

APPENDICE H
PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO CONNESSO ALLA FASE DI PERFORAZIONE
DELLA TOC

**PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO
CANTIERE**

**TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA
OTRANTO**



INDICE

1	COMPONENTE RUMORE	1
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	1
1.2	NOTIZIE RELATIVE ALLA NUOVA OPERA	1
1.1.1	Identificativi Attivita'	1
1.1.2	Caratteristiche Dell'area Della Nuova Opera	1
1.1.3	Caratteristiche delle Aree Circostanti:	2
1.1.4	Principali Sorgenti Acustiche Presenti Nell'area	2
1.3	RICETTORI RAPPRESENTATIVI	3
1.4	LIMITI ACUSTICI	4
1.2	CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO	6
1.5	CARATTERIZZAZIONE DELLO SCENARIO DI PROPAGAZIONE	7
1.6	CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI DELLA NUOVA OPERA	7
1.8	PREVISIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA	9
1.2.1	Impatto Cantiere	9
1.9	CONDIZIONI DI VALIDITA' DELLA SIMULAZIONE D'IMPATTO ACUSTICO	12
1.2.2	Metodo di Calcolo	14
1.2.3	Criteri Di Validazione Del Modello Di Calcolo	16

ELENCO DELLE TAVOLE

TAVOLE NO.	TITOLO
A	Mappa dell'area con ubicazione ricettori;
B	Ubicazione principali sorgenti sonore;
C	Vista 3D della nuova opera;
D	Mappe delle emissioni sonore.

1 COMPONENTE RUMORE

Scopo del presente studio è la previsione dell'impatto acustico del cantiere di Otranto per la Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) proposta per la posa del tratto terminale della condotta marina del metanodotto Grecia - Italia.

Le caratteristiche degli impianti sono descritte in modo dettagliato nelle relazioni che accompagnano il Progetto e la valutazione d'impatto ambientale.

Lo studio intende prevedere l'entità delle emissioni sonore del cantiere per la di trivellazione orizzontale controllata e valutare il rispetto dei limiti stabiliti dalla Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e dal D.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", individuando le eventuali scelte progettuali necessarie al rispetto dei limiti vigenti.

Nei paragrafi successivi è identificato l'impatto acustico potenziale del cantiere per la TOC, operante a ciclo continuo per sette giorni la settimana.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'art. 8 comma 1 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" 26 ottobre 1995 n. 447, prescrive che i progetti sottoposti a Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, siano redatti in conformità alle esigenze di tutela dall'inquinamento acustico delle popolazioni interessate.

Il comma quattro del suddetto articolo prescrive che le domande per il rilascio di concessioni edilizie, licenze ed autorizzazioni all'esercizio relative a nuovi impianti ed infrastrutture, adibite ad attività produttive, debbano contenere una documentazione di previsione d'impatto acustico resa sulla base dei criteri stabiliti dalla Regione.

La regione Puglia, ha deliberato in materia con la legge regionale 12 febbraio 2002, n. 3 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico" e con la legge regionale del 14 giugno 2007 n. 17 "Disposizioni in campo ambientale".

Nella redazione del documento ci si è quindi attenuti alle indicazioni contenute nelle normative sopra indicate.

Tali norme vanno ad integrare le prescrizioni della legge 447/95 in materia di previsione di impatto acustico e la documentazione di valutazione del clima acustico.

1.2 NOTIZIE RELATIVE ALLA NUOVA OPERA

1.1.1 Identificativi Attività

- *Tipo di attività:* impianto di trivellazione orizzontale controllata (TOC) per posa condotta metanodotto.

1.1.2 Caratteristiche Dell'area Della Nuova Opera

- *Ubicazione:* Il futuro cantiere per la TOC è sito nel comune di Otranto nell'area a Est del porto, (Vedi planimetria in allegato B);

- *superficie*: le coste prossime alla piattaforma risultano pianeggianti;
- destinazione d'uso: Zona D - soggette al progetto Porto (vedi figura 2 – Estratto PRG);
- zonizzazione acustica: classe I.

1.1.3 Caratteristiche delle Aree Circostanti:

Di seguito viene riportato l'estratto del PRG dell'area di studio:

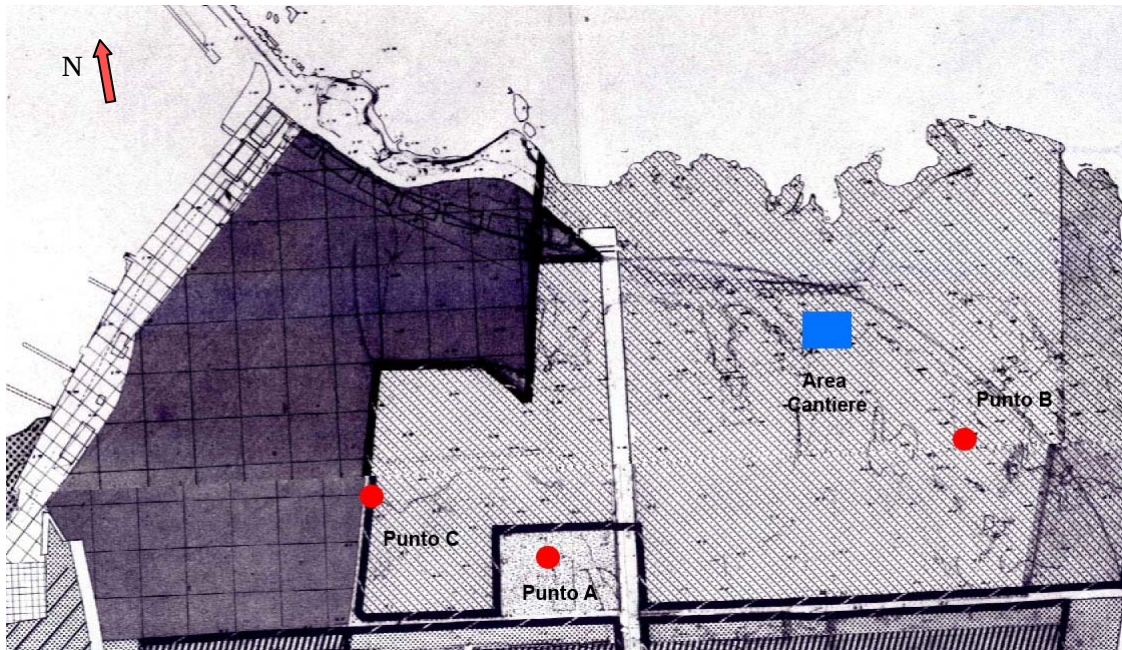


Figura 1 : Estratto PRG Otranto

L'area dove sorgerà il cantiere e i ricettori presso il punto B sono stati classificati come "Zona D - soggette al progetto Porto (██████)".

L'area presso il punto A, Villa Starace a sud rispetto all'area di cantiere, è stata classificata come "Zona C di espansione – verde privato (██████)".

Il punto C, ad Ovest dell'area del futuro cantiere per la TOC, è sul confine "dell'area pubblica di interesse generale – Aeronautica Militare (██████)"

1.1.4 Principali Sorgenti Acustiche Presenti Nell'area

Le principali sorgenti sonore sono rappresentate dal traffico veicolare, dalle attività antropiche e dalla fauna presente. Il moto ondoso delle acque del mare completa il clima acustico dell'area di studio.

