

PIANO DI SVILUPPO E COESIONE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio.

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRENSIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL'INTERVENTO DENOMINATO "RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGLIO" (NA)"

CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - CUP: C65E19000390001



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO  
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA  
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE  
BAGNOLI - COROGLIO

STAZIONE APPALTANTE



Funzione Servizi di Ingegneria  
Direzione Area Tecnica  
Ambiente:  
Ing. Edoardo Robortella Stacul

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Lorenzo MORRA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

\_PROGER S.p.A. (mandataria) \_FINALCA INGEGNERIA S.r.l.  
\_AMBIENTE S.p.A. \_3BA S.r.l.  
\_RINA CONSULTING S.p.A. \_DHI SRL A SOCIO UNICO  
\_ARCADIS ITALIA S.r.l. \_ASPS Servizi Archeologici s.n.c.

Coordinatore della Progettazione e Responsabile della Integrazione delle Relazioni Specialistiche PMI  
\_Ing. M. Balzarini (RINA)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.03)  
\_Ing. L. Rossi (ARCADIS)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.01)  
\_Ing. E. Scanferla (PROGER)

Responsabile Strutture (CAT. S.03)  
\_Ing. A. Tomarchio (RINA)

Archeologo

\_Dott. F. Tiboni (ASPS)

Responsabile Paesaggistica

\_Ing. F. Tamburini (AMBIENTE)

Responsabile Aspetti Naturalistici e S.I.A.

\_Ing. L. Bertolé (ARCADIS)

Responsabile della Modellazione Numerica

\_Ing. A. Pedroncini (DHI)

Responsabile Impianti (CAT. IB.06)

\_Ing. G. Morlando (FINALCA)

Responsabile Acustica

\_Ing. C. Di Michele (PROGER)

Responsabile Geologia

\_Geol. M. Sandrucci (PROGER)

Coor. Sicurezza in fase di Progettazione

\_Ing. N. Sciarra (PROGER)

BIM MANAGER

\_Geom. G. Pietrolungo (PROGER)

Responsabile Rilievi

\_Geol. L. Bignotti (AMBIENTE)

Responsabile Indagini

\_Geol. M. Mannocci (AMBIENTE)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Rimozione Sedimenti  
\_Geol. R. Costa (ARCADIS)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Capping  
\_Geol. P. Mauri (AMBIENTE)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO		DATA	NOME	FIRMA
RELAZIONE ACUSTICA		REDATTO	08/2023	D. Piotr Lasota
		VERIFICATO	08/2023	C. Di Michele
		APPROVATO	08/2023	Ing. Edoardo Robortella Stacul
		DATA	08/2023	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		SCALA
Rev. 0	07.08.2023	EMISSIONE		
Rev. 1	-			CODICE FILE
Rev. 2	-			2021E014INV-01-D-00-GE-AM-REL-04-00



CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - Rimozione Colmata e Bonifica Arenili - CUP: C65E19000390001 - Progettazione e Risanamento Sedimenti Marini

INVITALIA

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRESIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL'INTERVENTO DENOMINATO "RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NEL SITO DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGGIO (NA)".

## RELAZIONE ACUSTICA

Codice Elaborato 2021E014INV-01-D-00-GE-AM-REL-04-00 Rev. 0 – Agosto 2023

Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato	Data
0	EMISSIONE	D. Piotr Lasota	C. Di Michele	M. Balzarini	07/08/2023

All rights, including translation, reserved. No part of this document may be disclosed to any third party, for purposes other than the original, without written consent of RINA Consulting S.p.A.



PROGER



ambiente  
consulenza & ingegneria  
esperienza per l'ambiente

ARCADIS

FINALCA  
ingegneria s.r.l.

3BA s.r.l.  
Engineering and Consulting



AS

## INDICE

	Pagina
<b>1 SINTESI CONTENUTISTICA E MOTODOLOGICA</b>	<b>2</b>
1.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	2
1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
1.2.1 Principali riferimento normativi in materia di rumore	3
1.2.2 Legge n° 477 del 26.10.1995 e s.m.i., Legge quadro sull'inquinamento acustico	3
1.2.3 <i>Norme di attuazione del Piano di zonizzazione acustica</i> del Comune di Napoli	5
1.3 IL MODELLO DI CALCOLO SOUND PLAN	6
<b>2 QUADRO CONOSCITIVO</b>	<b>8</b>
2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E DEFINIZIONE DEI LIMITI ACUSTICI DI RIFERIMENTO	8
2.2 INDIVIDUAZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO E DEI RICETTORI SENSIBILI	10
<b>3 CLIMA ACUSTICO NELLA FASE DI CANTIERE</b>	<b>14</b>
3.1 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE	14
3.2 IL RUMORE INDOTTO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	16
<b>4 CONCLUSIONI</b>	<b>20</b>

# 1 SINTESI CONTENUTISTICA E MOTODOLOGICA

## 1.1 SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Lo studio acustico si pone come obiettivo quello di analizzare le potenziali interferenze ambientali delle attività di cantiere relative alle opere del Progetto Definitivo di Bonifica Fondiarie del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli Coroglio (di seguito SIN Bagnoli Coroglio), predisposto da INVITALIA al fine di consentire di completare/realizzare tutti gli interventi di bonifica necessari alla piena rigenerazione urbana.

In particolare, tale studio fa riferimento alle attività di cantiere relative al lotto 4 afferente all'intervento denominato "Rimozione colmata, bonifica degli arenili emersi "nord" e "sud" e risanamento e gestione dei sedimenti marini compresi nell'area di rilevante interesse nazionale di Bagnoli-Coroglio" (NA)".

I principali effetti relativi all'agente fisico del rumore, che generalmente si trasferiscono all'ambiente circostante a seguito delle lavorazioni eseguite all'interno di cantieri tipologicamente congruenti con quelli messi in opera nel progetto in esame, e che pertanto sono stati considerati in questa fase, dipendono dall'incremento delle emissioni acustiche dovute all'operatività dei mezzi di cantiere.

Attraverso il software di simulazione e, in generale, attraverso una corretta modellazione acustica degli scenari di cantiere, è possibile stimare quindi i livelli previsionali di inquinamento acustico indotti dalle suddette azioni e confrontare i valori delle immissioni calcolate al suolo con i limiti normativi al fine di verificare il rispetto dei valori di soglia e di individuare le eventuali misure mitigative necessarie alla riduzione del rumore sia in prossimità della sorgente che dei ricettori stessi.

L'analisi è stata effettuata al variare delle diverse azioni di cantiere per poi verificare le eventuali interferenze con l'ambiente circostante. Così facendo è stato possibile individuare le condizioni operative rappresentative degli scenari peggiori in termini di emissioni acustiche e di contemporaneità delle azioni.

