono essere sottratti circa 400 mc per la realizzazione della scogliera di base, prevista nel progetto di ricomposizione ambientale.

Relativamente al tout-venant, a seguito dei processi di frantumazione e vagliatura è prevedibile una percentuale di scarto del 3,0% pari a circa 2.000 mc.

La volumetria residua pari a 62.000 mc in banco, se convertita considerando un incremento volumetrico del 30 % circa,porta ad un volume in mucchio di 80.600 mc che possono essere arrotondati a 80.000 mc.

Tempi di lavoro

L'intervento si articola in più fasi operative, la cui durata per la fase di coltivazione stimata è di circa 8 anni (100 mesi):

Fase preparatoria (sistemazione strada comunale realizzazione piste di arroccamento e predisposizione opere accessorie): la durata indicativa è pari a 4 mesi; successivamente, attraverso la pista di arroccamento, sarà possibile raggiungere il settore di versante sommitale della cava e dare inizio alla fase estrattiva.

Coltivazione del fronte principale: in questa fase, è previsto il ribassamento progressivo attraverso la realizzazione di una serie di gradoni in roccia. Le volumetrie di scavo previste ammontano a circa 50.000 mc. Prevedendo una estrazione annua di 10.000 mc/anno in banco la durata indicativa è di circa 5 anni (60 mesi).

Sfruttamento in fossa del giacimento: la fase terminale di coltivazione prevede un abbassamento ulteriore del piano basale con la creazione di una fossa. Le volumetrie di scavo previste ammontano a circa 30.000 mc. con durata indicativa di circa 3 anni (36 mesi).

Progetto di ricomposizione paesaggistica

Il progetto proposto, oltre al completamento delle attività estrattive fino all'esaurimento del giacimento, prevede che le aree oggetto di scavo vengano ricomposte sotto il profilo paesaggistico mediante l'apporto di terre e rocce da scavo, rifiuti da estrazione ed *end of waste*, coerentemente con quanto disposto dalla D.G.R. n 672/2019, per un quantitativo di circa 100.000 mc.

Realizzazione del rilevato

La ricomposizione ambientale prevede in prima istanza il riempimento della fossa da q. 1045 e q. 1060 m s.l.m. e, a seguire, la realizzazione di un rilevato di materiali inerti con funzione di consolidamento della porzione basale del fronte e di parziale mascheratura del fronte stesso fino alla quota di 1093 m circa s.l.m.

La parte preponderante del fronte sarà ricoperta quindi da materiali inerti mentre la porzione superiore dell'area estrattiva ed il fronte sommitale pregresso rimarranno visibili,consentendo di evidenziare le caratteristiche litologiche e petrografiche dei materiali oggetto di coltivazione.

Alla quota di base dello scavo in fossa è prevista la realizzazione di un sistema di drenaggio delle acque, costituito da una serie di tubi fenestrati disposti a raggiera in grado di raccogliere le acque di fondo e scaricarle in tubi ciechi posizionati all'interno di fori di smaltimento delle acque, ubicati sul lato valle della fossa stessa. Sui tubi sarà predisposto uno strato di materiale inerte grossolano di spessore compreso fra 0,5 e 1,0 m,per favorire il drenaggio delle acque di infiltrazione.

Una volta terminate le opere preparatorie si procederà con il riempimento della zona ribassata, con sopraelevazione progressiva fino a quota 1060 m s.l.m.

A seguire verrà dato inizio ai lavori di abbancamento previsti fuori terra preceduto da opere preparatorie costituite dalla stesa di uno strato impermeabile di circa 0,5 m alla sommità del riempimento in fossa, sul quale distendere uno strato di materiale drenante di spessore compreso fra 0,5 e 1,0 m associato ad una serie di tubi fenestrati di adeguato diametro. Tale dispositivo è finalizzato a limitare l'infiltrazione delle acque in fossa attraverso la captazione e lo smaltimento delle acque infiltratesi nel rilevato.

Relativamente alla geometria del rilevato, al fine di interrompere la continuità delle scarpate e favorire l'intercettazione delle acque di ruscellamento superficiale, sono stati previsti piani intermedi a quota 1062 m s.l.m. e 1081 m s.l.m. fino a raccordarsi con il piano sommitale a quota m 1093 m s.l.m.

In ottemperanza alla D.G.R. 672/2019 il riempimento sarà effettuato con:

- Rifiuti di estrazione di cui all'articolo 3, comma 1, lettera d) del D.Lgs. 30 maggio 2008 n. 117;
- Terre e rocce da scavo classificate come sottoprodotti ai sensi dell'art. 184-bis del D. Lgs 152/2006 e s.m. e i., secondo i criteri e le procedure definiti dal DPR 120/2017;
- Rifiuti inerti sottoposti ad attività di recupero R10 autorizzate in forma semplificata ex art. 214,215, e 216 o informa ordinaria ex art. 208 del D. Lgs.152/2006, appartenenti alle

seguenti tipologie: costruzione e demolizione, rocce provenienti da cave autorizzate, pietrisco tolto d'opera e terre e rocce da scavo;

- Materie end of waste derivanti da attività di recupero rifiuti conformi alle caratteristiche indicate dal D.M. 127/2024.

Relativamente ai rifiuti di estrazione, ed in particolare ai limi derivati dai processi di coltivazione e successiva frantumazione e vagliatura, si precisa che in parte potranno essere utilizzati per la formazione dello strato impermeabile alla sommità del riempimento in fossa.

Eventuali eccedenze nella produzione di limi dai processi estrattivi possono essere smaltite all'interno del rilevato in costruzione o commercializzate come materiali impermeabilizzanti.

Volumetrie previste e tempi di lavoro (fase di ricomposizione)

Per la fase di ricomposizione ambientale è previsto l'abbancamento in circa 10 anni (120 mesi) di 100.000 mc di terreni sciolti dei quali 3.000 preventivamente stoccati in cava, necessari per il drenaggio delle acque alla base della fossa e per l'impermeabilizzazione alla base del rilevato in elevazione, e 97.000 per le operazioni di abbancamento, compresi i materiali grossolani necessari per la realizzazione dello strato drenante alla base del rilevato; l'apporto mensile di materiali da abbancamento è stato stimato intorno a 10.000 mc/anno (800-850 mc/mese).

I materiali inerti appartengono alle categorie enucleate in precedenza e saranno ripartiti come segue:

Riempimento della fossa: la prima fase di sistemazione ambientale prevede il riempimento del piano basale dello scavo realizzato in fossa. Le volumetrie di abbancamento previste ammontano a circa 30.000 mc. con durata indicativa di 3 anni dei quali 2 mesi necessari per la realizzazione del drenaggio di fondo (comprensivi dei tempi per l'esecuzione di fori di eduzione delle acque a fondo fossa) e 34 mesi per il riempimento della fossa.

Formazione del rilevato principale: per il completamento del progetto di ricomposizione ambientale le volumetrie di abbancamento previste ammontano a circa 70.000 mc, con durata indicativa di 7 anni (84 mesi).

I tempi necessari al completamento della sistemazione finale sono indicativi e prorogabili a seconda delle richieste di materiali e dei tempi di conferimento dei materiali di riempimento.

Contestualmente allo sviluppo in elevazione del rilevato saranno massi in opera, lungo le scarpate, sistemi di rinforzo corticale delle superfici esposte mediante processi di inerbimento e impianto vegetazionale ai quali potranno essere associati interventi riconducibili all'ingegneria naturalistica, quali palizzate semplici, viminate, ecc.

4. LE SORGENTI SONORE

Le macchine/attrezzature che verranno utilizzate per le varie attività lavorative (preparazione, coltivazione, sistemazione finale) sono le seguenti:

- escavatore idraulico cingolato CAT 330 NG



- escavatore idraulico cingolato CAT 323 D



(gli escavatori sono attrezzati con benna e con martello demolitore)

- pala gommata CAT 938 M



- perforatrice idraulica cingolata CMV MK 600M



- gruppo elettrogeno - motogeneratore (tipo GEN SET MG5000) da 5 kW



- motocompressore portatile (tipo KAESER Mobilair M 20)



- impianto mobile di frantumazione a mascelle KEESTRACK B3V



- vaglio mobile per setacciatura POWERSCREEN Warrior 1400



- autocarri a 3 / 4 assi per trasporto materiale.



I dati di caratterizzazione acustica (livello di potenza sonora Lw o livello di pressione sonora Lp) delle sorgenti suddette sono desunti dalle schede tecniche dei produttori (se disponibili), oppure da banche dati certificate (quali CPT Torino/INAIL, utilizzando in ogni caso i livelli sonori di macchine equivalenti); in alcuni casi si farà riferimento a rilievi fonometrici eseguiti personalmente presso attività estrattive aventi le stesse caratteristiche tipologiche di quella in studio.

Nello specifico c'è da tenere presente che le certificazioni acustiche, eseguite in conformità agli standards normativi, sono riferite a condizioni di funzionamento a vuoto, anche se con il motore ad elevato regime: nel caso ad esempio del frantoio a mascelle è evidente che durante la frantumazione dei blocchi la rumorosità emessa può essere maggiore di quella a vuoto.