1.3 RICETTORI RAPPRESENTATIVI

L'indagine ha interessato il territorio che si estende attorno ai confini del sito di studio. Al fine di disporre di una caratterizzazione dell'ambiente sonoro sono stati individuati i ricettori più significativi prossimi all'area destinata al cantiere TOC.

La loro ubicazione è presentata nella *Tavola A – Ubicazione dei punti di misura*.

Punto di misura A

Località: Villa Starace, Misura ad un metro dalla recinzione e a 1,5 m da terra.

Classe acustica: I;

Principali sorgenti:

- Traffico Veicolare;
- Avifauna, moto ondoso, antropici.



Punto di misura B
Località: Area SIC, Misura ad 1,5 m da terra.
Classe acustica: I;
Principali sorgenti:
- Traffico Veicolare;
- Imbarcazioni;
- Moto ondoso, avifauna.



Punto di misura C
Località: Caserma aeronautica militare, misura ad 1 m dalla recinzione a 4 m da terra.
Classe acustica: III
Principali sorgenti:
- Traffico Veicolare;
- impianti e attività caserma.



1.4 LIMITI ACUSTICI

Le aree abitative e quelle frequentate da comunità o persone più vicine all'area di studio sono site nel territorio del Comune di Otranto che ha adottato la zonizzazione acustica,

secondo quanto previsto dall' art. 6, comma 1, lettera a, della legge 26 ottobre 1995 n.447 "Legge Quadro".

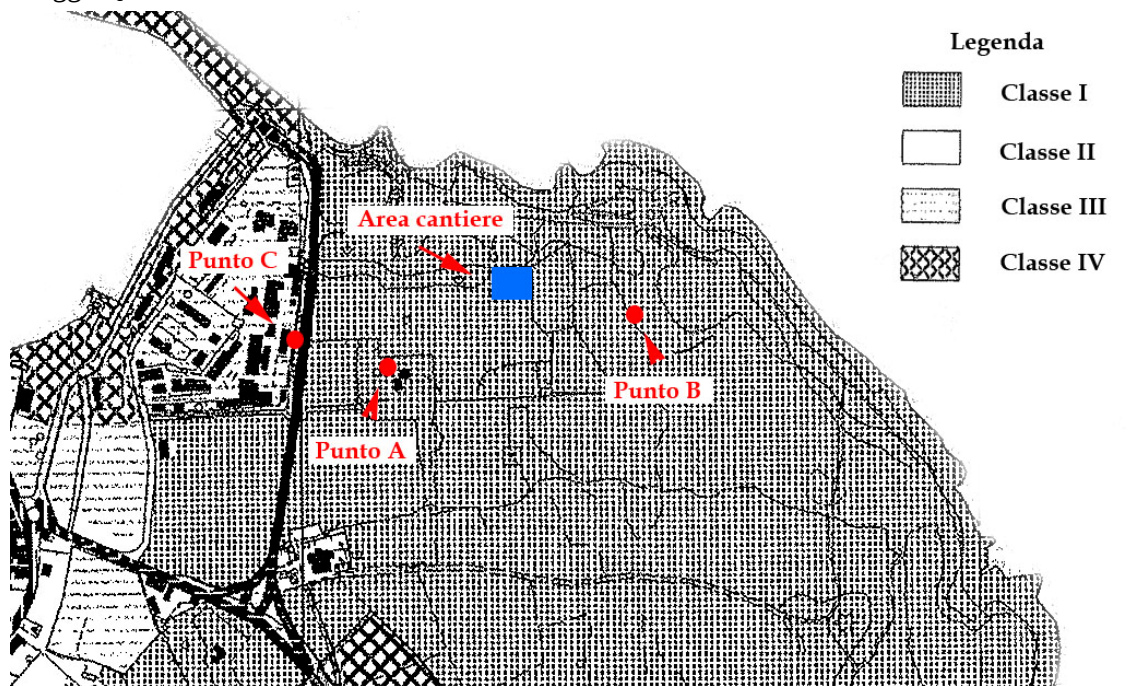


Figura 2 : Stralcio Zonizzazione Acustica Otranto.

L'area di cantiere, i punti di misura A e B ricadono in Classe I, al punto C è stata assegnata la classe III:

I limiti per la classe I sono:

Limiti di Immissione

Limite diurno 50 dB(A), notturno 40 dB(A).

Limiti di emissione

Limite diurno 45 dB(A), notturno 35 dB(A).

I limiti per la classe III sono:

Limiti di Immissione

Limite diurno 60 dB(A), notturno 50 dB(A).

Limiti di emissione

Limite diurno 55 dB(A), notturno 45 dB(A).

Data l'attività continua nelle 24 ore degli impianti TOC, l'analisi relativa alla rumorosità degli impianti si concentrerà sui limiti più restrittivi: quelli presenti nel periodo notturno.

Gli impianti di trivellazione sono soggetti anche al rispetto del criterio differenziale.

Il criterio differenziale non si applica all'interno delle aree esclusivamente industriali e nei seguenti casi, poiché ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

I limiti differenziali sono stati stabiliti eseguendo una campagna di misure del rumore ante operam e sono indicati nella *tabella 2* che, al termine del paragrafo successivo, riassume i limiti per la nuova opera.

1.2 CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO

Nella campagna di rilievi eseguita nei giorni 16 – 17 ottobre 2007 l'area è stata caratterizzata con misure a campionamento presso i recettori più significativi (per i dettagli sulla metodologia e gli strumenti di misura si rimanda alla relazione di monitoraggio acustico riportata in Appendice A)

Di seguito, in *Tabella 1*, sono riportati i valori rilevati nella campagna di misure ante operam.

Tabella 1- Clima Acustico Ante Operam

RICETTORI	Periodo Diurno	
	LAeq	LA90
A	42,5	36,0
B	41,5	38,0
C	58,0	44,0
	Periodo Notturno	
A	44,5	40,5
B	46,0	43,5
C	48,5	33,0

I limiti acustici a cui la nuova opera è soggetta sono riportati nella seguente *tabella 2*.

Tabella 2- Sintesi Limiti Acustici

Ricettori	Limiti immissione	Limiti	Limiti Differenziali
Periodo Diurno			
A	50	45	47,5
B	50	45	46,5
C	60	55	63
Periodo Notturno			
A	40	35	47,5
B	40	35	49
C	50	45	51,5

Il valore dei limiti differenziali è stato ottenuto sommando 5 dB ai valori diurni e 3 dB ai valori notturni del clima acustico ante operam. Nei punti A e B (classe I) i limiti d'emissione sono inferiori ai livelli di applicabilità del criterio differenziale v. pag. 5 *Limiti previsti dal Criterio Differenziale*.

I limiti più restrittivi per gli impianti TOC risultano essere quelli di emissione notturni.

1.5 CARATTERIZZAZIONE DELLO SCENARIO DI PROPAGAZIONE

Lo scenario di propagazione è stato inserito nel modello di calcolo impiegando le carte tecniche fornite dal committente. Le altezze e le caratteristiche degli edifici esterni all'area della nuova opera sono state rilevate durante i sopralluoghi eseguiti.

