

## RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B9014457

<b>Cliente</b>	Enel Produzione S.p.A.
<b>Oggetto</b>	Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM) Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuove unità a gas  Studio di Impatto Ambientale (art.22 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.) Allegato C - Valutazione di impatto acustico.
<b>Ordine</b>	A.Q. 8400101944, attivazione N. 3500038651 del 04.04.2019
<b>Note</b>	WBS A1300001867– Lett. B9014186

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 61 **N. pagine fuori testo** -

**Data** 29/11/2019

**Elaborato** ESC - Lamberti Marco, ESC - Ziliani Roberto, ESC - Ghilardi Marina

B9014457 3728 AUT

B9014457 3754 AUT

B9014457 114978 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare

B9014457 3840 VER

**Approvato** ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare

B9014457 3840 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2019 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/61

## *Indice*

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPI</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b> .....	<b>5</b>
2.1	Analisi del contesto territoriale.....	6
2.2	Descrizione degli interventi previsti.....	7
2.3	Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica.....	9
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM</b> .....	<b>11</b>
3.1	Campagna sperimentale e predisposizione di modellazione acustica della centrale.....	11
3.1.1	Attività sperimentali.....	11
3.1.2	Modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale.....	19
3.2	Ricostruzione del contributo delle sorgenti "non Enel" .....	23
<b>4</b>	<b>IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO</b> .....	<b>25</b>
4.1	Predisposizione del modello.....	25
4.1.1	Orografia.....	26
4.1.2	Punti di calcolo.....	26
4.1.3	Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.....	26
4.1.4	Parametri di calcolo .....	32
4.2	Risultati della simulazione.....	32
4.2.1	Calcolo su specifici ricettori .....	32
4.2.2	Mappe isofoniche .....	34
4.3	Verifica dei limiti di legge .....	38
4.3.1	Limite assoluto di immissione.....	38
4.3.2	Limite di emissione .....	40
4.3.3	Limite differenziale di immissione .....	42
<b>5</b>	<b>IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA OPERA</b> .....	<b>43</b>
5.1	Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni.....	43
5.1.1	Aree di cantiere .....	44
5.1.2	Risorse e mezzi utilizzati per la costruzione .....	45
5.1.3	Volumi di scavo.....	46
5.1.4	Programma cronologico .....	46
5.2	Valutazione previsionale .....	48
5.2.1	Macchinari impiegati – Livelli emissivi .....	49
5.2.2	Risultati del calcolo.....	50
5.3	Misure gestionali di ottimizzazione dell'intervento.....	53
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>54</b>
<b>APPENDICE</b> .....		<b>56</b>
	Quadro di riferimento normativo.....	56
	Strumentazione utilizzata.....	60
	Descrizione del modello utilizzato .....	60

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	29/11/2019	B9014457	Prima emissione

## 1 PREMESSA E SCOPI

La Centrale termoelettrica Torrevaldaliga Nord è ubicata nel Comune di Civitavecchia (RM), a circa 5 km a Nord del centro cittadino.

Essa fu costituita negli anni '80 con quattro sezioni termoelettriche da 660 MW<sub>e</sub> ciascuna, entrate in servizio tra ottobre 1984 e giugno 1986. Tra il 2002 ed il 2010 è stato completato il progetto di trasformazione a carbone per n.3 unità della Centrale, denominate TN2, TN3, TN4. In tale occasione, l'unità TN1 è stata dismessa e la relativa caldaia demolita.

La Centrale è attualmente esercita a carbone con una potenza termica totale pari a 4.260 MW<sub>t</sub>, una potenza elettrica lorda di 1.980 MW<sub>e</sub> (660 MW<sub>e</sub> per gruppo).

Il nuovo progetto prevede la realizzazione nell'area di impianto esistente di nuove unità a gas in configurazione due su uno; la configurazione prevede 2 turbine a gas e relative caldaie a recupero (GVR) che si collegano a una sola turbina a vapore, taglia massima complessiva di circa 1.680 MW<sub>e</sub><sup>1</sup>. L'intervento prevede tre fasi di realizzazione: le prime due prevedono l'installazione delle unità in ciclo aperto (OCGT) (solo turbina a gas), la terza fase prevede l'installazione di due caldaie a recupero e una turbina a vapore che consentiranno l'esercizio in ciclo chiuso (CCGT). Tutte le unità a carbone esistenti saranno poste fuori servizio all'entrata del primo OCGT.

Il nuovo ciclo combinato presenta le caratteristiche tecniche/operative idonee per inserirsi nel contesto energetico nazionale ed europeo, nell'ottica di garantire la continua evoluzione e transizione energetica verso la riduzione della generazione elettrica da fonti maggiormente inquinanti – nell'ottica di traguardare gli obiettivi strategici di decarbonizzazione - e contemperando la salvaguardia strutturale degli equilibri della rete elettrica.