Da un'analisi della letteratura tecnica è emersa una grande variabilità di valori di emissione sonora per gli impianti di frantumazione, anche se di caratteristiche tecniche similari: si è quindi optato, a titolo cautelativo, di non utilizzare il dato di certificazione acustica fornito dalla ditta produttrice, ma di fare riferimento ai valori riscontrabili in letteratura per un impianto simile in piena attività.

sorgente	*Lw [dB(A)]*	*Lp [dB(A)]*	*fonte*
Escavatore CAT 330 NG	103	-	Scheda tecnica produttore
Escavatore CAT 323 D	102	-	Scheda tecnica produttore
Escavatore con martellone	125	-	CPT Torino/INAIL scheda 109
Pala CAT 938 M	101	-	Scheda tecnica produttore

sorgente	*Lw [dB(A)]*	*Lp [dB(A)]*	*fonte*
Perforatrice	109.7	-	Dato di letteratura (*)
Motogeneratore GEN SET MG 5000	98	73 a 7 m	Scheda tecnica produttore
Motocompressore KAESER M20	97		Scheda tecnica produttore
Frantumatore a mascelle KEESTRACK B3V	119	-	Dato di letteratura (**)
Vaglio mobile POWERSCREEN Warrior 1400	-	97.6 a 1 m	Scheda tecnica produttore
Autocarro	103	-	CPT Torino/INAIL Rif.: 940-(IEC-72)-RPO-01
Sparo volata mine in banco di roccia		81.2 a 400 m	Banca dati personale

(*) Vedi documento n° 7 - Verifiche di ottemperanza Modello Matematico Qualità Rumore per progetto esecutivo razionalizzazione accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente, Ports of Genoa - RINA

(**) Vedi documentazione acustica per impianto mobile di frantumazione REV GCR 106 con livello di potenza sonora a medio carico (117.6 dB(A)) e a pieno carico (118.8 dB(A)).

Relativamente all'impatto generato dal traffico dei mezzi, tenendo conto delle volumetrie di scavo previste, dei tassi di estrazione annua e di quelli di abbancamento e ricomposizione finale, nonché della durata stimata delle varie fasi con i giorni lavorativi annui e la portata degli autocarri, è stato stimato il flusso medio di mezzi/giorno, pari a 5; considerando i viaggi di andata/ritorno, il numero diventa 10 mezzi/giorno (5+5). Tale traffico, una volta immesso sulla viabilità locale (SS 28 Nord), è da considerarsi trascurabile in rapporto agli attuali volumi di traffico che insistono su tale asse viario.

Sono comunque possibili interventi per migliorare nel tempo la viabilità e per mitigare l'impatto derivato dal transito di automezzi, quali:

- ✓ effettuazione del trasporto in orari tali da non interferire con il servizio di trasporto pubblico e negli orari di maggior traffico veicolare;
- ✓ attivazione del contatto radio tra automezzi;

- ✓ massa in opera di accorgimenti per evitare il rilascio di fango e detriti sulla sede viaria.

Riguardo 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 pochi 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 sia nell'impianto di frantumazione sia sugli automezzi da trasporto.

Per quanto riguarda l'esplosivo per demolire i fronti di roccia tenace durante la coltivazione del giacimento,la tecnica usata in passato 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 idraulica 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.

Si prevede di impiegare il seguente personale:

- n° 1 escavatorista e fuochino in cava;
- n° 1 palista in cava e frantoio e autisti camion

Questo comporta anche vincoli al numero massimo di attività e sorgenti sonore attivabili (o funzionanti) contemporaneamente.

5. VALUTAZIONE DELLE IMMISSIONI SONORE

Dopo aver caratterizzato le sorgenti sonore specifiche dell'attività estrattiva in oggetto, si stimerà la rumorosità immessa presso quelli che risultano i ricettori maggiormente esposti, da identificarsi soprattutto con le abitazioni o assimilabili che sono le più vicine all'area di coltivazione della cava.
Per calcolare l'energia sonora che si propaga dalle zone di lavorazione ai ricettori esposti verrà utilizzato un modello numerico di simulazione (IMMI Plus, © Wolfel Group), unitamente ad una serie di algoritmi analitici applicati al processo di schematizzazione dell'emissione acustica.

5.1 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Il paesaggio in cui è collocata la cava Rivarini, è inserito in un contesto a bassa pressione antropica: le abitazioni più vicine corrispondono alla frazione Nava, lungo la SS 28.
Per la scelta dei ricettori "sensibili" potenzialmente esposti alle emissioni sonore dovute alle varie attività lavorative (fase di preparazione, coltivazione e sistemazione finale), si sono individuate in primo luogo le abitazioni o assimilabili più vicine di cui sopra, trascurando manufatti rurali o costruzioni di tipo industriale (centrale elettrica):

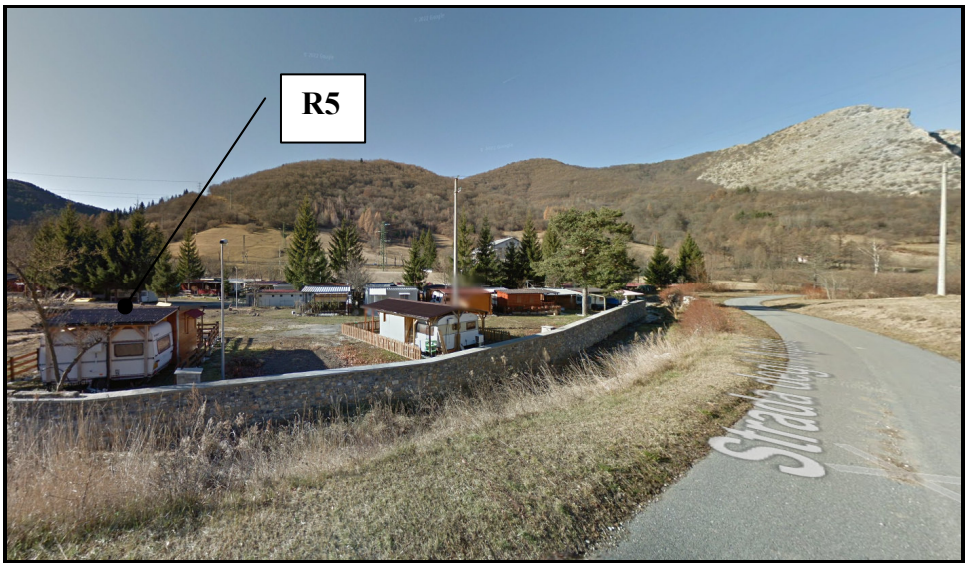
Ricettore	Descrizione
R1	Edificio abitativo – Case Morisi
R2	Edificio abitativo a schiera – Via Nazionale 165
R3	Edificio abitativo – Via Nazionale 120
R4	Hotel Ristorante L'Alpino
R5	Campeggio Alpino

L'area della cava ed i ricettori individuati sono evidenziati nell'estratto cartografico (C.T.R. scala 1:5000), ed anche nella ripresa satellitare (Google Maps) riportati in allegato 1.


R1


R2


R4
R3
SS28


R5

5.2 IL MODELLO NUMERICO DI SIMULAZIONE IMMI (© WÖLFEL Group)

Lo studio della propagazione del rumore è stato effettuato mediante il codice di calcolo IMMI, che è un applicativo per ambiente Windows specificatamente progettato per l'acustica previsionale ed il cosiddetto “noise mapping”.

Questo codice di tipo modulare contiene algoritmi per il calcolo del rumore di qualunque provenienza, ad es. traffico veicolare, ferroviario, rumore industriale, traiettorie aeree ecc.

IMMI si avvale di tecniche di calcolo improntate alle teoria del “ray-tracing inverso” attraverso la quale è possibile tenere in opportuno conto la divergenza geometrica e le attenuazioni in eccesso, nonché gli effetti di attenuazione, assorbimento, riflessione e rifrazione delle onde durante la propagazione dell’energia sonora in ambiente complesso.

Il modello è sviluppato appositamente per fornire i valori del livello di pressione sonora nei diversi punti del territorio in esame e/o all’interno di ambienti, in funzione della tipologia e potenza sonora delle sorgenti acustiche fisse e/o mobili, delle caratteristiche dei fabbricati oltre che delle condizioni meteorologiche e della morfologia del terreno.

I calcoli si basano su linee guida riconosciute, descritte come librerie di elementi; nel caso specifico del rumore industriale o equivalente lo standard di calcolo di riferimento è quello della norma ISO 9613.

Le uscite grafiche permettono la visualizzazione dei risultati del calcolo, in forma di Diagrammi di Livelli sonori, Mappe di rumore in facciata, Mappe di rumore in grigliati orizzontali o verticali, Mappe di rumore secondo isofoniche.