Sono state considerate le proprietà acustiche delle superfici presenti nella porzione di territorio considerata.

Nel calcolo di previsione sono stati introdotti i valori meteorologici di riferimento: temperatura di 15° e umidità del 50 %.

1.6 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI DELLA NUOVA OPERA

Le dimensioni del cantiere per la TOC e dei suoi componenti, nonché le caratteristiche tecniche e sonore delle nuove installazioni, sono stati forniti dal proponente.

Tali dati sono stati valutati alla luce della direzionalità e della composizione delle emissioni, in assenza di dati delle emissioni in frequenza, le potenze delle sorgenti sono state caratterizzate in dB.

La potenza sonora rappresenta l'energia totale emessa da una sorgente ed è l'elemento che caratterizza una fonte sonora indipendentemente dall'ambiente in cui avviene la propagazione, un valore quindi sperimentalmente riproducibile.

La pressione sonora, che è misurata in un punto e ad una distanza precisi, è invece condizionata dal numero di variabili che influenzano la propagazione del suono in un determinato ambiente, un valore difficilmente riproducibile.

La potenza acustica è stata ricavata dal livello di pressione sonora, grazie alla seguente formula per le sorgenti puntuali:



dove L_p è il livello di pressione sonora in dB(A) in corrispondenza del ricettore, L_w è il livello di potenza sonora in dB(A) della sorgente, ponderato rispetto al tempo di riferimento, e $r_0=1$ m e K è un fattore che dipende dalla geometria della sorgente e dalla morfologia del territorio (Vd. Appendice).

La potenza acustica per le sorgenti estese è stata ricavata dal livello di pressione sonora, grazie alla seguente formula:

$$L_w = L_p + 10 \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

dove:

L_w è il livello di potenza sonora in dB(A);

L_p è il livello di pressione sonora medio in dB(A), ad un metro dalla sorgente;

S è la superficie totale, calcolata ad un metro dalla sorgente;

$S_0=1$ m².

Le sorgenti di dimensioni ridotte sono state considerate puntiformi. Le sorgenti di maggiori dimensioni sono state considerate come areali. Questo per la necessità di attribuire condizioni d'emissione più vicine possibili alla realtà, nonostante la letteratura consenta l'uso di sorgenti puntiformi quando sia elevata la distanza dei ricettori.

Le modalità di calcolo per la configurazione del progetto e per la propagazione del suono nell'ambiente circostante, sono state basate sull'individuazione delle potenze sonore di tutte le parti degli impianti individuabili come separate.

Sulla base dei dati forniti dal proponente sono state inserite le caratteristiche geometriche, i valori di potenza acustica e la posizione delle sorgenti identificate nella *Tavola B*. Le principali sorgenti sonore ed i relativi valori di potenza acustica sono elencate nella successiva *tabella 3*.

Tabella 3 : Elenco Principali Sorgenti Sonore Cantiere TOC

N° Unità	SORGENTE	LW dB(A)	ID SORGENTE	
1	Maxi-RIG /NACAP	113	1	
2	Mud Pumps	102	7	8
2	Mixing Units (Recycling Unit)	92	10	9
1	Power Pack	99,8	6	

1.8 PREVISIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA

1.2.1 Impatto Cantiere

L'impatto acustico generato dal cantiere TOC (*trivellazione orizzontale controllata*) è riconducibile alla rumorosità determinata dagli impianti.

La perforazione è da considerarsi come la fase più rumorosa. Gli impianti sono stati considerati, in modo conservativo, tutti in marcia contemporaneamente.

Nello studio d'impatto acustico sono state considerate le seguenti ipotesi conservative:

- contemporaneità del funzionamento di tutte macchine ed impianti;
- massimo regime di marcia di tutte le macchine ed impianti;
- il modello di calcolo impiegato è conforme alla norma Iso 9613 e ne mantiene le assunzioni conservative riguardo la propagazione e l'assorbimento delle emissioni sonore.

In tutti casi ove si sia presentata la scelta tra 2 o più possibilità si è preferita l'opzione più prudente. La somma di ipotesi favorevoli alla propagazione delle emissioni dell'impianto acustico consente un ragionevole margine di sicurezza riguardo l'accuratezza associabile alla previsione dei livelli sonori.

Per valutare l'impatto acustico del cantiere TOC, le caratteristiche delle sorgenti (posizione, livello di potenza acustica, dimensione del fronte d'emissione, sua eventuale direttività) e quelle dello scenario di propagazione (orografia del territorio, attenuazione dovuta al terreno) sono state implementate nel programma di simulazione acustica ambientale Immi 5.3.1 (v. Appendice), conforme alla norma ISO 9613-2.

Il programma ha permesso il calcolo dell'andamento del fronte sonoro a 1,5 m (quota di riferimento per i ricettori A e B) e a 4 m d'altezza (quota di riferimento per il ricettore C) sull'intera area presa in considerazione.

Il primo obiettivo è stato stabilire l'impatto acustico delle sorgenti sonore del cantiere TOC, indipendentemente dal clima acustico presente nell'area.

I risultati delle simulazioni sono riportati nelle seguenti tabelle (*"contributi ai punti di verifica"*) che ci consentono di analizzare il contributo delle singole sorgenti sui ricettori. Nella *tavola B* sono illustrate la posizione delle sorgenti sonore, la posizione del cantiere e quella dei ricettori nell'area di studio nella *tavola A*.

Tavola 4- Contributi al Ricettore A Quota 1,5 m

Ricettore A	Sorgente	Contributo dB(A)
	Maxi-RIG /NACAP	59,2
	Mud Pumps	49,6
	Mixing Units	40
	Power pack	39,6

Tabella 5 : Contributi al Ricettore B Quota 1,5 m

Ricettore B	Sorgente	Contributo dB(A)
	Maxi-RIG /NACAP	63
	Mud Pumps	51,5
	Power pack	45,8
	Mixing Units	41,1

Tabella 6 : Contributi al Ricettore B Quota 4 m

Ricettore C	Sorgente	Contributo dB(A)
	Maxi-RIG /NACAP	58,2
	Mud Pumps	49,1
	Power pack	42,4
	Mixing Units	38,6

La batteria di perforazione (Maxi-RIG /NACAP) è la principale sorgente sonora con un contributo superiore di circa 8 volte a quello delle altre sorgenti. La rumorosità della batteria si sviluppa anche in quota rendendo inefficaci interventi sul lay-out e l'inserimento di barriere silenti.

L'obiettivo finale è stato calcolare il futuro livello di rumorosità ambientale, sommando alle emissioni dell'impianto TOC alla rumorosità residua.

Il clima acustico post operam è stato calcolato sommando logaritmicamente le emissioni sonore dei futuri impianti (*Colonna III*) , ai livelli di rumorosità rilevati nella campagna di misure eseguite nei giorni 16 e 17 ottobre 2007 (*clima ante operam Colonna II*). I dati sono riportati nella successiva *tabella 7* e confrontati con i limiti acustici vigenti.