<sup>1</sup> Nel caso di configurazione 2+1 la potenza nominale di 1680 MWe è la massima potenzialmente traguardabile in relazione alle valutazioni tecniche ad oggi sviluppate dai fornitori; l'effettiva potenza dipenderà dalla potenza delle singole macchine del produttore che si aggiudicherà la gara di fornitura, e potrebbe incrementarsi per sviluppo tecnologico fino al 3% in più (totale 1730 MWe circa), non modificando tuttavia in alcun modo la potenza termica dichiarata.

Il nuovo ciclo combinato si chiamerà nel suo complesso Torre Nord TN1, i due Turbogas e le caldaie a recupero (GVR) saranno denominati rispettivamente TVN 1A e TVN 1B, la turbina a vapore sarà denominata TV1.

Il presente documento contiene la Valutazione di Impatto Acustico per l'opera in progetto.

## 2 APPROCCIO METODOLOGICO

Nell'ambito del presente studio, in relazione all'inquinamento acustico, oltre all'assetto attuale, che vede il funzionamento delle tre unità a carbone TN2, TN3, TN4, saranno esaminate le seguenti fasi del progetto:

- *fase 1:* unità turbogas TVN 1A su camino di by-pass (ciclo aperto), con la messa fuori servizio di tutte le unità esistenti a carbone;
- *fase 2:* unità turbogas TVN 1A e TVN 1B su camino di by-pass (ciclo aperto); fuori servizio delle unità esistenti a carbone;
- *fase 3:* funzionamento in ciclo combinato di TVN1A & TVN1B (configurazione 2+1, due turbine a gas collegate ad un'unica turbina a vapore); fuori servizio delle unità esistenti a carbone.

La stima dell'impatto acustico della nuova opera<sup>2</sup>, in accordo con la norma UNI 11143<sup>3</sup>, è stata condotta in due fasi:

- caratterizzazione acustica della situazione attuale sulla base dei dati sperimentali disponibili;
- stima previsionale dei livelli sonori conseguenti alle fasi progettuali 1, 2 e 3 ed in fase di cantiere.

Mediante un pacchetto software dedicato, è stata predisposta una modellazione matematica previsionale dell'area interessata dal progetto, che è stata utilizzata, previo inserimento delle opportune sorgenti, per la valutazione della situazione futura.

I dati relativi alla caratterizzazione del rumore nell'assetto attuale si riferiscono a campagne di misura condotte nel marzo 2018, i cui risultati sono riportati al § 3.

Per la simulazione del livello di immissione nelle tre fasi del progetto, si farà affidamento ad una modellazione della centrale di Torrevaldaliga, messa a punto negli scorsi anni da CESI sulla base di una procedura di taratura e verifica della modellazione stessa già applicata su altri impianti termoelettrici; tale modellazione è periodicamente aggiornata in occasione delle campagne sperimentali eseguite nell'ambito dei rinnovi AIA.

La stima degli effetti della centrale termoelettrica sul rumore ambientale è stata effettuata considerando quest'ultima attiva in continuo, al carico nominale, nell'arco delle ventiquattro ore.

<sup>2</sup> Per "nuova opera" si intende una nuova realizzazione o la modifica di un'opera esistente

<sup>3</sup> Norma 11143: 2005 Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 1: Generalità, Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi.

Le campagne sperimentali svolte sul sito ed il presente studio previsionale di impatto acustico sono stati condotti da personale<sup>4</sup> in possesso del riconoscimento di "Tecnico competente in acustica ambientale", ai sensi dell'art.2 comma 7 della Legge 447/95, come modificata dal D. Lgs. 42/2017.

La modellazione acustica è stata predisposta utilizzando un pacchetto software commerciale per il calcolo della propagazione sonora.

## 2.1 Analisi del contesto territoriale

La Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord si trova sulla costa laziale, nella Città metropolitana di Roma Capitale, nel Comune di Civitavecchia, circa 2 km a Nord-Nord Ovest di Punta La Mattonara.

L'area della centrale è ubicata in una fascia pianeggiante che si estende parallelamente al mare a circa 5 km Nord-Ovest dell'abitato di Civitavecchia ed è attraversata dalla Ferrovia Roma-Pisa, che divide il sito in due parti. Oltre il rilevato ferroviario è situata la sottostazione elettrica, mentre l'impianto di produzione, fino ai trasformatori di macchina, occupa l'area lungo la costa tirrenica.

La zona circostante la centrale, verso l'entroterra, è pianeggiante; l'uso del suolo prevalente è di tipo agricolo, con culture erbacee e di ortaggi a carattere intensivo.

A Nord-Nord Ovest il sito confina con un impianto di piscicoltura che utilizza le acque calde di scarico della centrale. Più all'interno si trova il tracciato della S.S. n. 1 Aurelia ed il tratto settentrionale dell'Autostrada Roma-Civitavecchia.

Verso Nord-Ovest, la fascia costiera continua con andamento pianeggiante raggiungendo la Punta S. Agostino e la foce del fiume Mignone.

A Sud invece si trovano, in successione, l'area industriale occupata dalla Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Sud, l'area portuale e l'abitato di Civitavecchia.