L'iter logico prevede come primo passo la caratterizzazione dell'ambito di studio attraverso la definizione dei parametri orografici ed antropici caratterizzanti il territorio in cui le azioni di cantiere si collocano.

La seconda fase, altresì, consiste nella caratterizzazione delle sorgenti acustiche connesse alle azioni di cantiere, precedentemente individuate nello screening delle lavorazioni, sulla base delle singole attività elementari previste. Nello specifico in tale fase si definiscono i parametri progettuali legati sia alle aree di cantiere sia alle sorgenti opportunamente tarate in funzione della dimensione specifica del singolo cantiere.

Una volta definite le variabili che determinano i diversi scenari operativi di cantiere, si definiscono gli scenari di riferimento sulla base delle situazioni pianificate dal cronoprogramma e ritenuti maggiormente critici in funzione dei macchinari, delle aree di lavoro e della contemporaneità delle azioni. Attraverso poi il modello di calcolo si valutano quindi i possibili effetti acustici indotti dalle diverse sorgenti in funzione dello spazio (ubicazione nell'area territoriale di studio) e del tempo (arco temporale di attività).

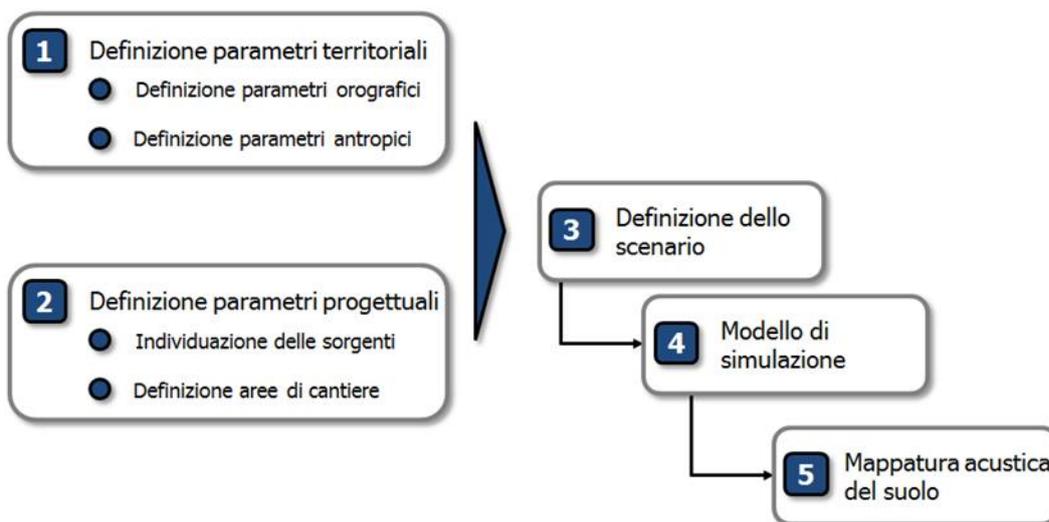


Figura 1-1 Iter logico utilizzato per lo studio acustico

## 1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 1.2.1 Principali riferimenti normativi in materia di rumore

Il quadro normativo in materia di inquinamento acustico è composto da strumenti di normazione a carattere nazionale, regionale e comunale. I principali provvedimenti normativi, in quest'ambito, sono rappresentati da:

- ✓ Legge n° 477 del 26.10.1995 e s.m.i., Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- ✓ D.M. 11.12.1996, Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo;
- ✓ D.P.C.M. 14.11.1997, Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- ✓ Decreto 16.03.1998 del Ministero dell'Ambiente, Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico;
- ✓ Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.

### 1.2.2 Legge n° 477 del 26.10.1995 e s.m.i., Legge quadro sull'inquinamento acustico

Nel 1995 viene pubblicata la legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1° marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare, la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare, vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, **le infrastrutture stradali, ferroviarie,..... commerciali; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.**»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

<b>I-Aree particolarmente protette</b>	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;
<b>II-Aree prevalentemente residenziali</b>	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;
<b>III-Aree di tipo misto</b>	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;
<b>IV-Aree di intensa attività umana</b>	Rientrano in questa classe: <ul style="list-style-type: none"> <li>• le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;</li> <li>• le aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti;</li> <li>• le aree con limitata presenza di piccole industrie;</li> </ul>
<b>V-Aree prevalentemente industriali</b>	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;
<b>VI-Aree esclusivamente industriali</b>	Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M., di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;

- criterio dei valori di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*». Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

### 1.2.3 Norme di attuazione del Piano di zonizzazione acustica del Comune di Napoli

Il Comune di Napoli è provvisto di Regolamento comunale per la disciplina delle attività rumorose temporanee approvato con Delibera del Consiglio Comunale nr. 204 del 21.12.2001 e successivamente modificato con deliberazione DG/PRO/2021/142.

Le attività di cantiere sono disciplinate al capo III del sopracitato regolamento di cui di seguito se ne riportano i punti focali riguardanti i cantieri stradali e assimilabili:

#### **Art. 11 - Declaratoria di attività rumorosa temporanea**

Si definisce attività rumorosa temporanea qualsiasi attività rumorosa che si esaurisce in periodi di tempo limitati o legata ad ubicazioni variabili e che viene svolta all'aperto o in strutture precarie o comunque al di fuori di edifici o insediamenti aziendali. Per tali attività l'Amministrazione si riserva la facoltà di concedere una deroga rispetto ai valori limiti di emissione ed ai valori limite assoluti e differenziali di immissione di cui al DPCM del 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" se sono rispettati gli adempimenti e le prescrizioni riportati nei successivi articoli.

#### **Art. 12 – Prescrizioni per il rilascio dell'autorizzazione in deroga per i cantieri edili, stradali ed assimilabili**