Tabella 7 : Calcolo Clima Acustico Post Operam e Confronti con i Limiti Vigenti

Pto	Rumorosità Diurna									
	CLIMA ACUSTICO ANTE OPERA M LAeq	EMISSIONI FUTURE OPERE	CLIMA POST OPERA IMMISSIONI	VARIAZIONE CLIMA ACUSTICO	LIMITI IMMISSIONE IN AMBIENTE ESTERNO	SUPERAMENTO LIMITI IMMISSIONE	LIMITI EMISSIONE IN AMBIENTE ESTERNO	SUPERAMENTO LIMITI EMISSIONE	LIMITI IMMISSIONE IN AMBIENTE ABITATIVO	SUPERAMENTO LIMITI DIFFERENZIALI
A	42,5	59,8	59,9	17,4	50	9,9	45	14,8	47,5	12,4
B	41,5	63,4	63,4	21,9	50	13,4	45	18,4	46,5	16,9
C	58	58,9	61,5	3,5	60	1,5	55	3,9	63	-1,5
Pto	Rumorosità notturna									
	CLIMA ACUSTICO ANTE OPERA M LAeq	EMISSIONI FUTURE OPERE	CLIMA POST OPERA IMMISSIONI	VARIAZIONE CLIMA ACUSTICO	LIMITI IMMISSIONE IN AMBIENTE ESTERNO	SUPERAMENTO LIMITI IMMISSIONE	LIMITI EMISSIONE IN AMBIENTE ESTERNO	SUPERAMENTO LIMITI EMISSIONE	LIMITI IMMISSIONE IN AMBIENTE ABITATIVO	SUPERAMENTO LIMITI DIFFERENZIALI
A	44,5	59,8	59,9	15,4	40	19,9	35	24,8	47,5	12,4
B	46	63,4	63,5	17,5	40	23,5	35	28,4	49	14,5
C	48,5	58,9	59,3	10,8	50	9,3	45	13,9	51,5	7,8

La simulazione dell'impatto acustico degli impianti evidenzia il superamento dei limiti d'emissione (*colonna IX*) presso i ricettori più vicini all'area del cantiere TOC. I limiti di immissione sono superati nel periodo diurno e notturno (*colonna VI*). I limiti differenziali (*colonna XI*) sono sempre superati salvo nel periodo diurno presso il punto C.

Nelle *tavole D* (rispettivamente a quota 1,5 m e 4 m) sono riportate le mappe con l'andamento delle emissioni sonore nell'area di studio.

Nelle aree naturali ed agricole ad est e a sud del cantiere non sono presenti abitazioni sino ad una distanza di circa 400 m, salvo Villa Starace (punto A), edificio di villeggiatura.

La zona portuale divide il centro di Otranto dal cantiere TOC. Gli edifici della caserma militare dell'aeronautica ed il muro alto 3-3.5 m che la cinge, schermano le aree portuali (site ad una quota inferiore) dal cantiere. Le mappe delle emissioni sonore evidenziano che nell'area ad Ovest della caserma in corrispondenza del porto i livelli di rumorosità sono inferiori ai limiti di zona.

La regione Puglia ha stabilito che le emissioni sonore, provenienti da cantieri edili, sono consentite negli intervalli orari 7.00 - 12.00 e 15.00 - 19.00, fatta salva la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa dell'Unione Europea e il ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo, salvo deroghe autorizzate dal Comune. Il cantiere avrà una durata stimata di 60 giorni.

Per le attività di cantiere che determinano il superamento dei limiti, dovrà essere inoltrata la richiesta di deroga ai limiti al Sindaco del Comune di Otranto, come previsto dall'art. 6.1.h della legge 447/95 "Domanda di autorizzazione in deroga ai limiti del regolamento per

attività rumorosa temporanea”. Qualora le attività rumorose si dovessero protrarre, è necessario individuare gli interventi di contenimento delle emissioni sonore.

1.9 CONDIZIONI DI VALIDITA' DELLA SIMULAZIONE D'IMPATTO ACUSTICO

Le previsioni riportate nei precedenti paragrafi mantengono la loro validità, qualora i dati relativi alla rumorosità emessa dagli impianti, le caratteristiche degli insediamenti circostanti e le componenti del rumore residuo, mantengano la configurazione e le caratteristiche ipotizzate. Il margine d'errore è quello previsto dalla norma ISO 9613-2 e dipende principalmente dall'approssimazione dei dati di pressione acustica relativi alle macchine.

APPENDICE - DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il programma utilizzato per i calcoli di previsione della rumorosità dovuta agli impianti TOC (trivellazione orizzontale controllata) di Otranto (Immi 5.3.1) prevede l'uso del metodo di ray tracing. Con questo metodo si contraddistingue una sorgente puntiforme attraverso l'utilizzo di un numero finito di raggi sonori emessi dalla stessa, orientati secondo una determinata traccia lungo il cammino di propagazione. Il campo acustico, risultante dalla scansione della superficie considerata, dipende dalle riflessioni con gli ostacoli incontrati lungo il cammino, in modo analogo alla propagazione dell'ottica geometrica.

Ogni raggio porta con sé una parte dell'energia acustica della sorgente sonora. L'energia di partenza è perduta lungo il percorso per effetto dell'assorbimento delle superfici di riflessione, per divergenza geometrica e per assorbimento atmosferico.

Nei punti considerati, di interesse per il calcolo previsionale il campo acustico sarà il risultato della somma delle energie acustiche degli n raggi che giungono al ricevitore determinando i livelli immessi in corrispondenza dei ricettori scelti come rappresentativi.

Non potendo calcolare con esattezza la differenza di livello tra l'esterno e l'interno di un'abitazione, a finestre aperte, si effettua un'approssimazione, considerando che il rumore residuo attuale e le immissioni degli impianti diminuiscano in pari misura entrando negli edifici.

La valutazione del criterio differenziale si effettua quindi in posizioni collocate all'esterno della facciata delle abitazioni in corrispondenza del punto in cui è stato eseguito il monitoraggio acustico.

Il modello matematico soggiacente al programma di simulazione si riferisce alle normative internazionali sull'attenuazione del suono nell'ambiente esterno (ISO 9613).

Queste norme propongono un metodo per il calcolo dell'attenuazione del suono durante la propagazione nell'ambiente esterno per prevedere i livelli di rumore ambientale nelle diverse posizioni lontane dalle sorgenti e per tipologia di sorgente acustica.

Lo scopo di tale metodologia è la determinazione del livello continuo equivalente ponderato A della pressione sonora come descritto nelle ISO 1996/1-2-3 per condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono da sorgenti di potenza nota.

Le condizioni sono per propagazione sottovento, come specificato dalla ISO 1996/2 (par 5.4.3.3)

Le formule che sono utilizzate nel calcolo per la previsione sono da considerarsi valide per la determinazione dell'attenuazione del suono prodotto da sorgenti puntiformi e, con opportune modifiche, per sorgenti lineari e areali.

Le sorgenti di rumore più estese devono essere rappresentate da un insieme di sezioni ognuna con una certa potenza sonora e direttività.

Un gruppo di sorgenti puntiformi può essere descritto da una sorgente puntiforme equivalente situata nel mezzo del gruppo nel caso in cui:

- la sorgente abbia approssimativamente la stessa intensità ed altezza rispetto al terreno;
- la sorgente si trovi nelle stesse condizioni di propagazione verso il punto di ricezione;

- la distanza fra il punto rappresentativo e il ricevitore (d) sia maggiore del doppio del diametro massimo dell'area della sorgente (D): $d > 2D$.