La Centrale fu costituita negli anni '80 con quattro sezioni termoelettriche da 660 MW, ciascuna, alimentate ad olio combustibile denso, che entrarono in servizio tra ottobre 1984 e giugno 1986. Nel 2002 iniziò il progetto di trasformazione a carbone per n. 3 unità. Le vecchie unità ad olio furono messe fuori servizio tra il 2003 e il 2005 e la prima sezione a carbone della centrale fu avviata a giugno 2009. Dall'agosto 2010 è stato messo a regime l'intero complesso con n 3 unità denominate F1, F2, F3. Il progetto di conversione a carbone

<sup>4</sup> Predisposizione del modello matematico e valutazione d'impatto a cura dei Tecnici Competenti Sig. Marco Lamberti (Provincia di Piacenza - Servizio di Valorizzazione e Tutela dell'ambiente, determinazione n° 2329 del 25/11/08) ed Ing. Roberto Ziliani (Regione Emilia Romagna Bollettino Ufficiale N. 148 del 2/12/1998. Determinazione del Direttore generale Ambiente del 09/11/1998, n. 11394). I tecnici sono iscritti all'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica (<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>), rispettivamente con i numeri 5676 e 5729 e a quello regionale con i numeri RER/00633 e RER/00686.

ha previsto l'installazione di tre nuove caldaie supercritiche e l'adeguamento del ciclo termico con sostituzione delle turbine a vapore. Inoltre, ai fini dell'abbattimento degli inquinanti atmosferici prodotti dalla combustione a carbone, sono stati inseriti nuovi sistemi di denitrificazione catalitica dei fumi (DeNO<sub>x</sub>), sistemi di depolverazione dei fumi mediante filtri a manica, sistemi di desolforazione dei fumi per ogni sezione (DeSO<sub>x</sub>). La centrale è attualmente esercita a carbone con una potenza termica totale pari a 4260 MW<sub>t</sub>.

Dal punto di vista acustico, l'immediato intorno dell'impianto termoelettrico di Torrevaldaliga Nord è caratterizzato dall'assenza di estese zone residenziali, fatta eccezione per la località La Scaglia. Vi sono tuttavia un buon numero di edifici sparsi, taluni dei quali ad uso abitativo, distribuiti in tutta l'area circostante.

Tra queste si segnalano le palazzine con accesso dal piazzale antistante la centrale di Torrevaldaliga Sud, alcuni fabbricati lungo la Via del Pidocchio e a Nord della centrale al termine di Via Scaglia. In questa zona vi sono alcuni fabbricati residenziali con annesse aree verdi e appezzamenti agricoli. L'accesso a questa zona può avvenire o da Via Scaglia o dalla strada provinciale, che scorre nell'entroterra.

Il rumore ambientale della zona è determinato da un complesso di sorgenti sonore, a cui concorrono infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie, impianti industriali, insediamenti artigianali, un centro commerciale di grande distribuzione con elevato traffico indotto, una ampia zona adibita a deposito auto. Tali sorgenti hanno una tipologia di emissione sonora nel tempo assai differenziata: continua quella delle due centrali, variabile e legata al ciclo giorno/notte quella delle arterie stradali, concentrata ai transiti dei convogli quella della sorgente ferroviaria, funzione dei turni di lavoro per altre realtà industriali e artigianali. Esse interagiscono in vario modo con i ricettori abitativi precedentemente menzionati. La zona a Sud-Est dell'impianto Enel risente maggiormente del traffico stradale e delle attività che si sviluppano ai margini della via Aurelia, mentre le zone ad Est e a Nord-Est, sono invece caratterizzate dal contributo dei due impianti termoelettrici, oltre naturalmente a cause locali, quali l'attività antropica, il traffico locale e le attività agricole.

## 2.2 Descrizione degli interventi previsti

Il nuovo progetto la realizzazione nell'area d'impianto di nuove unità a gas di taglia massima di 1680 MW<sub>e</sub> in configurazione due su uno. L'intervento prevede n.3 fasi di realizzazione. La prima fase comprende la costruzione di una prima unità turbogas e il funzionamento in ciclo aperto (OCGT) in corrispondenza con la messa fuori di tutte le unità a carbone; la prima turbina a gas ad essere costruita, denominata TVN 1A, sarà predisposta con camino di by-pass e potrà erogare potenza in modo indipendente (funzionamento in ciclo aperto OCGT). In successione la seconda fase prevede l'aggiunta di un'altra unità turbogas e il funzionamento in ciclo aperto (OCGT); si procederà alla costruzione di un'altra

unità turbogas in ciclo aperto, denominata TVN 1B. Anche quest'ultimo turbogas sarà provvisto di camino di *by-pass* per consentire il funzionamento in ciclo aperto. Nella terza fase potrà essere realizzata la chiusura in ciclo combinato (CCGT) delle due unità turbogas, installando due caldaie a recupero e una turbina a vapore in sala macchine, al posto del gruppo TN1 dismesso.

Il nuovo CCGT sarà posizionato all'esterno di sala macchine a Q.+4,00 mt, con la sola eccezione della turbina a vapore che sarà posizionata all'interno, al posto del vecchio gruppo TN1 attualmente dismesso. In Figura 1 si riporta la planimetria con l'ubicazione del nuovo turbogas sul sito d'impianto.