L'autorizzazione in deroga per i cantieri edili, stradali ed assimilabili viene rilasciata contestualmente alla specifica autorizzazione, a condizione che l'impiego di attrezzature ed impianti avvenga attuando tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno disturbante il loro uso. Gli impianti fissi (motocompressori, betoniere, gruppi elettrogeni, ecc.) dovranno essere opportunamente collocati nei cantieri in modo da risultare schermati rispetto agli edifici residenziali circostanti. Gli schermi potranno essere costituiti da barriere anche provvisorie (ad esempio laterizi di cantiere, cumuli di sabbia ecc.) opportunamente posizionate. Sono comunque vietate tutte le modifiche che comportano una maggiore emissione di rumore (ad esempio la rimozione dei carter dai macchinari). Gli avvisatori acustici potranno essere utilizzati solo se non sostituibili con altri di tipo luminoso e nel rispetto delle norme antinfortunistiche. L'apertura di cantieri edili, stradali ed assimilabili in aree classificate I,II,III e IV nell'ambito dei quali si preveda l'uso con carattere non occasionale di attrezzature o macchine rumorose (ad esempio motocompressori, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, escavatori, pale caricatrici, betoniere fisse) è subordinata al preventivo deposito di una relazione di impatto acustico contenente la descrizione del tipo di macchine di cui si prevede l'impiego e la loro collocazione all'interno del cantiere; la presenza di eventuali schermature acustiche; la durata temporale del cantiere; il numero di ore giornaliere di apertura del cantiere; il livello della pressione sonora a distanza nota; la distanza e l'ubicazione degli edifici occupati esposti alla propagazione del rumore; il percorso di accesso e le aree di carico e scarico dei materiali e dei rifiuti. Nel caso in cui la situazione descritta dovesse far prevedere il superamento di un livello equivalente, riferito all'orario di apertura del cantiere, di 70 dBA ovvero, riferito al tempo di funzionamento di una singola macchina e/o alla durata di una singola operazione rumorosa, di 90 dBA in facciata degli edifici residenziali esposti, potranno essere prescritte limitazioni aggiuntive rispetto a quelle riportate nel presente articolo. Resta facoltà dell'Amministrazione Comunale disporre della sospensione dei lavori nel caso in cui fossero accertate le condizioni di esposizione al rumore a carico degli edifici contermini eccedenti quanto descritto nel presente articolo. L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga nei cantieri edili può essere consentita nei giorni feriali, escluso il sabato pomeriggio, dalle ore 08.00 alle ore 12.30 e dalle ore 14.00 alle ore 18.30 nel periodo in cui vige l'ora solare e dalle 07.30 alle ore 12.30 e dalle ore 14.00 alle ore 19.00 nel periodo in cui vige l'ora legale. L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga nei cantieri stradali ed assimilabili può essere consentita nei giorni feriali dalle ore 07.00 alle ore 20.00. Le attività che non comportano l'impiego di attrezzature che danno luogo al superamento dei limiti di zona sono comunque vietate dopo le ore 20.00 e durante il periodo notturno. Per i cantieri

edili, stradali ed assimilabili da attivare per il ripristino urgente dell'erogazione di servizi pubblici (linee telefoniche ed elettriche, condotte fognarie, di acqua potabile, di gas, ecc.) ovvero in situazioni di pericolo per l'incolumità della popolazione è concessa deroga agli orari e agli adempimenti amministrativi previsti dalla presente normativa.

### 1.3 IL MODELLO DI CALCOLO SOUND PLAN

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPlan versione 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPlan è uno strumento previsionale ad "ampio spettro", progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all'interno del software, è presente inoltre l'NMPB Routes 1996 riconosciuto dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n.194 «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale» per il calcolo del livello acustico limitatamente alle infrastrutture viarie, e la sua versione aggiornata quale NMPB Routes 2008.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L'area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l'utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX, dY e dZ, ovvero le pendenze dei versanti.

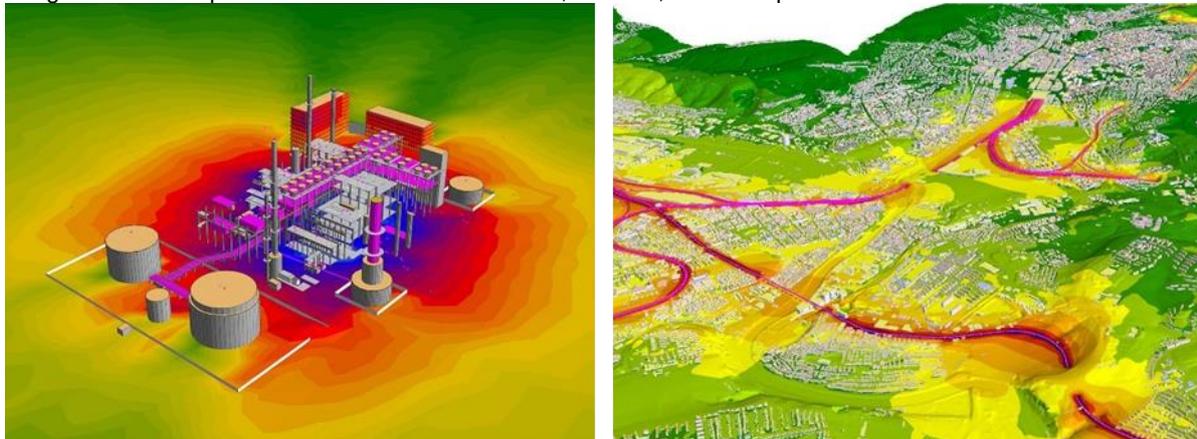


Figura 1-2 Esempio di modellazione SoundPlan

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricevitore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricevitore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio,

in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti.

- ✓ Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- ✓ Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- ✓ Sorgenti industriali (navi incluse): per ognuna è necessario definire la posizione nello spazio, lo spettro di potenza sonora, il tempo di funzionamento e l'altezza di emissione;
- ✓ Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- ✓ Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;
- ✓ Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

## 2 QUADRO CONOSCITIVO

### 2.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E DEFINIZIONE DEI LIMITI ACUSTICI DI RIFERIMENTO

La Legge Quadro n.447 del 1995, recentemente modificata dal D.Lgs. 42/2017, costituisce il riferimento normativo cardine in materia di inquinamento acustico ambientale. Nello specifico per l'individuazione dei valori limite di riferimento sul territorio per le diverse sorgenti acustiche demanda ai Comuni la determinazione delle classi acustiche e dei relativi livelli limite in termini di emissione e immissione secondo i criteri dettati dalle normative regionali in armonia con il DPCM 14.11.1997.

Per quanto riguarda i limiti normativi il Comune di Napoli è dotato di Piano di classificazione acustica (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), approvato con deliberazione del Consiglio comunale n° 204 del 21 dicembre 2001.