Se la distanza d è minore o se le condizioni di propagazione per i diversi punti della sorgente sono diverse la sorgente totale deve essere suddivisa nei suoi punti componenti.

1.2.2 Metodo di Calcolo

Il **livello medio di pressione sonora** al ricevitore in condizioni di sottovento viene calcolato per ogni sorgente puntiforme (specifiche IEC 255) con:

$$L_{downwind} = L_{WD} - A$$

L_{WD} è il livello effettivo di potenza sonora nella direzione di propagazione

$L_{downwind}$ è definito come:



dove A è l'attenuazione durante la propagazione ed è composta dai seguenti contributi:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{refl} + A_{screen} + A_{misc}$$

dove:

A_{div} = Attenuazione dovuta alla divergenza geometrica

A_{atm} = Attenuazione dovuta all'assorbimento dell'aria

A_{ground} = Attenuazione dovuta all'effetto del suolo

A_{screen} = Attenuazione causata da effetti schermanti

A_{refl} = Attenuazione dovuta a riflessioni da parte di ostacoli

A_{misc} = Attenuazione dovuta ad altri effetti

La ponderazione A può essere applicata singolarmente ad ognuno dei suddetti contributi oppure in un secondo momento alla somma fatta per ogni banda di ottava.

Il livello continuo equivalente è il risultato della somma dei singoli livelli di pressione che sono stati ottenuti per ogni sorgente in ogni banda di frequenza (quando richiesta).

Il livello effettivo di potenza sonora nella direzione di propagazione L_{WD} è dato dal livello di potenza in condizioni di campo libero L_w più un termine che tiene conto della direttività di una sorgente. DC quantifica la variazione dell'irraggiamento verso più direzioni, di una sorgente direzionale in confronto alla medesima non-direzionale.

$$L_{WD} = L_w + DC$$

Per una sorgente puntiforme non direzionale il contributo di DC è uguale a 0 dB. La correzione DC è data dall'indice di direttività della sorgente DI , più un indice K_0 che tiene conto dell'emissione in un determinato angolo solido.

Per una sorgente con radiazione sferica in uno spazio libero $K_0 = 0$ dB, quando la sorgente è vicina ad una superficie riflettente che non è il terreno $K_0 = 3$ dB, quando la sorgente è di fronte a due piani riflettenti perpendicolari, uno dei quali è il terreno $K_0 = 3$ dB, se nessuno

dei due è il terreno $K_0 = 6$ dB, con sorgente di fronte a tre piani perpendicolari, uno dei quali è il terreno $K_0 = 6$ dB, con sorgente di fronte a tre piani riflettenti, nessuno dei quali è il terreno $K_0 = 9$ dB.

Il termine di **attenuazione per divergenza** geometrica è valutabile teoricamente:

$$A_{div} = 20 \log (d/d_0) + 11$$

dove d è la distanza fra la sorgente e il ricevitore in metri e d_0 è la distanza di riferimento pari a 1 m.

L'assorbimento dell'aria è definito come:

$$A_{atm} = \alpha d / 1000$$

dove d è la distanza di propagazione espressa in metri è il coefficiente di attenuazione atmosferica in dB/km.

Il coefficiente di attenuazione atmosferica dipende principalmente dalla frequenza del suono, dalla temperatura ambientale e dall'umidità relativa dell'aria e solo in misura minore dalla pressione atmosferica

L'**attenuazione dovuta all'effetto suolo** consegue dall'interferenza fra il suono riflesso dal terreno e il suono che si propaga imperturbato direttamente dalla sorgente al ricevitore. Per questo metodo di calcolo la superficie del terreno fra la sorgente e il ricevitore dovrà essere piatta, orizzontale o con una pendenza costante.

Distinguiamo tre principali regioni di propagazione: la regione della sorgente, la regione del ricevitore e quella intermedia.

Ciascuna di queste zone può essere descritta con un fattore legato alle specifiche caratteristiche di riflessione.

Il metodo per il calcolo delle attenuazioni del terreno può far uso di una formula più semplificata, legata semplicemente alla distanza d ricevitore-sorgente e all'altezza media dal suolo del cammino di propagazione h_m :

$$A_{ground} = 4,8 - (2 h_m / d)(17 + (300/d))$$

Il termine di **attenuazione per riflessione** si riferisce a quelle superfici più o meno verticali, come le facciate degli edifici, che determinano un aumento del livello di pressione sonora al ricevitore. Le riflessioni determinate dal terreno non sono prese in considerazione.

Un termine importante utilizzato nelle metodologie di calcolo previsionale è l'**attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli** (schermo, barriera o dossi poco profondi).

La barriera deve essere considerata una superficie chiusa e continua senza interruzioni. La sua dimensione orizzontale, perpendicolare alla linea sorgente-ricevitore deve essere maggiore della lunghezza d'onda alla frequenza di centro banda per la banda d'ottava considerata.

Per gli standard a disposizione l'attenuazione dovuta all'effetto schermante sarà data dalla insertion loss ovvero dalla differenza fra i livelli di pressione misurati al ricevitore in una specifica posizione con e senza la barriera.

Vengono tenuti in considerazione gli effetti di diffrazione dei bordi della barriera. (barriere spesse). Quando si è in presenza di più di due schermi si scelgono i due schermi più efficaci e si trascurano gli altri.

Il termine di **attenuazione mista** terrà conto dei diversi contributi dovuti a molteplici effetti:

- attenuazione dovuta a propagazione attraverso fogliame;
- attenuazione dovuta alla presenza di un insediamento industriale (diffrazione dovuta ai diversi edifici o installazioni presenti);
- attenuazione dovuta alla propagazione attraverso un insediamento urbano (effetto schermante o riflettente delle case).

1.2.3 Criteri Di Validazione Del Modello Di Calcolo

Il software di simulazione Immi 5.2.1 è basato sul modello di propagazione acustica in ambiente esterno ISO 9613-2:1996.

Negli anni passati sono stati messi a punto norme relative ai modelli di propagazione acustica da più Paesi europei.

Ora, se da un lato è di grande importanza che il modello sia il più possibile fedele alla situazione reale, è altrettanto importante, ai fini dell'applicazione delle leggi vigenti, che esso sia in qualche misura "normalizzato", ossia basato su algoritmi di provata validità e testati attraverso vari confronti. Molti Paesi, proprio allo scopo di ridurre i margini di incertezza (a volte anche consistenti) legati all'applicazione di algoritmi diversi e talvolta non sufficientemente validati, hanno messo a punto norme tecniche o linee guida che stabiliscono le regole matematiche fondamentali di un modello.

Tale obbiettivo è ritenuto di grande importanza per più motivi:

- ridurre i margini di variabilità nei risultati;
- semplificare il lavoro dei professionisti, che dovendo "applicare" in termini ingegneristici i principi dell'acustica devono trovare "strumenti di lavoro" sufficientemente pratici;
- offrire modelli di calcolo validi per il particolare contesto nazionale.

Per ridurre ulteriormente i possibili "difetti" di implementazione software di tali linee guida, alcuni Paesi hanno messo a punto da tempo dei test ufficiali a cui possono sottoporsi tali software per una validazione.