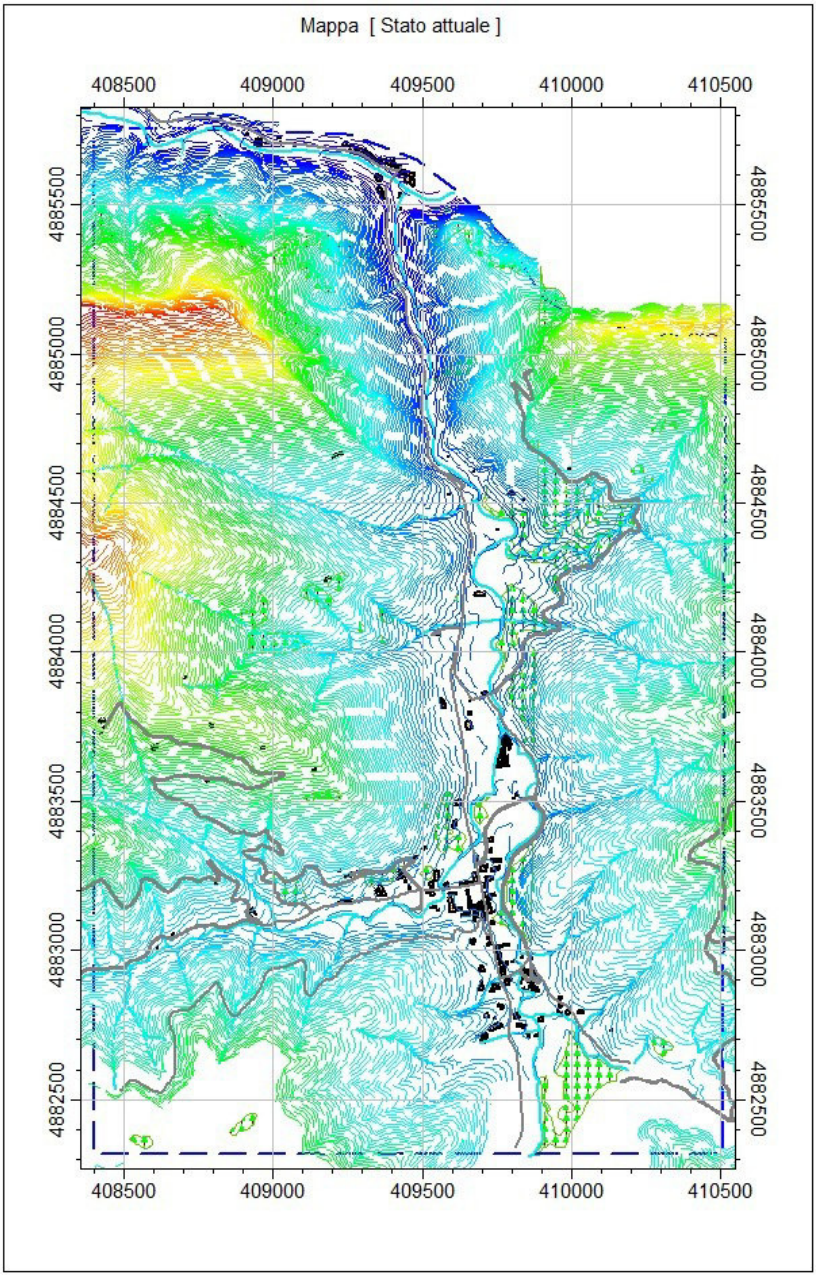
5.2.1 Modellazione del territorio e caratterizzazione delle sorgenti sonore

Nel modulo di input di IMMI vengono gestiti tutti i dati geometrici e descrittivi relativi alle sorgenti sonore e all’ambiente in cui avviene la propagazione dell’energia acustica.

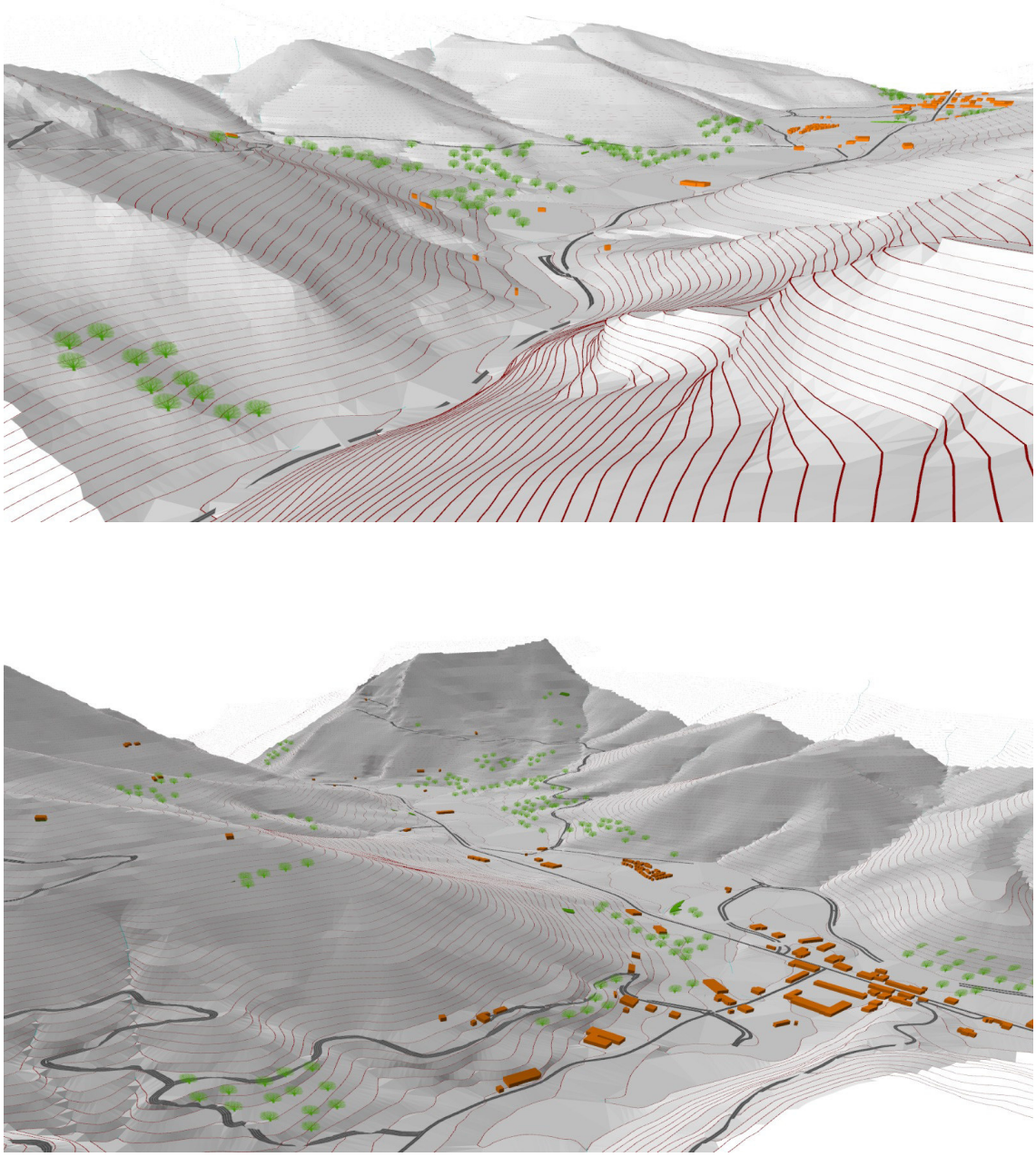
Il modello IMMI ha un’interfaccia DXF che permette di comunicare con i programmi CAD e GIS: nello specifico è stata eseguita una vettorializzazione della cartografia in

formato *raster* dell'area di studio, ottenendo una rappresentazione tridimensionale di tutti gli "oggetti" caratterizzanti la realtà fisica.

In *layer* diversi, secondo la filosofia DXF, si hanno le coordinate georeferenziate x, y e z dei vari elementi della cartografia, quali edificazione (a sua volta distinta in civile, industriale, ecc.), viabilità urbana ed extraurbana, linee plano-altimetriche, e tutti gli altri dati territoriali caratteristici (ad esempio ponti, idrografia, aree verdi, impianti tecnologici, ecc.).



rappresentazione planoaltimetrica 2D dell'area di studio



viste 3D del modello dell'area di studio

Successivamente tutti questi elementi vengono gestiti in modo da associare ad ognuno altri dati caratteristici ed individuarli come sorgenti acustiche oppure come fattori condizionanti la propagazione delle onde sonore. Ad esempio le strade, viste come sorgenti lineari, vanno ancora caratterizzate dal punto di vista geometrico e funzionale: si devono definire il numero di corsie, la larghezza della sede stradale, la pendenza longitudinale e trasversale, la tipologia del manto di copertura, l'eventuale

presenza di semafori, e naturalmente il flusso (orario, giornaliero, diurno o notturno) degli autoveicoli e dei mezzi pesanti, nonchè la loro velocità media.

Le sorgenti sonore di tipo industriale o assimilabili possono essere definite come puntuali, lineari o areali; vanno quindi caratterizzate in funzione della potenza sonora spettrale degli impianti, della direttività orizzontale e verticale delle sorgenti, del loro diagramma temporale di funzionamento, della localizzazione geometrica rispetto ad eventuali superfici che le contengono e dei valori di trasmissione sonora delle superfici stesse.

Gli elementi dell'edificazione sono visti, nei calcoli acustici, come strutture di riflessione/rifrazione o di schermo per le onde sonore. Oltre alle coordinate x, y, z degli spigoli dell'edificio (importate direttamente dalla cartografia vettoriale), vanno definite le proprietà di assorbimento/riflessione della facciata, il numero di piani e la forma del tetto.

L'effetto del reale andamento topografico territoriale e della tipologia di terreno sulla propagazione sonora vengono presi in considerazione mediante le curve di livello, la differenza di altezza fra sorgente e ricevitore e coefficienti di assorbimento o riflessione per il "ground effect".