L'unità in ciclo combinato denominata 1A è quella più vicina alla sala macchine esistente, cioè quella a sinistra in Figura 1.

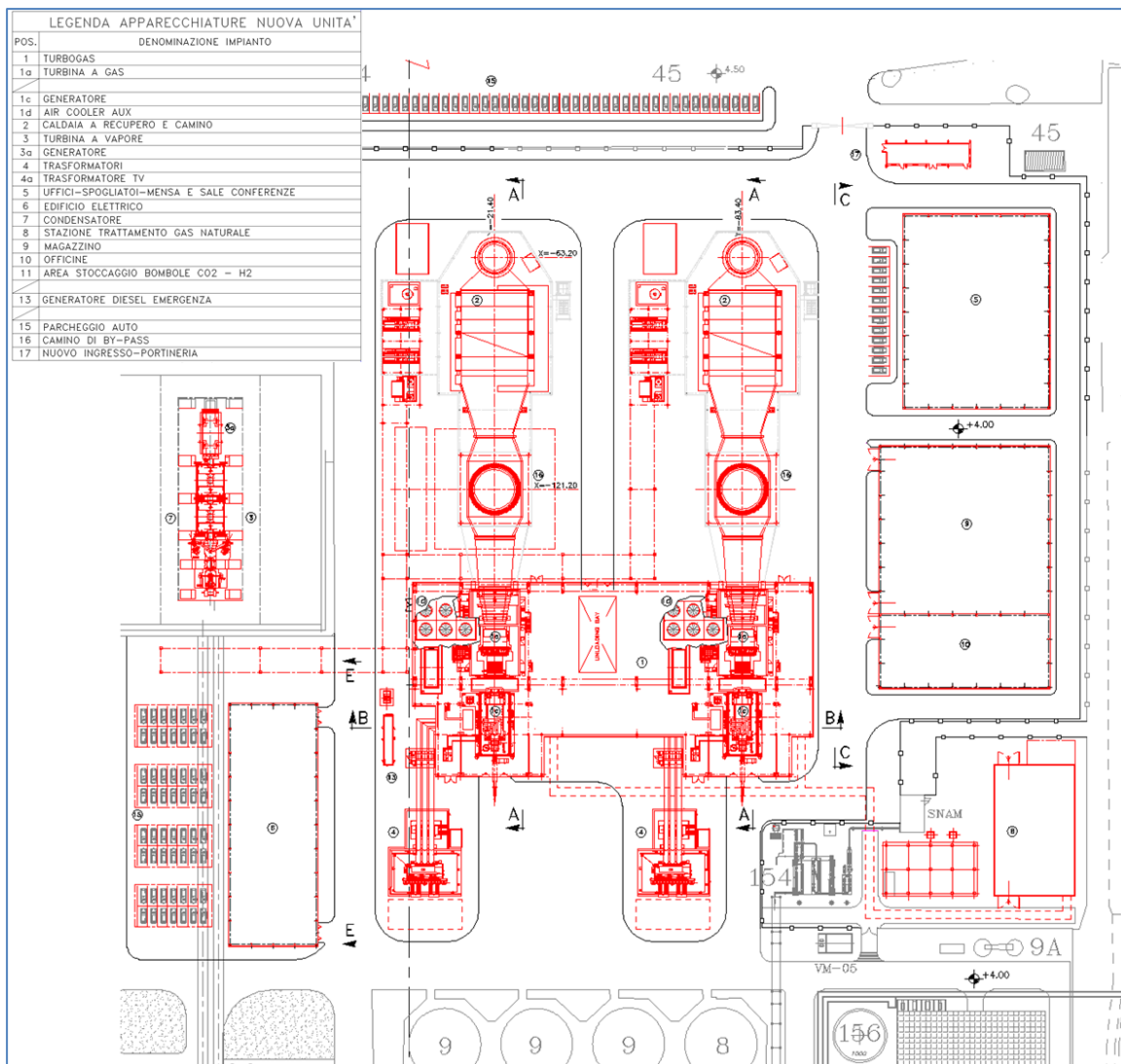


Figura 1 – C.le di Torrevaldaliga – Nuove unità a ciclo combinato TN1.



## 2.3 Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica

Il quadro di riferimento normativo per la regolamentazione dell'inquinamento acustico è descritto in Appendice, a pag. 56.

La centrale appartiene alla categoria degli impianti a ciclo produttivo continuo in base al D.M. 11/12/1996.

Ad essa quindi può essere applicato il criterio differenziale in ottemperanza al D.M. citato; per la nuova unità produttiva vale quanto stabilito dalla Circolare del Min. Ambiente del 06/09/2004 *"Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali"*.

I limiti all'inquinamento acustico traggono spunto dalla Legge Quadro 447/95 e sono stabiliti dal DPCM 14/11/1997; essi trovano applicazione mediante lo strumento della classificazione acustica comunale.