L'Italia non ha definito delle proprie norme relative ai modelli di calcolo e dei test ufficiali a cui possono sottoporsi i software per una validazione.

Si è quindi impiegato per la previsione dell'impatto acustico Immi 5.2.1, uno dei software più diffusi e performanti e utilizzato il modulo basato sul modello stabilito dalla norma internazionale ISO 9613-2:1996.

La norma ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo.

E' dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che

richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato “A” in condizioni meteorologiche “favorevoli alla propagazione del suono¹”.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell’assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613- 2:1996) tratta in modo complessivo il calcolo dell’attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l’assorbimento atmosferico;
- l’effetto del terreno;
- le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l’effetto schermante di ostacoli;
- l’effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma stabilisce l’incertezza associata alla previsione: a questo proposito la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l’incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi di riflessioni o schermature, l’accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella Tabella sottostante.

Altezza media di ricevitore e sorgente [m]	Distanza [m] 0 < d < 100	Distanza [m] 100 < d < 1000
0 < h < 5	± 3 dB	± 3 dB
5 < h < 30	± 1 dB	± 3 dB

La validazione del software è stata effettuata utilizzando una speciale modalità, contenuta nel programma, che consente la verifica del funzionamento secondo test.

Vi sono rappresentati dei casi con morfologia dei luoghi e sorgente sonora determinati, nei quali il livello sonoro simulato è indicato già dal modello.

Sul proprio computer, inseriti i dati standardizzati, si calcolano i valori del livello sonoro al recettore.

La simulazione effettuata ha fornito esattamente i valori previsti.

Si è quindi considerato svolto con esito positivo il processo di validazione.

Il modello di simulazione Immi è impiegato dai seguenti enti pubblici:

- A.N.P.A. Agenzia Nazionale per l’ambiente (ora APAT) Roma;
- A.R.P.A. Emilia Romagna;
- A.R.P.A. Piemonte A.R.P.A. Sicilia;
- A.R.P.A.T. Toscana;

¹ E’ noto che le condizioni favorevoli alla propagazione del suono sono assimilabili a condizioni di “sotto-vento” (downwind, DW) e di inversione termica.

- A.R.P.A. Trento;
- A.R.P.A. Umbria;
- A.R.P.A. Valle d'Aosta;
- A.R.P.A. Veneto;
- C.N.R. Ispra;
- POLITECNICO di Milano;
- PROVINCIA di Torino;
- REGIONE Umbria.

TAVOLA A

MAPPA PUNTI RICETTORI

1 tavola



Company: D'APPOLONIA

Handled by: A. Binotti, M. Morelli

Project:
Valutazione Impatto Acustico
Trivellazione Orizzontale Controllata

Oggetto: **Ubicazione ricettori e area cantiere TOC**

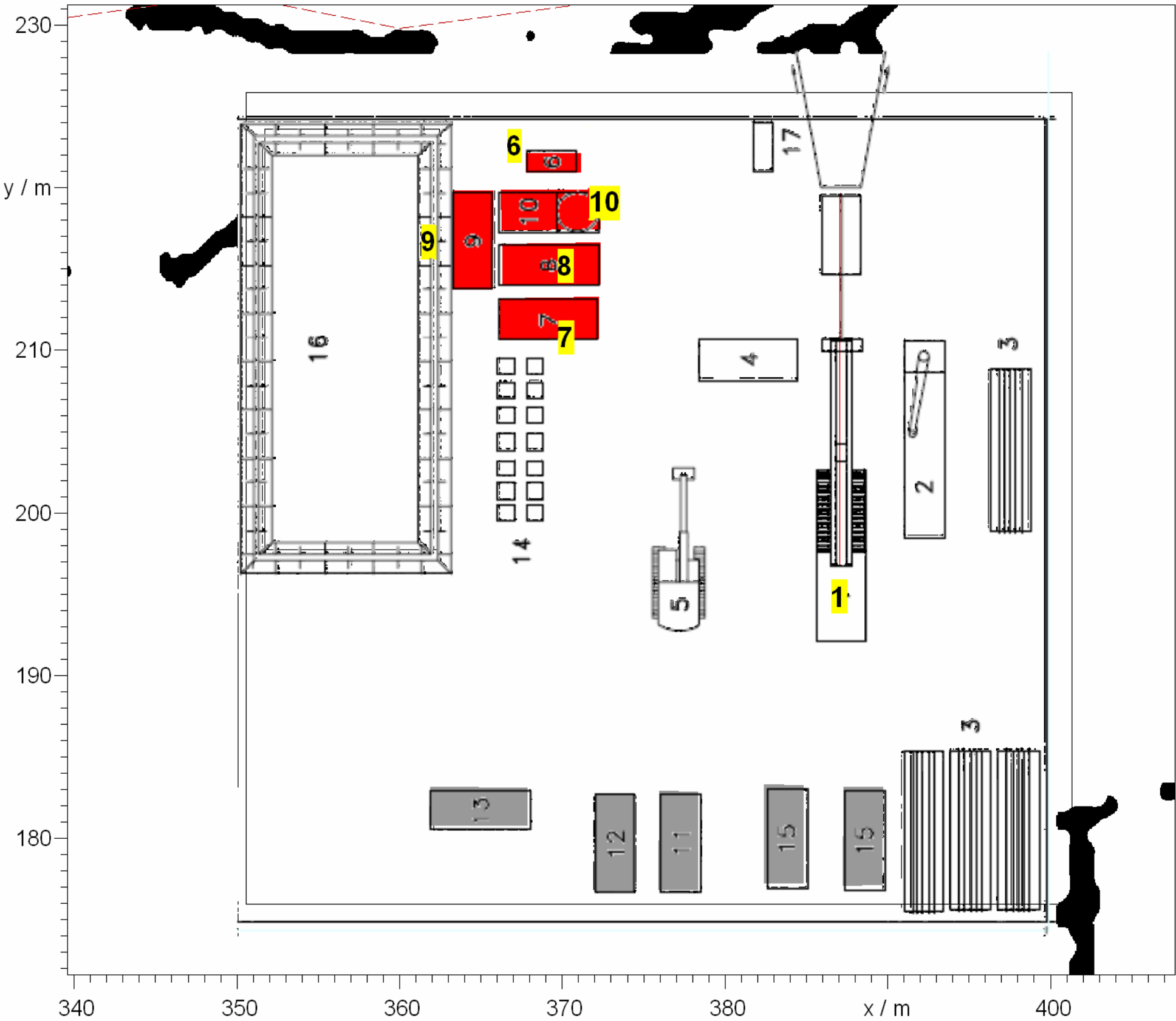
Ns Rif. 409

Allegato A

TAVOLA B

UBICAZIONE PRINCIPALI SORGENTI SONORE

1 tavola



Elenco sorgenti principali

IMPIANTO TOC OTRANTO

- 1** Maxi-RIG /NACAP Rig 2 and 3
- 6** Power Pack
- 7** Hp-Mud Pump (Mud Pump)
- 8** Mud tank (Mud Pump)
- 9** Mud recycling unit (Mixing Unit)
- 10** Mud mixing tank (Mixing Unit)

 Sorgenti acustiche

Company: D'APPOLONIA

Handled by: A. Binotti, M.Graziano

Project:
Valutazione Impatto Acustico
Trivellazione Orizzontale Controllata
Otranto