Nella simulazione di uno "scenario" acustico, un fenomeno di per sè estremamente complesso viene astratto secondo un modello matematico. Si ricordi quindi che i modelli non sono una ricostruzione completa della realtà, ma una rappresentazione semplificata e coerente delle principali leggi fisiche che la descrivono.

5.3 LA SIMULAZIONE ACUSTICA

Una simulazione consiste di due processi distinti: la modellazione, cioè la descrizione semplificata delle sorgenti sonore e delle caratteristiche topologiche dell'ambiente di studio, ed il calcolo dei livelli sonori, secondo standards che riproducono le leggi fisiche dell'acustica.

Una mappa acustica viene creata iterando i processi di calcolo per i singoli ricevitori e le varie sorgenti, che, essendo indipendenti, sono considerate separatamente. I

risultati dei contributi di tutte le sorgenti possono essere sommati ad ottenere il livello di immissione, usando la formula:

$$L_i = 10 * \log\left(\sum_j 10^{L_{ij}/10}\right)$$

Il contributo della singola sorgente può essere descritto da:

$$L_{ij} = L_{wj} - C_1 - C_2 ..... C_n$$

dove

L_{ij} = livello di immissione al ricevitore i-esimo dovuto alla sorgente j-esima

L_{wj} = livello di potenza sonora (o livello di emissione) della sorgente j-esima

C_1 ..... C_n = coefficienti che descrivono diversi aspetti della propagazione dell'energia sonora, quali ad esempio l'attenuazione con la distanza, la riflessione, l'effetto schermo, l'assorbimento, il *ground effect*, ecc.

In riferimento allo standard ISO 9613 - 1, 2 per il rumore di origine industriale:

Il livello di pressione sonora per una singola frequenza L_s presso un ricevitore è dato dalla seguente formula:

$$L_s = [L_w + D_1 + K_o] - [D_s + \Sigma D]$$

dove

L_w potenza sonora

D_1 direttività della sorgente

K_o modello sferico

D_s attenuazione geometrica

ΣD contributo di diversi fattori, quali assorbimento dell'aria, *ground effect*, schermature, ecc.

K_o viene definito dall'angolo solido spaziale Ω

$$K_o = 10 \log\left(\frac{4\pi}{\Omega}\right)$$

L'attenuazione geometrica di una sorgente puntiforme nello spazio libero è uguale a:

D_s = 20 log (distanza sorgente - ricevitore) + 11 dB(A)

L'assorbimento dell'aria è calcolato in accordo alla normativa ISO 9613

L'attenuazione del terreno (D_{BM}) dipende dall'altezza media della linea di vista rispetto al terreno (H_m) e dalla distanza sorgente - ricevitore (S_m):

$$D_{BM} = 4.8 - 2*\frac{H_m}{S_m}*\left(17+\frac{300}{S_m}\right)$$

L'effetto di schermo è calcolato con la formula

$$D_Z = 10\log\left(C_1 + \frac{C_2}{\lambda}*C_3*Z*K_W\right)$$

dove

λ lunghezza d'onda del suono

Z *extra path length*

C_1 costante = 3

C_2 costante che vale 20 per calcoli normali e 40 se si tiene conto esplicitamente della riflessione del terreno

C_3 fattore = 1 per un singolo schermo

$$= \left[1+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2\right] / \left[\frac{1}{3}+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2\right] \text{ altrimenti}$$

K_w fattore di correzione = $\exp\left[-\sqrt{A_q * A_a * S_m} / 2Z\right]$

A_q distanza sorgente - schermo

A_a distanza schermo - ricevitore

S_m distanza sorgente – ricevitore.

5.4 MODALITÁ OPERATIVE

La gestione operativa delle simulazioni in IMMI è suddivisa in una parte di ricerca ed in una parte di calcoli acustici. Per quanto riguarda la prima parte, IMMI usa un metodo settoriale (*ray - tracing inverso*): partendo da un ricevitore, viene lanciato un "raggio" che fa la scansione della geometria modellizzata, alla ricerca degli elementi "attivi" e "passivi", quali sorgenti, schermi, riflettori, ecc. Il raggio di ricerca e quello successivo,

lanciati con un incremento angolare costante (il valore di default è 1°), formano un triangolo: poichè i triangoli si uniscono gli uni agli altri, viene coperto l'intero spazio attorno al ricevitore, mentre un semplice fascio di raggi non riuscirebbe a fare la scansione delle componenti che si trovassero tra i raggi.
Quando IMMI trova una sorgente nella direzione di ricerca, ne calcola automaticamente il contributo parziale al livello di immissione presso il ricevitore: le sorgenti lineari sono divise in segmenti intercettati dal triangolo di ricerca, mentre le sorgenti areali vengono suddivise in triangoli componenti fintanto che non ricadono completamente nel settore di ricerca.
Logicamente esiste una relazione inversa tra l'accuratezza del metodo di ricerca ed il tempo di calcolo: un buon compromesso (che comunque garantisce di più la precisione) nell'esecuzione delle simulazioni ha portato a fissare incrementi dell'angolo di ricerca di 5°; la generazione dei raggi è stata limitata ad un numero massimo di riflessioni pari a 3 o parallelamente ad una perdita di energia sonora di 15 dB(A) per riflessione: questo perchè la complessità dell'algoritmo è proporzionale al numero di raggi dal ricevitore, ma aumenta esponenzialmente con il numero di riflessioni.
I risultati delle simulazioni e dei calcoli acustici possono essere visualizzati mediante una *grid noise map*, che rappresenta quindi i livelli sonori risultanti nelle celle di una griglia regolare.
La quota dei ricevitori nella griglia viene generata mediante un DGM (Digital Ground Model), che opera una triangolazione sugli elementi geografici: il numero di nodi ottenuti nel modello del terreno è pari a 201264.
Infine, ottenuta una *grid noise map*, si può generare una mappa degli isolivelli mediante un algoritmo di interpolazione (con spline di Bezier) che crea le curve che uniscono punti con lo stesso valore di rumorosità.

L'area di simulazione è evidenziata in tratteggio giallo nell'estratto cartografico riportato in allegato 1.

Ai fini della rappresentatività delle modellizzazioni acustiche, si sono simulate le tre fasi operative del programma di coltivazione e ricomposizione della Cava Rivarini, cercando di identificare le sottofasi o situazioni lavorative più importanti in termini del potenziale impatto acustico sui ricettori individuati. Questo lo schema risultante:

Fase	Situazione lavorativa	Codice
Opere preparatorie	Sistemazione strada sterrata di collegamento a cava	1-A
Opere preparatorie	Sistemazione pista arroccamento in cava	1-B
Coltivazione	Realizzazione fori per esplosivo e movimentazione materiale	2-A
Coltivazione	Disgaggio/frantumazione blocchi e movimentazione materiale	2-B
Coltivazione	Impianto frantumazione con vaglio, utilizzo pala ed autocarro in trasporto	2-C
Coltivazione	Impianto frantumazione con vaglio ed utilizzo escavatore	2-D
Ricomposizione	Riempimento fossa	3-A
Ricomposizione	Formazione del rilevato	3-B

Lo schema delle simulazioni con IMMI è:

Situazione lavorativa	Sorgente	Quota
1-A	escavatore	940 m
1-B	escavatore	1070 m
2-A	perforatrice cingolata pala	1080 m 1080 m
2-B	escavatore con martellone pala	1090 m 1090 m
2-C	impianto di frantumazione e vaglio pala autocarro	1030 m 1060 m 1020 m

Situazione lavorativa	Sorgente	Quota
2-D	impianto di frantumazione e vaglio escavatore	1030 m 1080 m
3-A	escavatore in fossa pala in fossa autocarro	1050 m 1050 m 1030 m
3-B	escavatore in rilevato pala in rilevato	1090 m 1060 m

5.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Effettuati i run delle simulazioni, si riportano i risultati ottenuti (valori del livello di pressione sonora in dB(A)) presso i ricettori individuati:

Ricettori	Situazione lavorativa							
	Opere preparatorie		Coltivazione				Ricomposizione	
	1-A	1-B	2-A	2-B	2-C	2-D	3-A	3-B
R1	40,4	31,0	30,1	42,6	31,6	31,5	35,5	32,7
R2	38,0	28,7	29,1	38,9	36,9	36,9	33,2	30,6
R3	38,4	28,4	25,6	33,8	36,9	36,8	32,9	30,2
R4	37,7	28,0	24,8	33,4	37,1	37,0	32,5	29,9
R5	26,8	27,4	23,0	29,9	37,1	37,0	31,9	28,6

Nota: i valori simulati sono riferiti a condizioni di funzionamento contemporaneo delle sorgenti considerate per ogni situazione operativa; gli autocarri sono stati simulati come sorgenti puntuali, data la bassa velocità di percorrenza della strada di accesso alla cava (sia in discesa a pieno carico durante la coltivazione, sia in salita a pieno carico durante la ricomposizione).