Il Comune di Civitavecchia ha approvato la classificazione acustica del proprio territorio, con delibera del Consiglio comunale n° 102 del 28/12/2006.

La classificazione acustica attribuita all'area circostante gli impianti termoelettrici di Torrevaldaliga è schematizzata nella Figura 2.

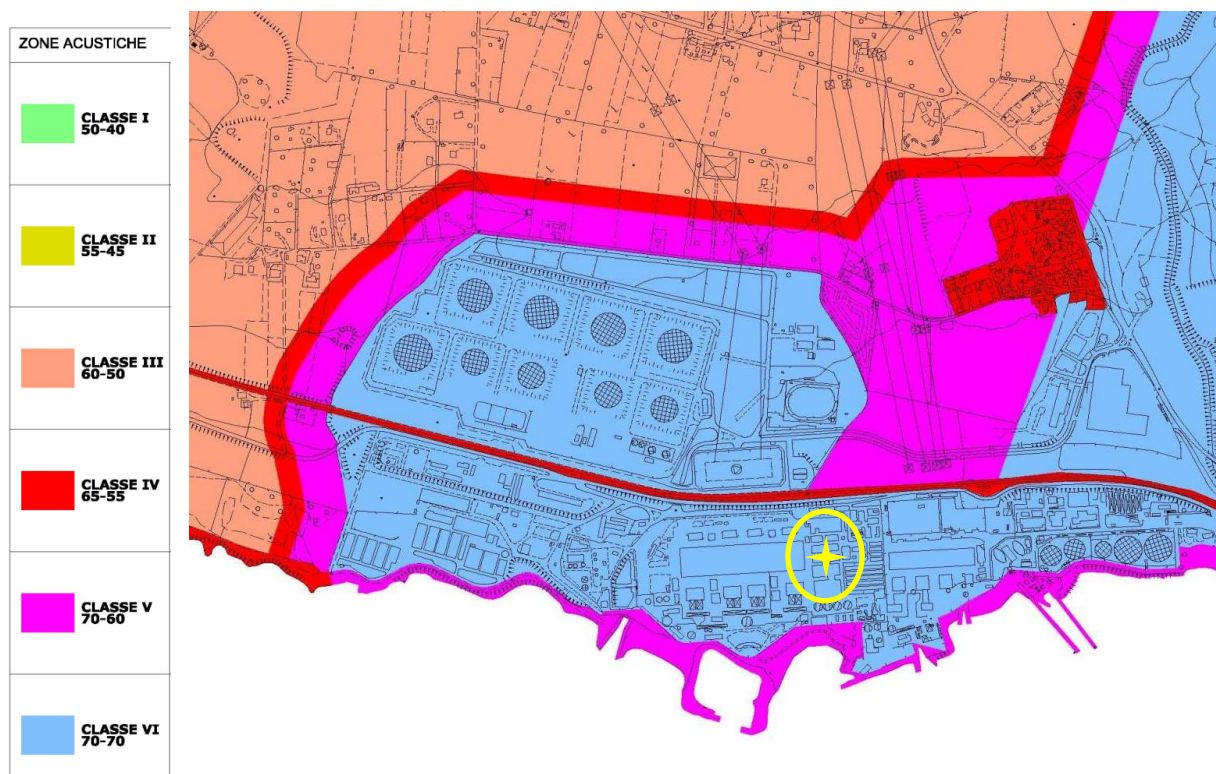


Figura 2 – Sito di Torrevaldaliga: stralcio della classificazione acustica comunale per l'area circostante gli impianti termoelettrici, con indicazione dell'ubicazione degli interventi in progetto.

L'area su cui insistono gli impianti è stata assegnata alla Classe VI (Aree esclusivamente industriali) e l'area immediatamente circostante, anche lungo il litorale, alla Classe V (aree prevalentemente industriali). L'abitato di Scaglia e l'area dell'infrastruttura ferroviaria rientrano nella Classe IV (aree di intensa attività umana). Tra l'area dell'entroterra, assegnata estensivamente alla classe III, e l'area di classe V è interposta una "fascia cuscinetto" in classe IV, di ampiezza pari ad alcune decine di metri.

Si ha pertanto che:

- le abitazioni prospicienti il piazzale di accesso alla centrale Tirreno Power ricadono in classe VI, con limiti massimi assoluti di immissione pari a 70 dB(A) sia in periodo diurno che notturno;
- le abitazioni situate a Nord dell'impianto ricadono in classe III, con limiti massimi assoluti di immissione pari a 60 dB(A) in periodo diurno e a 50 dB(A) in periodo notturno;
- l'agglomerato di Scaglia ricade in classe IV, limiti massimi assoluti di immissione pari a 65 dB(A) in periodo diurno e 55 dB(A) in periodo notturno;
- le abitazioni dislocate lungo Via Scaglia tra l'agglomerato omonimo e l'area di impianto ricadono in classe V, con limiti massimi assoluti di immissione pari a 70 dB(A) in periodo diurno e 60 dB(A) in periodo notturno.