Oggetto: **Ubicazione Sorgenti**

Ns Rif. 409
Allegato B

TAVOLA C

VISTA 3D DELL'AREA CANTIERE TOC
1 tavola

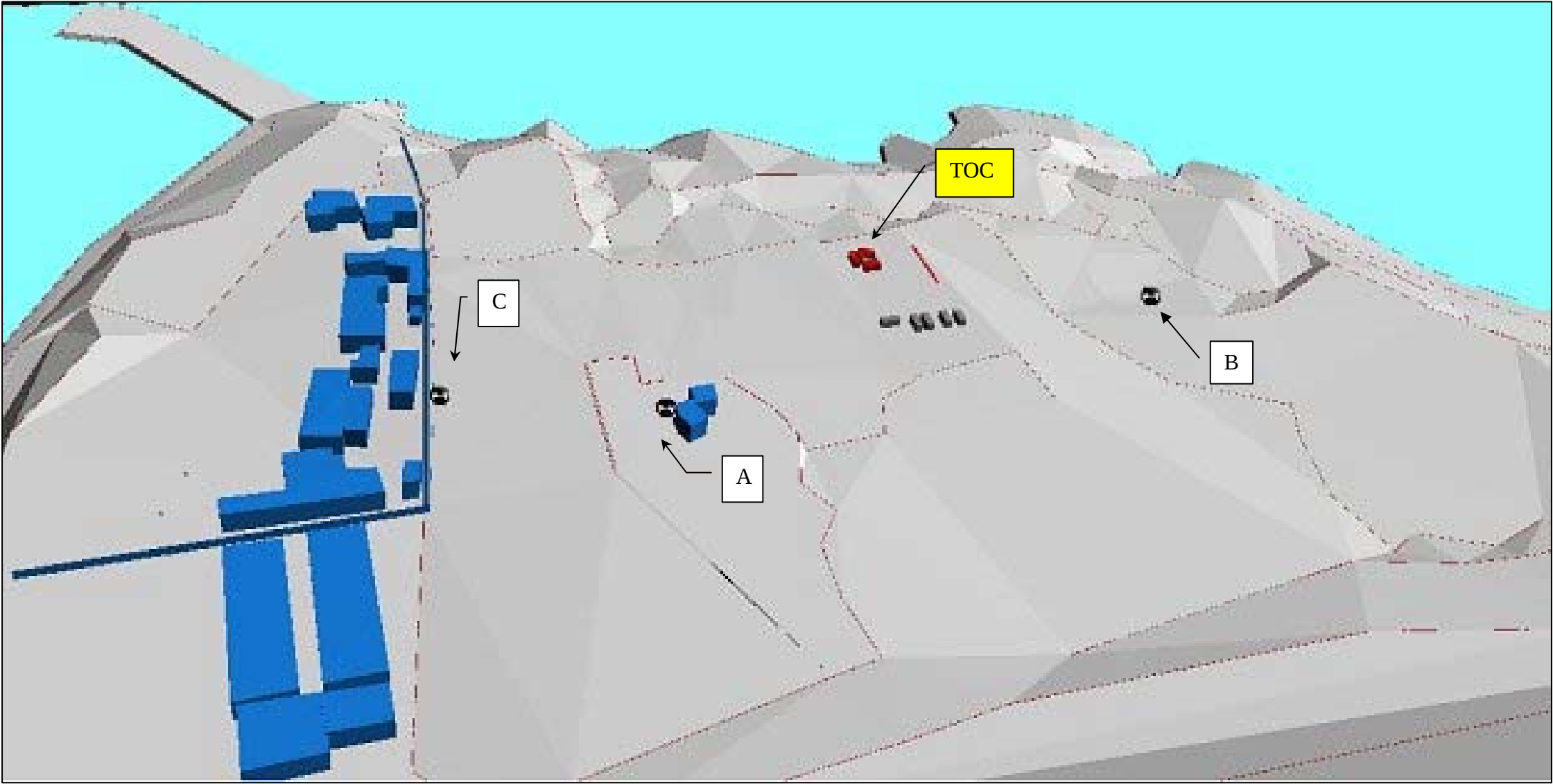
VISTA TRIDIMENSIONALE DEL CANTIERE PER LA TOC CON UBICAZIONE PUNTI RICETTORI

D'APPOLONIA

LEGENDA:

 Ubicazione Punto ricettore

TOC Ubicazione cantiere
Trivellazione Orizzontale
Controllata



Company: D'APPOLONIA

Handled by: A. Binotti, M.Graziano

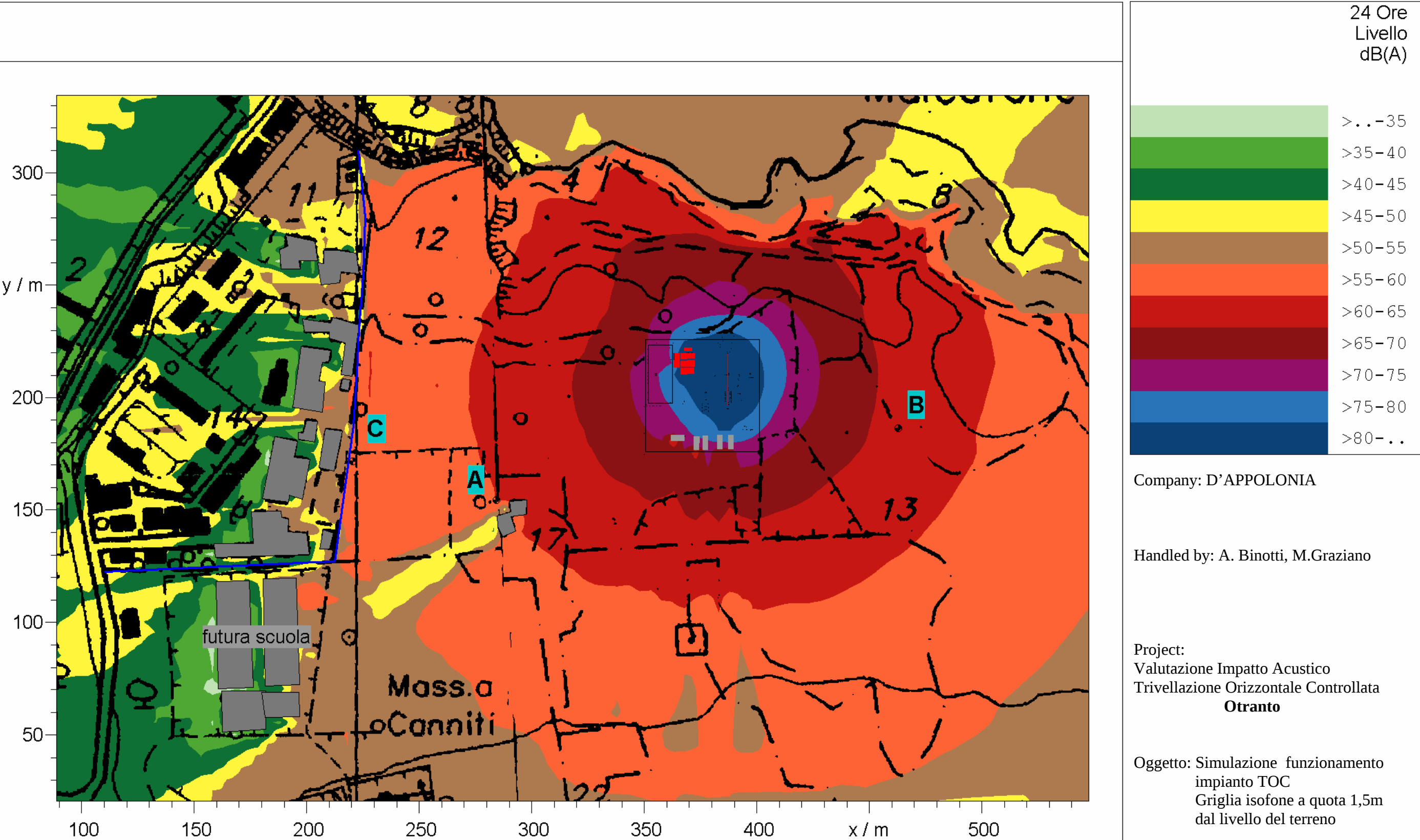
Project:
Valutazione Impatto Acustico
Trivellazione Orizzontale Controllata