Riguardo all'operazione di sparo volata mine, poichè la simulazione di un evento impulsivo, assimilandolo ad una sorgente areale, potrebbe essere viziata da un difetto di schematizzazione, ed inoltre nelle specifiche della norma ISO 9613 è esplicitamente esclusa l'applicazione agli scoppi ed alle esplosioni, si è eseguito un calcolo analitico del fenomeno, considerando lo spettro massimo (misurato a 400 m di distanza durante uno sparo mine in un'attività estrattiva similare a quella in oggetto), ed applicando dei fattori di attenuazione legati alla divergenza geometrica dei fronti d'onda (ora ben descritti dal modello sferico), all'assorbimento dell'aria e all'attenuazione per eccesso del terreno (rugosità e vegetazione bassa); questi ultimi due fenomeni entrano in gioco considerando la distanza della propagazione sonora (930 m).

La formulazione analitica è:

$L_p = L_{po} – A_{div} – A_{atm} – A_{veg}$

dove L_p è il livello di pressione sonora da calcolare alla distanza d di circa 930 m (ricettore R1), L_{po} è il livello di pressione sonora misurato sperimentalmente alla distanza d_o di 400 m (81,2 dB(A)), e i termini A_i sono:

$$A_{div} = 20\log\left(\frac{d}{d_o}\right)$$

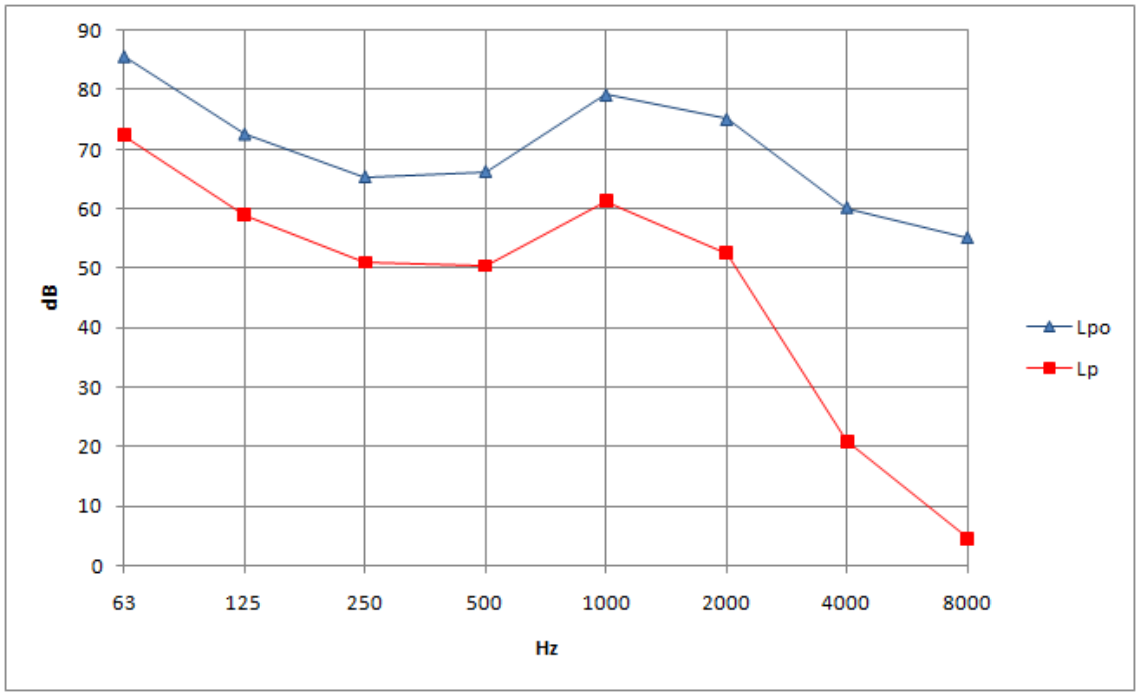
$$A_{atm} = \alpha\frac{d}{100}$$

$A_{veg} \approx$ 6 dB

Il calcolo è esplicitato nella tabella che segue (avendo considerato i coefficienti di assorbimento atmosferico per T = 20 °C e Umidità Relativa = 50%).

SORGENTE sparo volata mine			RICETTORE R1		
frequenza [Hz]	L_{po} [dB]	A_{div} [dB]	α [dB]	pesi curva A	L_p [dB]
63	85,7	7,3	0	-26,2	72,4
125	72,6	7,3	0,04	-16,1	58,9
250	65,4	7,3	0,12	-8,6	51,0
500	66,3	7,3	0,28	-3,2	50,4
1000	79,2	7,3	0,5	0	61,2
2000	75,1	7,3	1	+1,2	52,5
4000	60,2	7,3	2,8	+1	20,8
8000	55,1	7,3	4	-1,1	< 20
	livello totale		**Lp [dB(A)]**		**62,3**

Si ricorda che il valore Lp è il livello massimo istantaneo atteso presso il ricettore R1 in occasione dello sparo volata mine nell'area di coltivazione della cava Rivarini.
Nella seguente figura è visualizzato l'andamento spettrale del livello massimo misurato sperimentalmente presso altra attività analoga a 400 m (L_{po} in blu) ed atteso sul ricettore R1 a 930 m di distanza (L_p in rosso).



Riguardo all'effettivo livello equivalente riscontrabile in R1 durante lo sparo volata mine, tenendo conto che la durata del picco impulsivo può essere valutata cautelativamente in circa 2 secondi, si può ricavare il LAeq su un tempo di integrazione di 1 minuto mediando per il resto dei 58 secondi con il livello di rumore residuo (46,5 dB(A)):
$LAeq_{1\ min}$ = 10log((2*10^(62,3/10)+58*10^(46,5/10))/60) = 50 dB(A)

Quindi su un tempo di misura di 1 minuto, il livello equivalente riscontrabile presso R1 durante lo sparo mine è pari a 50 dB(A): tale livello è contenuto entro il limite differenziale diurno di immissione, infatti 50 - 46,5 = 3,5 < 5 dB(A).

In allegato 2 vi sono due mappe acustiche ad illustrazione delle varie simulazioni eseguite, calcolate all'altezza relativa di 4 m:

Fig. 1: fase di coltivazione 2B

Fig. 2: fase di coltivazione 2C

Da notare nella mappa 2B l'effetto di riflessione e focheggiamento delle onde sonore sul fianco montuoso (Rocca Rossa) nel lato occidentale della strada statale di fondovalle, in posizione frontistante l'area di cava, determinato dall'utilizzo dall'escavatore con martellone a quota 1090 nella cava Rivarini. A causa dell'orografia complessa della zona, piccoli spostamenti delle sorgenti sonore possono determinare nette variazioni dei risultati.

6 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO

Verranno confrontati i livelli sonori dovuti alle attività lavorative previsti nelle varie fasi e situazioni lavorative presso i ricettori individuati, con il clima acustico attuale (stato 0) e con i limiti di immissione vigenti applicabili.

6.1 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA

Come visto nel § 3.1, lo strumento fondamentale che definisce i valori limite di rumorosità sul territorio è il Piano di Zonizzazione Acustica comunale.
Nello specifico il Comune di Pornassio non dispone di tale piano; valgono quindi i limiti provvisori previsti dal DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", che all'art. 6 comma 1 dispone che in attesa della suddivisione in zone del territorio comunale, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità:

	Limite diurno LAeq	Limite notturno LAeq
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/68)	65	55
Zona B (DM 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Per le zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale): 5 dB(A) per il LAeq durante il periodo diurno e 3 dB(A) per il LAeq durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata nel tempo di osservazione del fenomeno acustico negli ambienti abitativi (art. 6 comma 2).

Il DM 1444/68 richiamato dal DPCM 1/3/91 è una norma in materia urbanistica, che definisce le Zone Territoriali Omogenee, tra cui:

A) zone di particolare valore storico, artistico o ambientale o zone contenenti porzioni di aree di questo tipo qualora esse siano da considerarsi parte integrante;
B) zone totalmente o parzialmente edificate diverse da A).

Poiché i ricettori individuati non appartengono a centri storici (zona A) né ad aree residenziali storiche/consolidate (zona B), per essi sono applicabili i limiti validi per tutto il territorio nazionale (70 dB(A) in periodo diurno / 60 dB(A) in periodo notturno).

6.2 ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO - STATO 0

Si ricorda la definizione di "clima acustico", così come riportata nella D.G.R. Liguria n° 534 del 28/5/1999 "Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 2 comma 2 L. R. 20.3.1998 n° 12":
Per clima acustico, sia a fini previsionali che di constatazione e verifica della situazione in essere, deve intendersi la rumorosità propria e abituale, prevedibilmente ripetitiva nelle sue variazioni nel tempo, di una data area.

Per valutare quindi il clima acustico "ante operam" (o stato 0) presso i ricettori scelti per la valutazione dell'impatto acustico, si riportano i dati di una campagna di monitoraggio fonometrico con la tecnica del campionamento presso i ricettori individuati per la valutazione di impatto acustico

Le misure sono state effettuate il giorno 22/10/2025, in periodo di riferimento diurno ed in condizioni atmosferiche standard, con la seguente strumentazione:

- ✓ fonometro integratore / analizzatore statistico LARSON DAVIS, modello 831
- ✓ microfono omnidirezionale BSWA Tech 201 da 1/2" con cuffia antivento
- ✓ tripode orientabile.

La catena fonometrica è in classe 1 ai sensi delle norme EN 60651 e EN 60804.