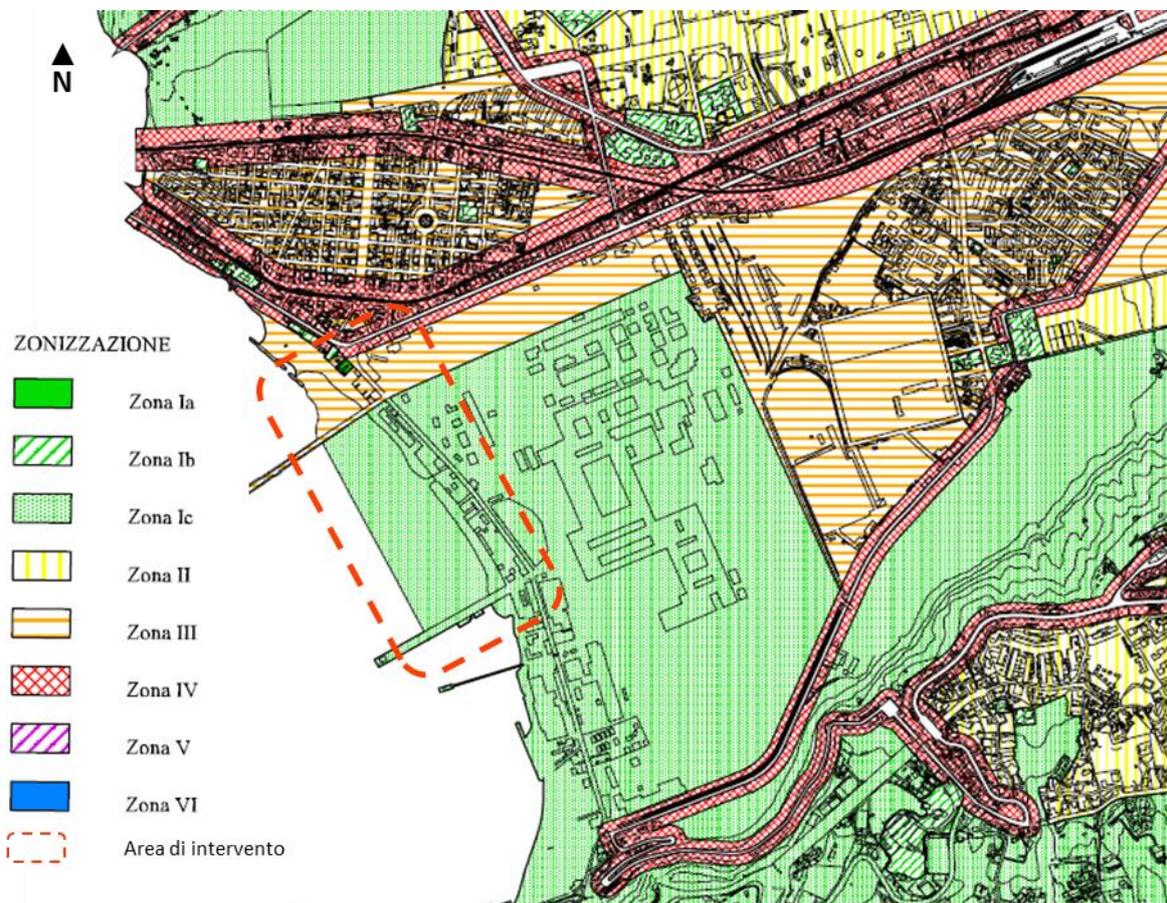


Figura 2-1 Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Napoli

Nello specifico, le aree interessate dagli interventi di bonifica ricadono nelle classi dalla I alla III. I relativi limiti acustici sono riportati in tabella seguente.

		Livelli limite di emissione	Livelli limiti assoluti di immissione
<b>Classe I</b>	<b>Diurno</b>	45	50
	<b>Notturmo</b>	35	40
<b>Classe II</b>	<b>Diurno</b>	50	55
	<b>Notturmo</b>	40	45
<b>Classe III</b>	<b>Diurno</b>	55	60
	<b>Notturmo</b>	45	50
<b>Classe IV</b>	<b>Diurno</b>	60	65
	<b>Notturmo</b>	50	55

**Tabella 2-1 Limiti acustici normativi definiti dalla zonizzazione acustica comunale**

## 2.2 INDIVIDUAZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO E DEI RICETTORI SENSIBILI

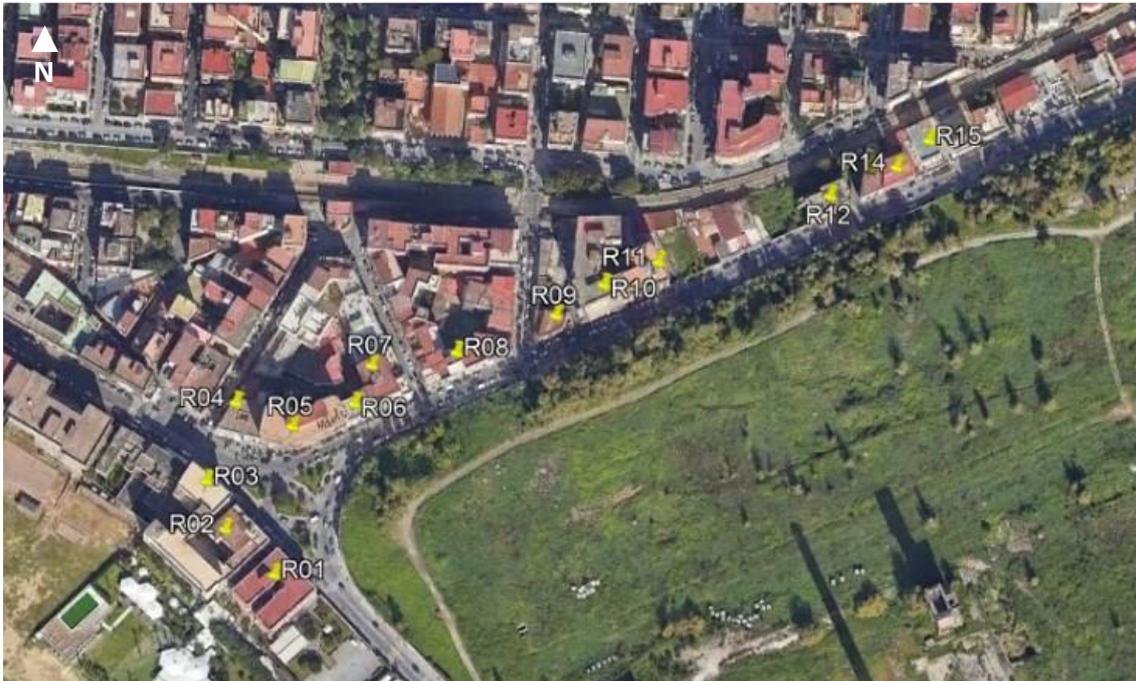
Come ambito di studio si intende la porzione di territorio che si ritiene potenzialmente interferita dalle opere in progetto nelle loro modalità di funzionamento e realizzazione. Appare evidente come, pertanto, la definizione di tale area sia correlata alla tipologia di sorgente acustica oggetto di studio.

Al fine di valutare gli effetti indotti nella fase di realizzazione delle opere in progetto è stato effettuato un censimento degli edifici più prossimi al porto oggetto di studio e definiti i punti di controllo per le successive analisi.

In Figura 2-2, Figura 2-3 e Tabella 2-2 vengono riportati rispettivamente l'area di intervento e la localizzazione dei ricettori limitrofi l'area di intervento e per i quali verrà effettuata la verifica dei limiti acustici nelle successive analisi.