## 3 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM

### 3.1 Campagna sperimentale e predisposizione di modellazione acustica della centrale

Lo studio di caratterizzazione della situazione attuale si basa su un'estesa campagna sperimentale eseguita a Marzo 2018 e sul contestuale aggiornamento della modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale. Tale modellazione, verificata sulla base dei dati acquisiti in campo e sviluppata con l'applicazione di una procedura di taratura e controllo, è stata predisposta nel 2010, immediatamente a valle della conclusione delle attività di conversione a carbone; essa è stata aggiornata in occasione dei rinnovi AIA.

A seguito dell'invio al MATTM dello studio del 2014<sup>8</sup>, ISPRA espresse osservazioni e valutazioni<sup>5</sup>, inerenti anche all'applicazione modellistica. In risposta, CESI produsse una relazione<sup>6</sup>, a cui ISPRA replicò<sup>7</sup> accogliendo positivamente le precisazioni fornite e le ulteriori elaborazioni presentate.

#### 3.1.1 Attività sperimentali

Lo stato attuale del clima acustico nell'area circostante la Centrale di Torrevaldaliga Nord è stato caratterizzato attraverso una campagna di misura, condotta nel marzo del 2018<sup>8</sup> da CESI ed Enel, i cui risultati sono descritti in altrettanti rapporti tecnici<sup>9,10</sup>

Il personale impegnato nell'esecuzione delle prove, nell'elaborazione dei dati e nella produzione dei risultati è in possesso dei requisiti di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, ai sensi della Legge Quadro 447/95<sup>4,11</sup>.

<sup>5</sup> Protocollo n. 47931 del 20/11/2014 - Oggetto: Conversione a carbone centrale Torrevaldaliga Nord - Proponente Enel S.p.A. - Risposta prescrizioni della CTVIA (Parere n°893 del 16/03/12) di cui al DEC/VIA/680 del 04/11/03, inerente gli interventi abbattimento rumore. Rif: prot. ISPRA n. 0018684 del 14/05/2012 (rif. DVA-2012-0010598 del 08/05/2012).

<sup>6</sup> Rapporto CESI n° B5000081 "C.le Enel di Torvaldaliga: risposta alle osservazioni ministeriali sul rapporto CESI B4011833" del 20/03/2015.

<sup>7</sup> Lettera ISPRA prot. n° 58407 del 22/12/2015, prot. Enel-PRO-23/12/2015-0049422.

<sup>8</sup> Rapporto CESI n° B4011833 "C.le Enel di Torrevaldaliga – Risposta alle prescrizioni della CTVIA in relazione al rumore ambientale, nell'ambito della campagna di monitoraggio prevista dal decreto AIA" del 22/07/2014.

<sup>9</sup> Rapporto CESI n° B8009213 "C.le Enel di Torrevaldaliga – Caratterizzazione della rumorosità ambientale e verifica dei limiti di legge nell'ambito degli adempimenti previsti dal decreto AIA" del 18/01/2018.

<sup>10</sup> Relazione Tecnica ENEL Codice-revisione 19AMBRT001-01 "BU Torrevaldaliga Nord - rilievi di rumore ambientale ai sensi della Lg. 447/95" del 26/02/2019.

<sup>11</sup> Sig. A. Zanotti, Tecnico Competente in Acustica Ambientale, iscritto agli elenchi della Regione Veneto con il n°285 e all'elenco nominativo nazionale con il numero 1044.

Sig. Marcantonio Mallus, tecnico competente iscritto nell'elenco della Regione Sardegna con il n°58 e all'elenco nazionale con il n°3956.

Sig. Paolo Raspanti, tecnico competente iscritto nell'elenco della Regione Toscana con il n° 970 e all'elenco nazionale con il n° 8353.

La campagna sperimentale condotta da CESI ha visto l'esecuzione di due tipologie di attività:

1. monitoraggio del rumore a lungo termine in continuo presso cinque postazioni, sede di rilievi pregressi, situate in corrispondenza di potenziali ricettori (§ 3.1.1.1.1);
2. rilievi a breve termine per la valutazione del livello di emissione delle principali macrosorgenti che costituiscono la centrale, per la taratura delle sorgenti di impianto e in punti di verifica, lungo direttrici di propagazione (§ 3.1.1.1.3).

La campagna condotta dai tecnici Enel ha riguardato una serie di rilievi a breve termine lungo la recinzione della centrale, per la valutazione del livello emissivo dell'impianto nel suo complesso (§ 3.1.1.1.2).

### 3.1.1.1 Punti di misura

#### 3.1.1.1.1 Punti di monitoraggio in continuo.

Nell'ambito della campagna sperimentale, su un intervallo temporale pluri-giornaliero, si sono svolti i monitoraggi in continuo presso le postazioni P01÷P05, la cui ubicazione è riportata in Figura 3. Tali postazioni sono state oggetto di rilievi pregressi. In Tabella 1 si riportano le coordinate dei punti di misura, una breve descrizione e la classificazione acustica dell'area a cui ciascun punto appartiene.