Prima dell'inizio delle misure si è provveduto alla calibrazione dello strumento con il calibratore LARSON & DAVIS CAL200 al valore di 94 dB a 1000 Hz, ripetendo l'operazione alla fine del ciclo di rilievo e verificando che lo scostamento tra i due valori era di 0.0 dB.

In allegato 3 si riportano le schede di rilevamento conformi al D. D.le Regione Liguria n° 18 del 13/01/2000.

Nelle tabelle seguenti si riassumono i principali risultati delle misurazioni eseguite ed una documentazione fotografica con inquadrato il ricettore e la strumentazione di rilievo:

ricettore 1

LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
46,5	33	63,1	58,6	49,9	39,6	34,7	33,9	33,3



ricettore 2

LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
60,5	41,6	71,1	69,3	65	56	45,3	43,1	41,9



ricettore 3 e ricettore 4

LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
53,5	35,6	67,6	64,1	58,6	44,3	38,3	37,4	36,1



ricettore 5

LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
46	35,1	61	54,7	49	42,4	38,5	37,8	37



Legenda:

- $LAeq = 10\log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p(t)}{p_o} \right)^2 dt$ [dB(A)]

dove p(t) = pressione sonora istantanea, p_o = 20 μPa, $t_2 - t_1$ = tempo di misura (valore arrotondato a 0,5 dB(A))

- LMin, LMax = livello minimo e massimo in costante di tempo Fast [dB(A)]
- LN1, …, LN99 = livelli N-percentile (superati per il N% del tempo di misura) [dB(A)]

Nei rilievi eseguiti la sorgente predominante era data dal traffico veicolare lungo la SS 28; vi è stato il contributo di rumori di tipo naturale (cinguetti, acqua che scorre).

6.3 VERIFICA DELL'IMPATTO ACUSTICO

Avendo simulato i valori di rumorosità attesi presso i ricettori in occasione di varie fasi lavorative e in condizioni peggiorative (corrispondenti cioè all'utilizzo contemporaneo delle attrezzature e delle attività più rumorose), è possibile valutarne l'impatto, cioè confrontare il rumore immesso con i limiti vigenti e con i valori del clima acustico "ante operam".

Innanzitutto i suddetti limiti assoluti sono riferiti all'intero periodo diurno o notturno; nel caso diurno, le valutazioni vanno rapportate alle 16 ore comprese nell'intervallo 6:00÷22:00.

Le attività lavorative della cava si protraggono per un tempo di 8 ore, nelle altre 8 ore il rumore da considerare è dato dal rumore residuo.

Inoltre, le varie situazioni lavorative individuate hanno tempistiche di esecuzione diverse, ma a titolo cautelativo si considereranno i valori simulati estesi a tutto il periodo di riferimento diurno. Inoltre, per ogni ricettore, verranno utilizzati i massimi valori simulati, ottenendo quindi:

Ricettore	Massimo valore simulato	Rumore residuo	Livello di immissione	Limite applicabile
R1	42.6	46.5	48	70
R2	38.9	60.5	60.5	70
R3	38.4	53.5	53.5	70
R4	37.7	53.5	53.5	70
R5	37.1	46	46.5	70

Nota: il livello di immissione è ottenuto dalla somma logaritmica del rumore simulato e del rumore residuo.

Per tutti i ricettori si rispetta il limite diurno applicabile in base al DPCM 1/3/91.

Per quanto riguarda il limite differenziale di immissione, esso va valutato all'interno degli ambienti abitativi e nelle condizioni di massimo disturbo.

L'art. 4 comma 2 del DPCM 14/11/97 prevede che i valori limite differenziali di immissione non debbono applicarsi se il livello del rumore ambientale in periodo diurno sia inferiore a 50 dB(A) misurato a finestre aperte e inferiore a 35 dB(A) misurato a finestre chiuse.
Tenendo conto che la condizione più rappresentativa è quella di finestre aperte (in quanto il rumore proviene da un'attività esterna), e che per tutti i ricettori la condizione di massima rumorosità simulata in esterno risulta sempre inferiore a 50 dB(A), si è sicuramente nell'ambito di non applicabilità del criterio differenziale, e quindi nella categoria di "assenza di disturbo".

E' già stato stimato anche l'evento temporaneo dato dallo sparo volata mine in termini di livello sonoro atteso presso il ricettore R1, sia come livello di picco sia come livello equivalente medio su un minuto: in quest'ultimo caso, considerando la media temporale di un minuto come la minima applicabile in una sessione di rilievo fonometrico di controllo, il dato risulta entro il limite differenziale diurno.

In ogni caso possono esserci marginali probabilità che per specifiche e determinate lavorazioni la differenza tra rumore ambientale e rumore residuo sia superiore al limite di 5 dB(A), ma tale eccedenza ha sicuramente carattere di eccezionalità e di occasionalità, sfuggendo quindi alle valutazioni analitiche qui svolte.

7 CONCLUSIONI IMPATTO ACUSTICO

Utilizzando un apposito codice di simulazione numerico, dopo aver ricostruito in 3D la geometria dell'ambiente di calcolo (in orografia complessa) e considerati i livelli di emissione sonora caratteristici delle macchine operatrici utilizzate e delle attività svolte, sono state simulate diverse configurazioni rappresentative delle varie fasi lavorative nell'area della cava di calcare "Rivarini" a Pornassio (IM), sia per le opere preparatorie, sia per la coltivazione a regime sia per la ricomposizione ambientale finale.

Si sono quindi ricavati i valori di rumorosità previsti in cinque posizioni, corrispondenti ad edifici abitativi (tutti in località Nava), assimilabili ai ricettori maggiormente esposti, presso i quali sono state eseguite misurazioni fonometriche del clima acustico allo stato attuale.

Il confronto con i limiti di rumorosità applicabili previsti dalla vigente normativa nazionale (DPCM 1/3/1991), in quanto il Comune di Pornassio non è dotato di Piano di Zonizzazione Acustica, permette di concludere che le immissioni sonore provocate dalle varie combinazioni di macchine operatrici ed operazioni di lavorazione sono entro i limiti di legge; anche per quanto riguarda la rumorosità determinata dallo sparo mine nei banchi di roccia, i valori attesi mediati su un intervallo di un minuto risultano contenuti entro il limite differenziale di immissione del periodo diurno.

E' inoltre trascurabile, dal punto di vista dell'impatto acustico, il flusso di mezzi che accedono alla cava per le operazioni di carico e trasporto materiale estratto, o che nella fase finale di ricomposizione accedono per il conferimento del materiale di riempimento, in quanto il numero medio giornaliero è quasi irrilevante rispetto all'ordinario traffico veicolare sulla viabilità della zona (SS 28 del Colle di Nava).

Come prescrizioni generali per limitare comunque al minimo la propagazione dell'energia sonora dall'area di lavorazione, considerata anche la tipologia delle sorgenti sonore e la loro disposizione in una zona impervia, si possono indicare:

- mantenere in perfetto stato di efficienza tutte le parti meccaniche e i motori a combustione dei mezzi operatori
- all'atto di acquisto di nuovi mezzi, selezionare quelli con certificazione CE a minore livello di potenza sonora Lw
- durante l'utilizzo dell'impianto di frantumazione a mascelle con vaglio mobile, disporre, per quanto possibile, degli elementi quali blocchi in pietra o barriere di