Figura 2-2 Individuazione ambito di studio



**Figura 2-3 Posizionamento dei ricettori nel territorio**

Ricettore	Numero piani	Tipologia	Coordinate (MM1)	
			X [m]	Y [m]
R01	4	Residenziale	1935851	4530891
R02	4	Residenziale	1935829	4530936
R03	4	Residenziale	1935806	4530956
R04	1	Residenziale	1935818	4530979
R05	6	Residenziale	1935859	4530980
R06	5	Residenziale	1935876	4530989
R07	7	Residenziale	1935893	4530997
R08	4	Residenziale	1935932	4531018
R09	4	Residenziale	1935979	4531045
R10	7	Residenziale	1935999	4531051
R11	5	Residenziale	1936020	4531063
R12	4	Residenziale	1936110	4531107
R13	3	Residenziale	1936130	4531117
R14	3	Residenziale	1936143	4531124
R15	3	Residenziale	1936158	4531136

**Tabella 2-2 Localizzazione dei ricettori oggetto di studio**



Figura 2-4 Documentazione fotografica ricettori presenti nell'area di studio

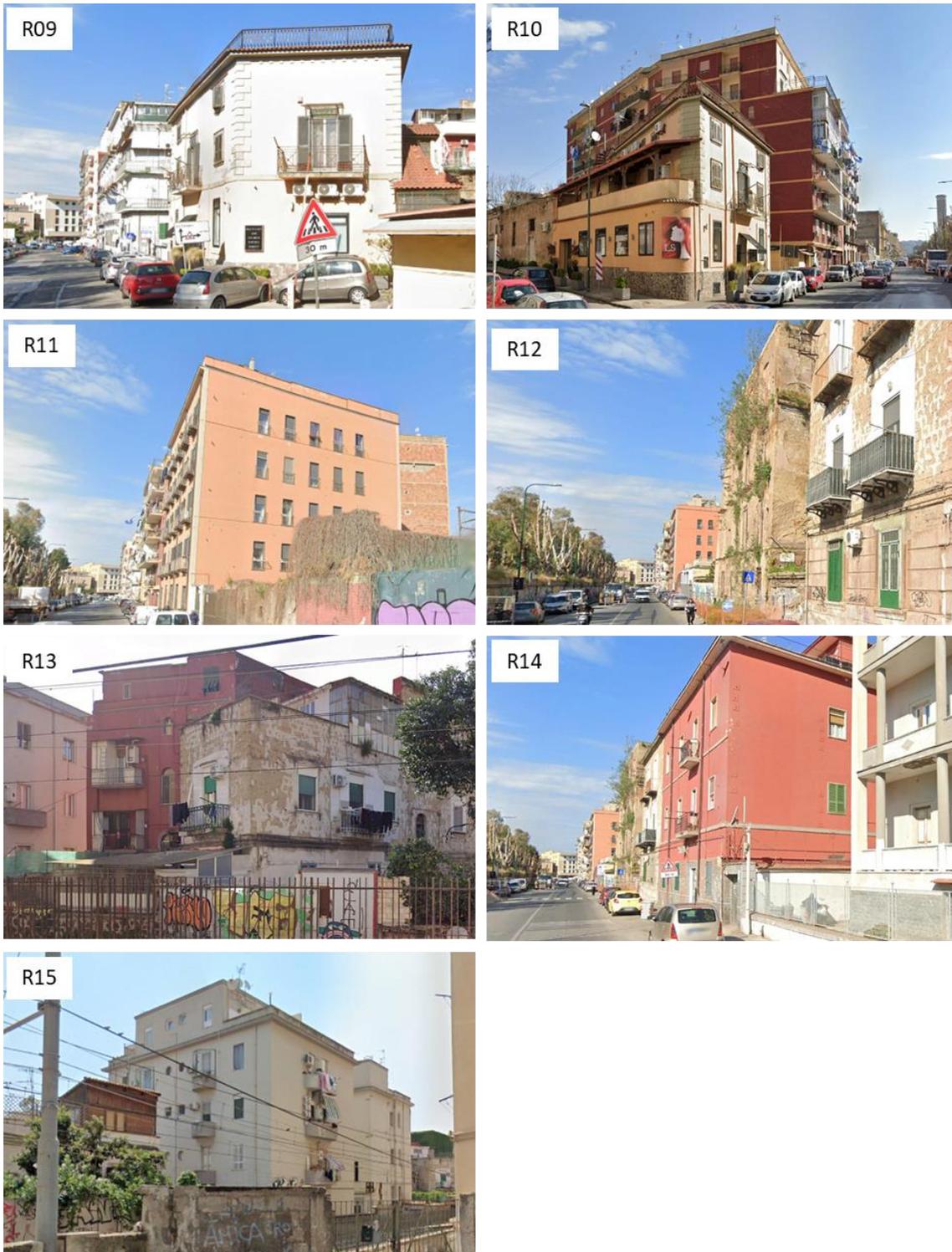


Figura 2-5 Documentazione fotografica ricettori presenti nell'area di studio

### 3 CLIMA ACUSTICO NELLA FASE DI CANTIERE

#### 3.1 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE

La metodologia assunta per l'analisi delle interferenze rispetto al clima acustico riferita alla fase di cantierizzazione si basa sulla teoria del "Worst Case Scenario". Tale metodo individua la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni acustiche sul territorio in modo che verificandone le condizioni di esposizione del territorio al rumore indotto rispetto ai limiti acustici territoriali possano essere individuate le eventuali soluzioni di mitigazione più opportune al fine di contenere il disturbo sui ricettori più esposti.

Dall'analisi relativa agli elaborati del progetto di cantierizzazione, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti, lo scenario ritenuto più critico risulta essere quello legato alla terza ed ultima fase della realizzazione delle opere in cui è previsto lo scavo di bonifica per l'area di colmata e le relative attività nei cantieri fissi in cui sono previsti due impianti di frantumazione del cls.