**Tabella 1 – C.le di Torrevaldaliga – Descrizione delle postazioni di misura del rumore ambientale e loro classificazione acustica**

Punto di misura	Coordinate del punto (Sistema geografico Roma40 proiezione Gauss Boaga fuso EST).	Descrizione	Classe
P01	2252608 m E 4669491 m N	Postazione ubicata all'interno dell'area di cantiere Enel, in vista della sala macchine, lungo la recinzione dell'area dell'impianto, adiacente a Via Scaglia.	VI
P02	2252884 m E 4668311 m N	Postazione ubicata, presso il piazzale di accesso all'impianto Tirreno Power di Torrevaldaliga, allineata al fabbricato residenziale più a Nord.	VI FP(*)
P03	2251910 m E 4670194 m N	Postazione ubicata all'esterno della centrale Enel, presso l'area pertinenziale di un fabbricato ad uso abitativo, sito in Via Scaglia n° 106, in vista dell'impianto e dell'area di cantiere.	III
P04	2253014 m E 4668909 m N	Postazione ubicata all'esterno della centrale Enel, presso l'area pertinenziale di un fabbricato ad uso abitativo, sito in Via Scaglia n° 2, in vista dell'impianto Tirreno Power.	IV
P05	2252296 m E 4670216 m N	Postazione ubicata all'esterno della centrale Enel, presso l'area pertinenziale della sede della comunità "Oasi della Gioia", sita in Via Scaglia.	III

(\*) Il punto di misura ricade nella fascia di pertinenza di un'infrastruttura di trasporto (ferrovia)

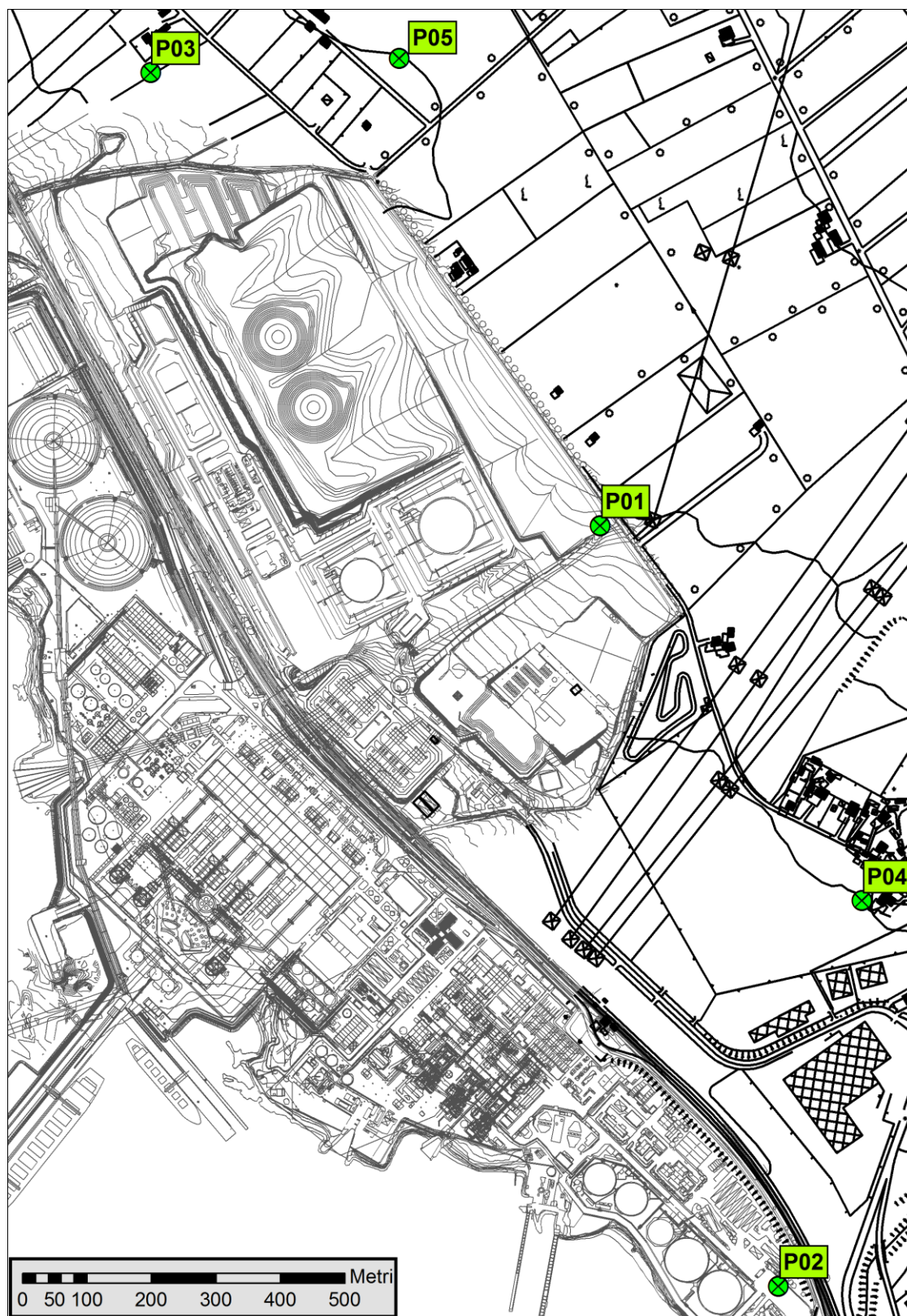


Figura 3 – C.le di Torrevaldaliga: ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale P01÷P05