Oggetto: **Vista tridimensionale area
cantiere TOC Otranto**

Ns Rif. 409

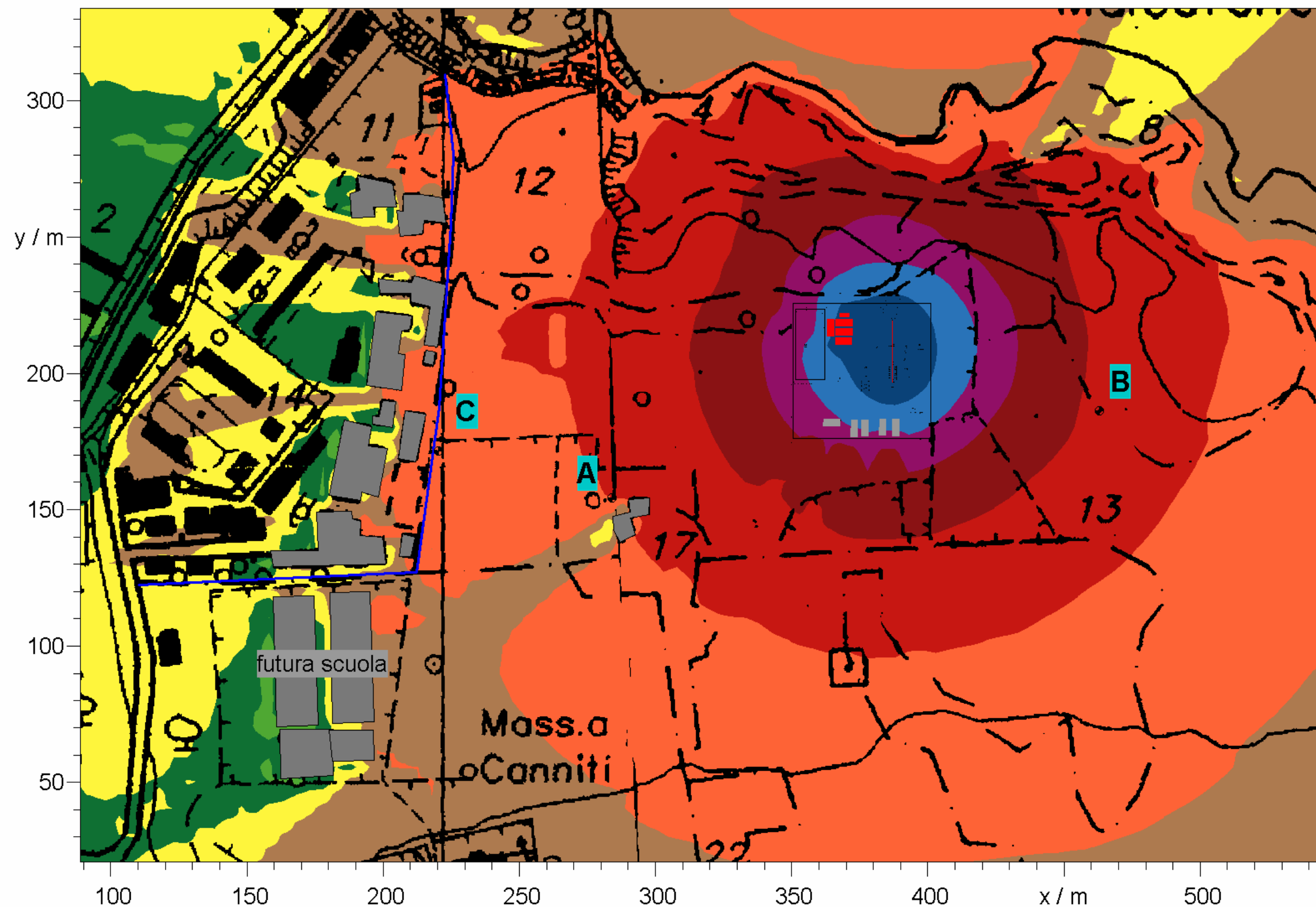
Allegato C

TAVOLA D
MAPPA DELLE EMISSIONI SONORE
2 tavole

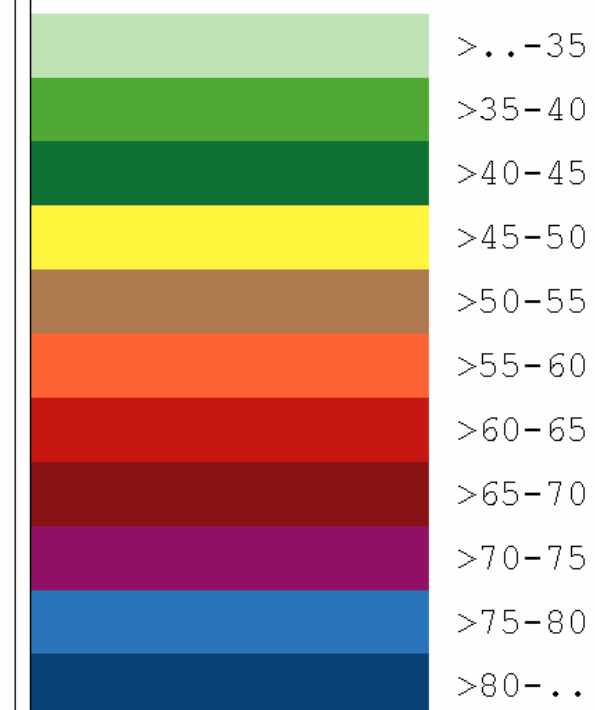


ISOFONE (QUOTA 4 m) CANTIERE TOC OTRANTO IN FUNZIONE

D'APPOLONIA



24 Ore
Livello
dB(A)



Company: D'APPOLONIA

Handled by: A. Binotti, M.Graziano

Project:
Valutazione Impatto Acustico
Trivellazione Orizzontale Controllata
Otranto

Oggetto: Simulazione funzionamento
impianto TOC
Griglia isofone a quota 4m
dal livello del terreno

Ns Rif. 409
Allegato: D