Nella successiva figura si riporta la schematizzazione dello scenario ritenuto più critico:

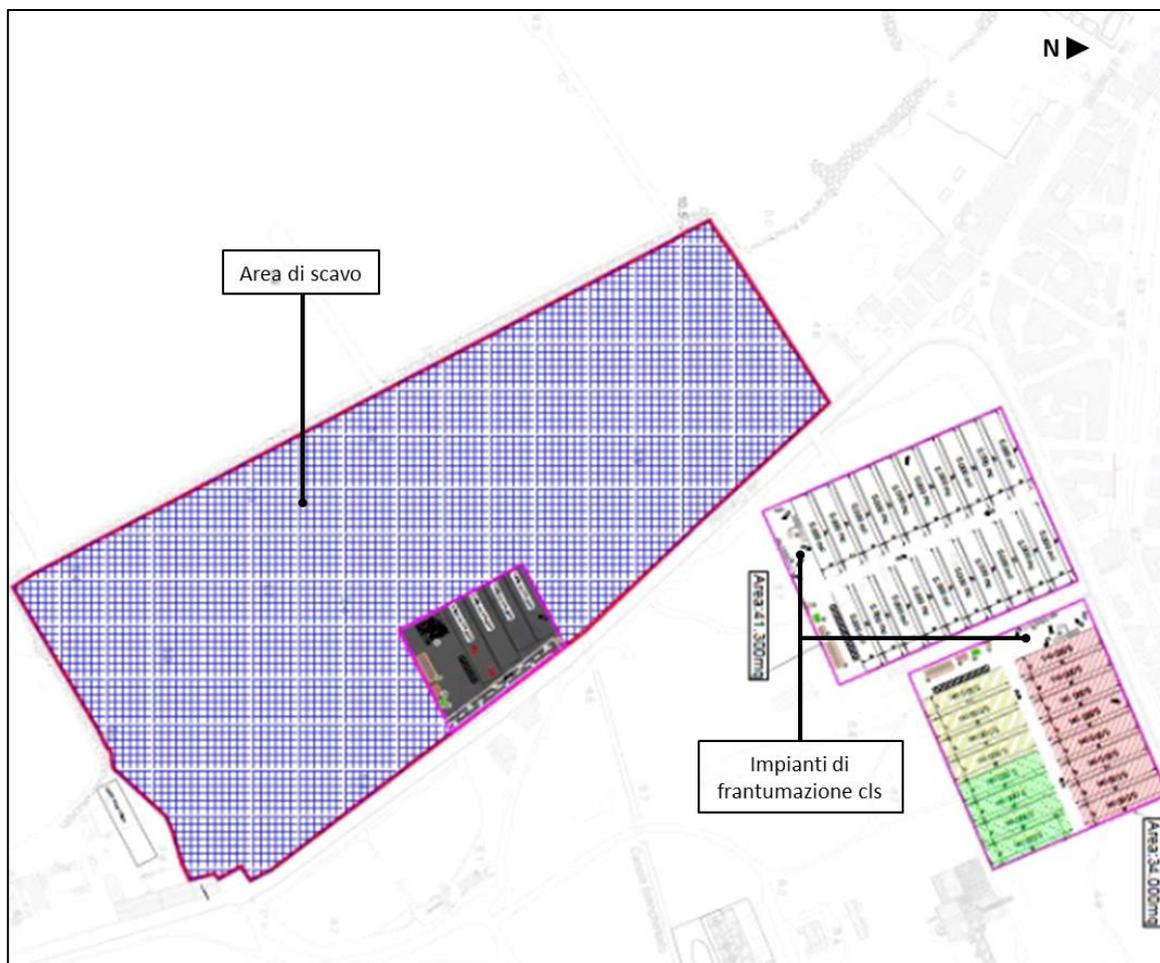


Figura 3-1 Individuazione del "Worst Case Scenario"

Al fine di verificare la situazione più critica dal punto di vista acustico, dunque, le valutazioni sono state eseguite con un approccio cautelativo, ipotizzando la contemporaneità delle lavorazioni e secondo i dati emissivi dei macchinari riportati in

Scavo di bonifica

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% di attività effettiva	Lw [dB(A)]
3	Autocarro	101,9	80%	106,7
3	Escavatore	106,0	80%	109,8
3	Pala Meccanica	102,6	80%	106,4
<b>Totale</b>				<b>112,7</b>

Tabella 3-1 e desunti dalla fonte: "Conoscere per prevenire n°11: la valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili" redatto dal Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia.

Ogni cantiere è stato considerato attivo per 8 ore nel solo periodo diurno (06:00 – 22:00).

Scavo di bonifica				
Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% di attività effettiva	Lw [dB(A)]
3	Autocarro	101,9	80%	106,7
3	Escavatore	106,0	80%	109,8
3	Pala Meccanica	102,6	80%	106,4
<b>Totale</b>				<b>112,7</b>

**Tabella 3-1 Sorgenti utilizzate per la caratterizzazione della fase di cantiere**

In particolare, per quanto concerne l'area di scavo è stata considerata una sorgente areale con un livello di potenza sonora complessivo pari a 112,7 dB(A) e posta ad un'altezza dal suolo pari a 1,5 m. In merito invece agli impianti di frantumazione del cls essi sono stati imputati all'interno del modello come sorgenti di tipo puntale alla stessa altezza dal piano campagna e con spettro di potenza sonora seguente:

Macchinario	Frequenza (Hz)								Lw (dB)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<b>Impianto di frantumazione</b>	107,6	123,6	114,9	113,8	112,4	110,3	105,4	98,8	125,1

**Figura 3-2 Spettro di emissione sonora dell'impianto di frantumazione**

### 3.2 IL RUMORE INDOTTO DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Il primo step della modellazione acustica consiste nella ricostruzione all'interno del modello previsionale delle condizioni territoriali che contribuiscono alla morfologia stessa dell'area di studio e quindi alla propagazione acustica del rumore emesso dalle sorgenti considerate nel presente studio.

Attraverso i dati cartografici territoriali è stato costruito il DGM, ovvero una modellazione digitale del terreno relativo allo scenario ante operam, mediante interpolazione dei dati orografici inseriti in termini di linee di elevazione, punti quota, infrastrutture esistenti ed edifici rilevati in fase di censimento.



Figura 3-3 Modellazione 3D del terreno (DGM)

#### Mappatura acustica

Come detto nel capitolo introduttivo i risultati della modellazione acustica permettono di determinare le condizioni di esposizione al rumore del territorio e dei ricettori contermini l'infrastruttura ricadenti all'interno dell'ambito di studio in termini sia di mappatura acustica al suolo che di valori puntuali rispetto al descrittore acustico  $Leq(A)$  nel periodo diurno e notturno.

Il primo output della modellazione previsionale acustica è in termini di mappatura acustica al suolo, ovvero di curve di isolivello acustico in termini di  $Leq(A)$  calcolate ad una altezza dal piano campagna di 4 metri. Essendo l'area di indagine caratterizzata da una morfologia particolarmente complessa, il calcolo è stato impostato con una griglia di calcolo di 2 metri e un ordine di riflessione pari a 2.

In Figura 3-4 si riporta la mappatura acustica dello scenario selezionato.