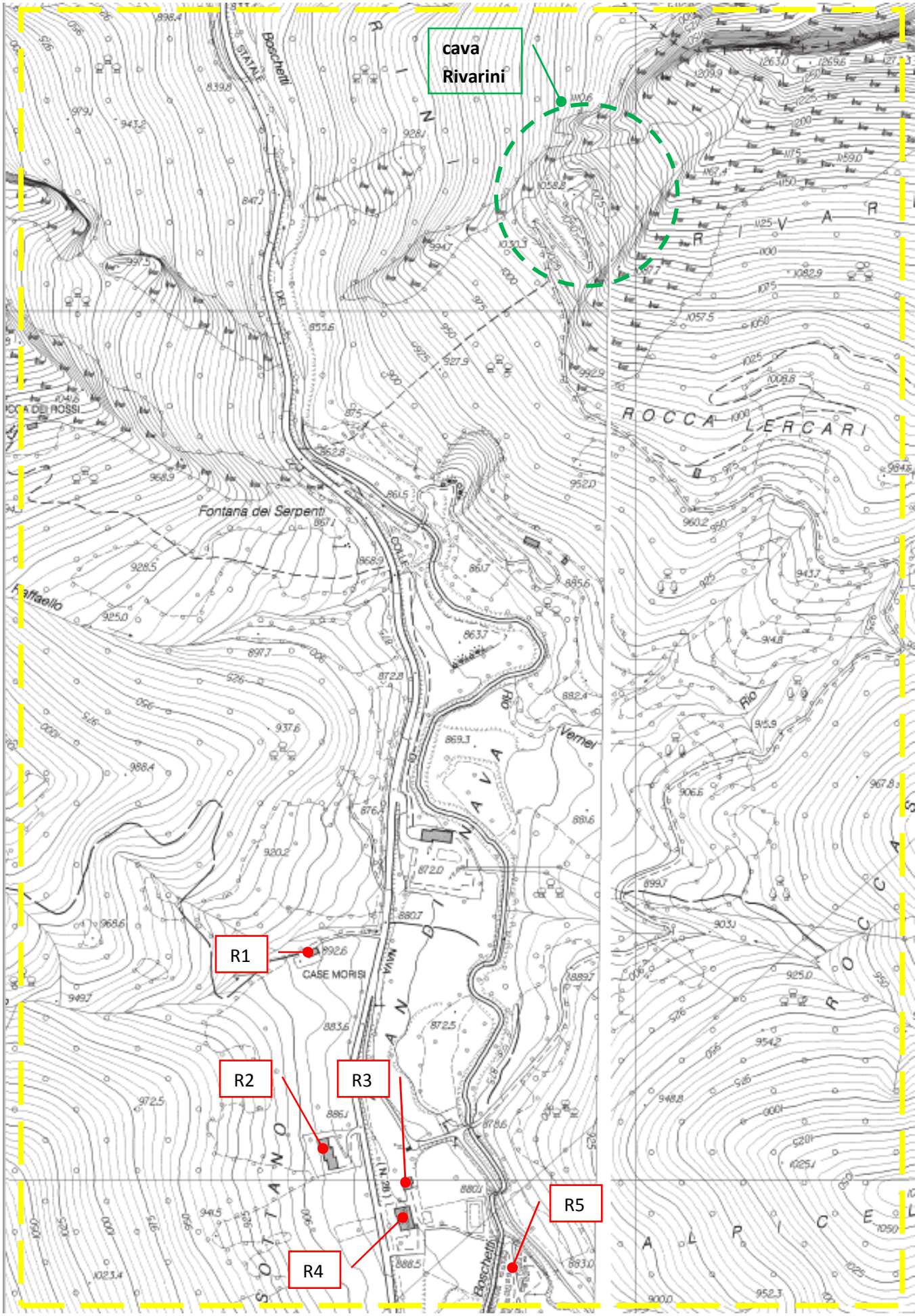
sicurezza modulari in cemento o calcestruzzo, per realizzare una schermatura alla propagazione delle onde sonore verso il fondovalle

- non eseguire possibilmente operazioni di frantumazione blocchi di roccia o lavorazioni analoghe con l'escavatore-martellone se non in posizioni in trincea o comunque schermate da ostacoli naturali o sistemati artificialmente rispetto alla linea di vista con gli edifici abitativi di fondovalle
- tenere i mezzi meccanici in attesa (escavatori, pale, camion) a motore spento
- usare le quantità minime raccomandate di esplosivo per lo sparo volata mine nei banchi di roccia.

Chiavari, 26 Marzo 2026



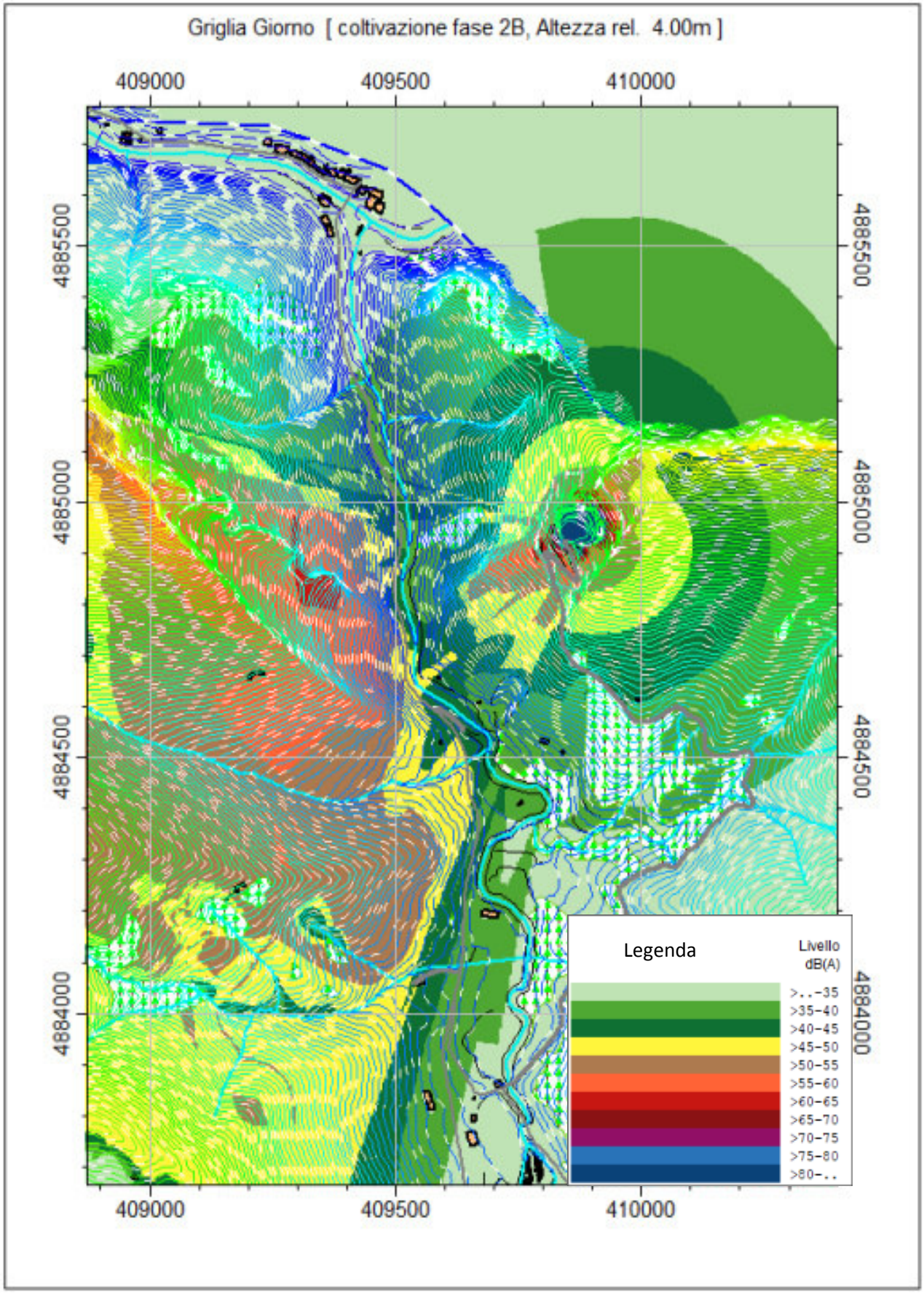
dott. Alberto Lenzi
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
ENTECA n° 2626
D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/96


cava
Rivarini
R1
R2
R3
R4
R5
CASE MORISI
ROCCA LERCARI
Fontana dei Serpenti

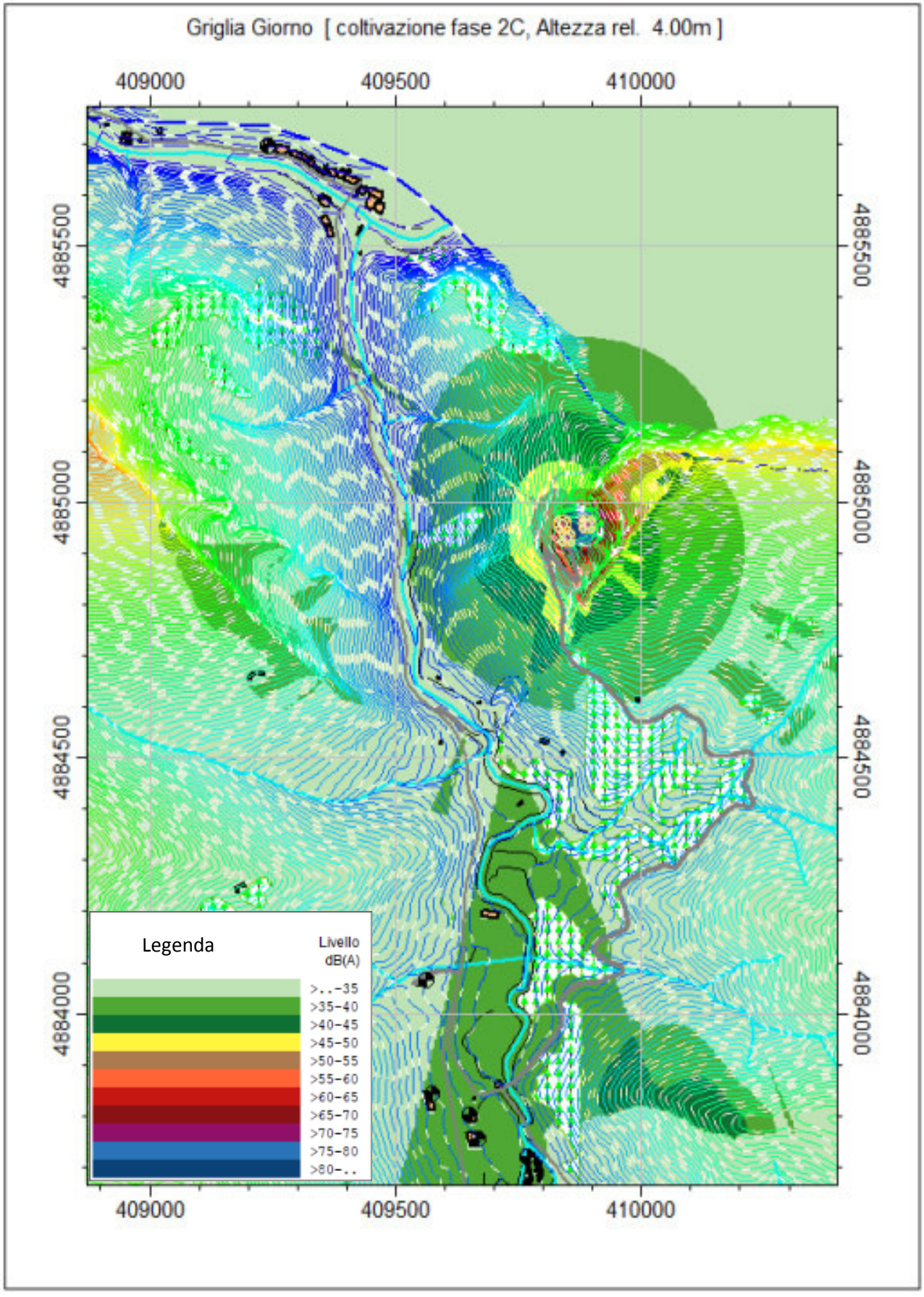
ALLEGATO 1


R1
R2
R3
R4
R5
SS28
Strada degli Alpini
SS28 Nord
Hotel L'Alpino
Campeggio Alpino

ALLEGATO 1


Griglia Giorno [coltivazione fase 2B, Altezza rel. 4.00m]
409000
409500
410000
4885500
4885000
4884500
4884000
Legenda
Livello dB(A)
>..-35
>35-40
>40-45
>45-50
>50-55
>55-60
>60-65
>65-70
>70-75
>75-80
>80-..

ALLEGATO 2


Griglia Giorno [coltivazione fase 2C, Altezza rel. 4.00m]
409000
409500
410000
4885500
4885000
4884500
4884000
Legenda
Livello dB(A)
>..-35
>35-40
>40-45
>45-50
>50-55
>55-60
>60-65
>65-70
>70-75
>75-80
>80-..

ALLEGATO 2

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 4

Caratterizzazione acustica del territorio

Pratica n° **RIVARINI/25/01** Scheda n° **1**

Strumentazione impiegata: **Larson & Davis 831** classe: **1** codice:

S.I.T. **LAT 068** Certificato **52371-A** del **8/3/24**

Data: **22/10/2025** ora rilievi: **dalle 11:10 alle 11:30**

Condizioni atmosferiche: *tempo sereno v vento < 5 m/s, direzione variabile, T = 12°C*

Via: **Nazionale, fraz. Nava - Pornassio (IM)**

Classe acustica: **tutto territorio nazionale (DPCM 1/3/91)**

Fasce di pertinenza infrastrutture di trasporto: **-**

Posizione di misura: **vicino Case Morisi (R1)** Quota s.l.m.: **892 m**

Coordinate Gauss Boaga Lat. N. **4 883 820** Long. E. **1 409 759**

Descrizione dell'area: **area fondovalle**

Rumore prevalente: **naturali, traffico locale** codice: **00.03.02, 21.7.5.2**

Descrizione dell'immissione sonora: **rumore d'area - naturale**

codice: **99.01.02**

T_R: diurno T_o: 30 min T_M: 10 min

Data/ora	LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
22/10/25 11:30	**46,5**	33	63,1	58,6	49,9	39,6	34,7	33,9	33,3

$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,d\ limite}$
46,5	70 dB(A)

$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,n\ limite}$
-	-

Il Tecnico Competente: dott. Alberto Lenzi

(D.G.R. Liguria 3653 del 31/10/96)

Tecnico Competente in Acustica Ambientale Dott. Alberto Lenzi D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1996

ALLEGATO 3

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 4

Caratterizzazione acustica del territorio

Pratica n° **RIVARINI/25/01** Scheda n° **2**

Strumentazione impiegata: **Larson & Davis 831** classe: **1** codice:

S.I.T. **LAT 068** Certificato **52371-A** del **8/3/24**

Data: **22/10/2025** ora rilievi: **dalle 11:40 alle 12:00**

Condizioni atmosferiche: *tempo sereno v vento < 5 m/s, direzione variabile, T = 12°C*

Via: **Nazionale, fraz. Nava - Pornassio (IM)**

Classe acustica: **tutto territorio nazionale (DPCM 1/3/91)**

Fasce di pertinenza infrastrutture di trasporto: **-**

Posizione di misura: **presso civ. 165 (R2)** Quota s.l.m.: **886 m**

Coordinate Gauss Boaga Lat. N. **4 883 934** Long. E. **1 409 574**

Descrizione dell'area: **area fondovalle**

Rumore prevalente: **naturali, traffico locale** codice: **00.03.02, 21.7.5.2**

Descrizione dell'immissione sonora: **rumore d'area - naturale**

codice: **99.01.02**

T_R: diurno T_o: 30 min T_M: 10 min

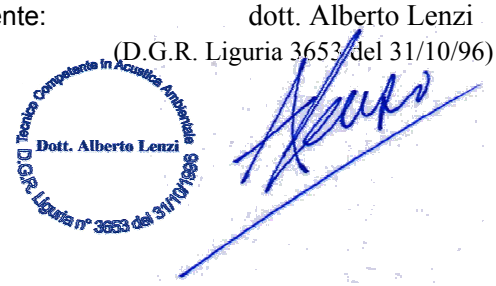
Data/ora	LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
22/10/25 11:50	**60,5**	41,6	71,1	69,3	65	56	45,3	43,1	41,9

$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,d\ limite}$
60,5	70 dB(A)

$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,n\ limite}$
-	-

Il Tecnico Competente: dott. Alberto Lenzi

(D.G.R. Liguria 3653 del 31/10/96)



ALLEGATO 3

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 4

Caratterizzazione acustica del territorio

Pratica n° **RIVARINI/25/01** Scheda n° **3**

Strumentazione impiegata: **Larson & Davis 831** classe: **1** codice:

S.I.T. **LAT 068** Certificato **52371-A** del **8/3/24**

Data: **22/10/2025** ora rilievi: **dalle 12:00 alle 12:20**

Condizioni atmosferiche: *tempo sereno v vento < 5 m/s, direzione variabile, T = 12°C*

Via: **Nazionale, fraz. Nava - Pornassio (IM)**

Classe acustica: **tutto territorio nazionale (DPCM 1/3/91)**

Fasce di pertinenza infrastrutture di trasporto: **-**

Posizione di misura: **presso civ. 120 (R3) e vicino Hotel L'Alpino (R4)** Quota s.l.m. **885 m**

Coordinate Gauss Boaga Lat. N. **4 883 885** Long. E. **1 409 647**

Descrizione dell'area: **area fondovalle**

Rumore prevalente: **naturali, traffico locale** codice: **00.03.02, 21.7.5.2**

Descrizione dell'immissione sonora: **rumore d'area - naturale**

codice: **99.01.02**

T_R: diurno T_o: 30 min T_M: 10 min

Data/ora	LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
22/10/25 12:10	**53,5**	35,6	67,6	64,1	58,6	44,3	38,3	37,4	36,1

$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,d\ limite}$
53,5	70 dB(A)

$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,n\ limite}$
-	-

Il Tecnico Competente: dott. Alberto Lenzi

(D.G.R. Liguria 3653 del 31/10/96)

Tecnico Competente in Acustica Ambientale Dott. Alberto Lenzi D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1996

ALLEGATO 3

Scheda di rilevamento inquinamento acustico tipo 4

Caratterizzazione acustica del territorio

Pratica n° **RIVARINI/25/01** Scheda n° **4**

Strumentazione impiegata: **Larson & Davis 831** classe: **1** codice:

S.I.T. **LAT 068** Certificato **52371-A** del **8/3/24**

Data: **22/10/2025** ora rilievi: **dalle 12:30 alle 12:50**

Condizioni atmosferiche: *tempo sereno v vento < 5 m/s, direzione variabile, T = 12°C*

Via: **Nazionale, fraz. Nava - Pornassio (IM)**

Classe acustica: **tutto territorio nazionale (DPCM 1/3/91)**

Fasce di pertinenza infrastrutture di trasporto: **-**

Posizione di misura: **presso ingresso Campeggio Alpino (I** Quota s.l.m.: **880 m**

Coordinate Gauss Boaga Lat. N. **4 883 820** Long. E. **1 409 759**

Descrizione dell'area: **area fondovalle**

Rumore prevalente: **naturali, traffico locale** codice: **00.03.02, 21.7.5.2**

Descrizione dell'immissione sonora: **rumore d'area - naturale**

codice: **99.01.02**

T_R: diurno T_o: 30 min T_M: 10 min

Data/ora	LAeq	LMin	LMax	LN 1	LN 10	LN 50	LN 90	LN 95	LN 99
22/10/25 12:35	**46**	35,1	61	54,7	49	42,4	38,5	37,8	37

$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,d\ limite}$
46	70 dB(A)

$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,n\ limite}$
-	-

Il Tecnico Competente: dott. Alberto Lenzi

(D.G.R. Liguria 3653 del 31/10/96)

Tecnico Competente in Acustica Ambientale Dott. Alberto Lenzi D.G.R. Liguria n° 3653 del 31/10/1996

ALLEGATO 3