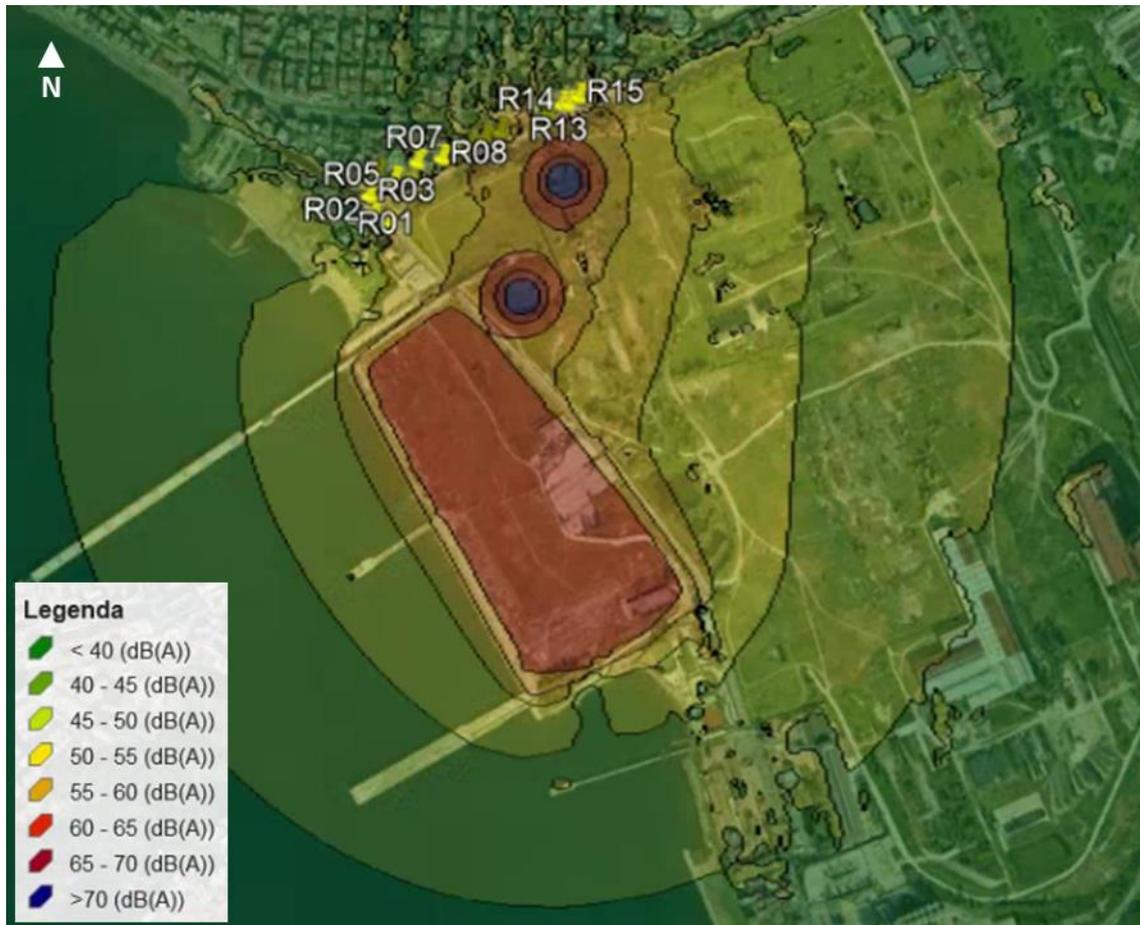


Figura 3-4 Mappatura acustica del Woest Case scenario

### Livelli acustici ai ricettori

Il secondo output dello studio acustico previsionale consiste nei valori puntuali di Leq(A) calcolati in prossimità di ciascun edificio all'interno dell'ambito di studio secondo la destinazione d'uso e, di conseguenza, del valore limite di riferimento. Il calcolo è stato determinato considerando una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio per ciascun piano dello stesso.

Al fine di ottenere un calcolo più preciso, l'ordine di riflessione è stato portato a 3.

La tabella complessiva dei valori calcolati in ogni ricettore in ognuno degli scenari di cantiere considerati è riportata in **Errore**. **L'origine riferimento non è stata trovata..** I risultati delle simulazioni eseguite evidenziano il non superamento dei limiti di legge in nessuno dei ricettori analizzati in ogni scenario di cantiere considerato.

Codice Ricettore	Piano	Coordinate [MM1]		Limiti acustici PCCA [dB(A)]		Livelli acustici ai ricettori [dB(A)]		Residuo in facciata [dB(A)]	
		X [m]	Y [m]	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R01	PT	1935851	4530891	60	55	52,6	-	-	-
R01	P1	1935851	4530891	60	55	53,3	-	-	-
R01	P2	1935851	4530891	60	55	52,9	-	-	-
R01	P3	1935851	4530891	60	55	53,1	-	-	-
R02	PT	1935829	4530936	65	60	51,9	-	-	-
R02	P1	1935829	4530936	65	60	52	-	-	-
R02	P2	1935829	4530936	65	60	52,3	-	-	-
R02	P3	1935829	4530936	65	60	52,5	-	-	-
R03	PT	1935806	4530956	65	60	50	-	-	-
R03	P1	1935806	4530956	65	60	50,2	-	-	-
R03	P2	1935806	4530956	65	60	50,4	-	-	-
R03	P3	1935806	4530956	65	60	50,7	-	-	-
R04	PT	1935818	4530979	65	60	50,2	-	-	-
R05	PT	1935859	4530980	65	60	52,9	-	-	-
R05	P1	1935859	4530980	65	60	53	-	-	-
R05	P2	1935859	4530980	65	60	53,2	-	-	-
R05	P3	1935859	4530980	65	60	53,4	-	-	-
R05	P4	1935859	4530980	65	60	53,3	-	-	-
R05	P5	1935859	4530980	65	60	52,8	-	-	-
R06	PT	1935876	4530989	65	60	52,9	-	-	-
R06	P1	1935876	4530989	65	60	53,1	-	-	-
R06	P2	1935876	4530989	65	60	53,3	-	-	-
R06	P3	1935876	4530989	65	60	53,5	-	-	-
R06	P4	1935876	4530989	65	60	53,7	-	-	-
R07	P3	1935903	4531009	65	60	54,1	-	-	-
R07	P4	1935903	4531009	65	60	54,6	-	-	-
R07	P5	1935903	4531009	65	60	54,2	-	-	-
R07	P6	1935903	4531009	65	60	54,4	-	-	-
R07	PT	1935893	4530997	65	60	53,3	-	-	-
R07	P1	1935893	4530997	65	60	53,5	-	-	-

## RELAZIONE ACUSTICA

Codice Elaborato 2021E014INV-01-D-00-GE-AM-REL-04-00 Rev. 0 – Agosto 2023

Codice Ricettore	Piano	Coordinate [MM1]		Limiti acustici PCCA [dB(A)]		Livelli acustici ai ricettori [dB(A)]		Residuo in facciata [dB(A)]	
		X [m]	Y [m]	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R07	P2	1935893	4530997	65	60	53,7	-	-	-
R08	PT	1935932	4531018	65	60	53,6	-	-	-
R08	P1	1935932	4531018	65	60	53,9	-	-	-
R08	P2	1935932	4531018	65	60	54,2	-	-	-
R09	PT	1935979	4531045	65	60	55,2	-	-	-
R09	P1	1935979	4531045	65	60	55,5	-	-	-
R09	P2	1935979	4531045	65	60	55,8	-	-	-
R09	P3	1935979	4531045	65	60	56,1	-	-	-
R10	PT	1935999	4531051	65	60	55,7	-	-	-
R10	P1	1935999	4531051	65	60	56,1	-	-	-
R10	P2	1935999	4531051	65	60	56,4	-	-	-
R10	P3	1935999	4531051	65	60	56,8	-	-	-
R10	P4	1935999	4531051	65	60	57,1	-	-	-
R10	P5	1935999	4531051	65	60	57,4	-	-	-
R10	P6	1935999	4531051	65	60	57,7	-	-	-
R11	PT	1936020	4531063	65	60	56,5	-	-	-
R11	P1	1936020	4531063	65	60	56,9	-	-	-
R11	P2	1936020	4531063	65	60	57,3	-	-	-
R11	P3	1936020	4531063	65	60	57,7	-	-	-
R11	P4	1936020	4531063	65	60	58,1	-	-	-
R12	PT	1936110	4531107	65	60	59,1	-	-	-
R12	P1	1936110	4531107	65	60	59,7	-	-	-
R12	P2	1936110	4531107	65	60	60,3	-	-	-
R12	P3	1936110	4531107	65	60	60,9	-	-	-
R13	PT	1936130	4531117	65	60	58,8	-	-	-
R13	P1	1936130	4531117	65	60	59,3	-	-	-
R13	P2	1936130	4531117	65	60	59,9	-	-	-
R14	PT	1936143	4531124	65	60	58,3	-	-	-
R14	P1	1936143	4531124	65	60	58,9	-	-	-
R14	P2	1936143	4531124	65	60	59,4	-	-	-
R15	PT	1936158	4531136	65	60	57,3	-	-	-
R15	P1	1936158	4531136	65	60	57,8	-	-	-
R15	P2	1936158	4531136	65	60	58,2	-	-	-

Tabella 3-2 Livelli acustici ai ricettori – Scenario corso d'opera

## 4 CONCLUSIONI

Lo studio acustico è stato finalizzato all'analisi delle potenziali interferenze acustiche legate alle attività di cantiere relative alle opere del Progetto Definitivo di Bonifica Fondiarie del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli Coroglio (di seguito SIN Bagnoli Coroglio), predisposto da INVITALIA al fine di consentire di completare/realizzare tutti gli interventi di bonifica necessari alla piena rigenerazione urbana.

In particolare, tale studio fa riferimento alle attività di cantiere relative al lotto 4 afferente all'intervento denominato "Rimozione colmata, bonifica degli arenili emersi "nord" e "sud" e risanamento e gestione dei sedimenti marini compresi nell'area di rilevante interesse nazionale di Bagnoli-Coroglio" (NA)".

Entrando nel merito dello studio, è stata sviluppata una modellazione acustica previsionale specifica in SoundPlan 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato.

Appare evidente come la fase realizzativa sia costituita da una serie di scenari di lavoro variabili nel tempo in ragione del cronoprogramma delle attività, la tipologia di lavorazioni e le sorgenti emissive presenti. Lo scenario di cantiere considerato nello studio acustico si riferisce ad una condizione potenzialmente più critica data dalla sovrapposizione di più attività anche se non contemporanee fisicamente e/o temporalmente. Per la definizione di tale scenario si utilizza la metodologia del "Worst Case Scenario" che consente di effettuare analisi e valutazioni cautelative in riferimento ai limiti normativi.

La modellazione acustica all'interno di SoundPlan prevede la schematizzazione delle diverse sorgenti come puntuali o areali. Ciascuna sorgente è caratterizzata da un livello di potenza sonora e spettro emissivo desunti dalla bibliografia di riferimento.

Al fine di verificare la situazione più critica dal punto di vista acustico, dunque, le valutazioni sono state eseguite con un approccio cautelativo, ipotizzando la contemporaneità delle lavorazioni e secondo i dati emissivi dei macchinari riportati in

Scavo di bonifica				
Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% di attività effettiva	Lw [dB(A)]
3	Autocarro	101,9	80%	106,7
3	Escavatore	106,0	80%	109,8
3	Pala Meccanica	102,6	80%	106,4
<b>Totale</b>				<b>112,7</b>

Tabella 3-1.

Ogni cantiere è stato considerato attivo per 8 ore nel solo periodo diurno (06:00 – 22:00).

Scavo di bonifica				
Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% di attività effettiva	Lw [dB(A)]
3	Autocarro	101,9	80%	106,7
3	Escavatore	106,0	80%	109,8
3	Pala Meccanica	102,6	80%	106,4
<b>Totale</b>				<b>112,7</b>

**Tabella 4-1 Sorgenti utilizzate per la caratterizzazione della fase di cantiere**

In particolare, per quanto concerne l'area di scavo è stata considerata una sorgente areale con un livello di potenza sonora complessivo pari a 112,7 dB(A) e posta ad un'altezza dal suolo pari a 1,5 m. In merito invece agli impianti di frantumazione del cls essi sono stati imputati all'interno del modello come sorgenti di tipo puntuale alla stessa altezza dal piano campagna e con spettro di potenza sonora seguente:

Macchinario	Frequenza (Hz)	Lw
-------------	----------------	----

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	(dB)
Impianto di frantumazione	107,6	123,6	114,9	113,8	112,4	110,3	105,4	98,8	125,1

**Figura 4-1 Spettro di emissione sonora dell'impianto di frantumazione**

Per quanto riguarda le fasi di cantierizzazione l'analisi previsionale non ha evidenziato particolari criticità ed i livelli acustici registrati in facciata agli edifici risultano essere ben al di sotto dei limiti normativi imposti dal Piano di Classificazione Acustica del comune di Napoli.

Ad ogni modo, in fase di esecuzione delle opere in progetto si prevede l'adozione delle seguenti misure per la salvaguardia del clima acustico:

- scelta idonea delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:
  - la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
  - l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
  - l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
- manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
  - alla sostituzione dei pezzi usurati;
  - al controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.
- corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
  - l'orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;
  - la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
  - l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
  - l'installazione di barriere acustiche provvisorie ove necessario;
  - l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
  - la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 e tra le 20 e le 22).