### 3.1.1.1.2 Punti di misura lungo la recinzione

Sono stati individuati e monitorati n° 9 punti di misura situati lungo la recinzione esterna della centrale Enel, per la determinazione delle emissioni; l'attività è stata condotta da personale Enel. Le rilevazioni, effettuate per campionamento temporale nel tempo di misurazione  $T_M$  sono risultate rappresentative sia per il tempo di osservazione  $T_O$  che per il tempo di riferimento  $T_R$ ; essendo l'integrazione nel tempo di un valore costante uguale al valore istantaneo, il dato determinato nel tempo di misura è lo stesso valore che rappresenta il livello di pressione sonora ottenibile con il rilevamento continuo nel tempo. Ogni misura è stata svolta su un tempo congruo ai fini della stabilizzazione del segnale da verificare tramite analisi della *time history*; ogni misura comunque ha avuto una durata non inferiore a 10'.

I punti di misura, denominati con E1÷E9, sono stati collocati lungo il perimetro d'impianto (Figura 4); l'altezza microfonica è stata posta pari a 3.5 m dal suolo in tutte le postazioni. Il parametro utilizzato per la stima del livello di emissione è il livello percentile  $L_{A95}$ , il quale costituisce una stima per eccesso dell'immissione specifica dell'impianto, risentendo del contributo di sorgenti estranee all'impianto Enel, ma dotate di emissioni sonore con componenti costanti.

Tutti i punti di misura ricadono all'interno della Classe VI "Aree esclusivamente industriali".

### 3.1.1.1.3 Punti a breve termine di taratura e verifica del modello

Nell'ambito della campagna è stata eseguita da CESI una serie di rilievi a breve termine, dislocati all'interno del perimetro della centrale ed utilizzati per la caratterizzazione della propagazione e della potenza sonora delle sorgenti, ovvero funzionali allo sviluppo della modellazione matematica attraverso le fasi di taratura e verifica.

Fanno capo all'insieme dei punti di taratura e verifica quelli situati in prossimità delle sorgenti, per acquisirne lo spettro emissivo, quelli posti a distanza via via maggiore dalle macrosorgenti individuate, quelli collocati in punti idonei al confronto tra il livello previsto dal modello e quello sperimentale.

Nel presente documento, tali punti non saranno riportati; si rimanda al rapporto citato<sup>9</sup> per maggiori dettagli. Al § 3.1.2 sono invece sintetizzati i risultati della modellazione predisposta.



Figura 4 – C.le di Torvaldaliga: ubicazione dei punti di misura del rumore ambientale E1-E9

### 3.1.1.2 Parametri di misura

Nel corso delle misure sono stati acquisiti tutti i principali parametri di caratterizzazione del rumore in termini globali e spettrali, tra cui l'andamento temporale del  $L_{Aeq}$ , i principali livelli statistici percentili, gli spettri di  $L_{eq}$  e  $L_{min}$ .

Il parametro comunemente indicato dai riferimenti tecnici e legislativi per la caratterizzazione dell'inquinamento acustico è il livello equivalente ponderato 'A' ( $L_{Aeq}$ ), relativo al tempo di riferimento diurno e notturno.

La centrale termoelettrica di Torvaldaliga si colloca in una zona influenzata da un complesso di sorgenti industriali, infrastrutturali, da attività commerciali o di servizio, che, soprattutto in alcune postazioni di misura, apportano un contributo in termini di livello sonoro talora addirittura prevalente rispetto alla rumorosità prodotta dalla centrale Enel, la quale, nelle condizioni di normale funzionamento, produce una rumorosità ritenuta stazionaria nel tempo e priva di fenomeni impulsivi.

In questo ambito dove coesistono diverse sorgenti sonore, il parametro  $L_{Aeq}$ , non risulta idoneo ad individuare il contributo dell'impianto; esso infatti risulta influenzato da tutte

le sorgenti sonore attive nell'ambito della misura, siano esse di tipo stazionario o variabile nel tempo.

Per discriminare il livello di immissione specifica dell'impianto è prassi comune utilizzare, quale descrittore, il valore del 95° livello percentile della distribuzione retrocumulata del livello sonoro ponderato 'A', indicato con  $L_{A95}$ .

Tale parametro, che indica il livello sonoro superato per il 95% del tempo di misura, risente solamente delle sorgenti che emettono in maniera continua e permette quindi di eliminare il contributo, anche elevato, di sorgenti sporadiche (quali ad esempio il transito di automezzi, il sorvolo di un aereo, il transito di un convoglio ferroviario ecc.).

Esso può perciò essere utilizzato per stimare il contributo alla rumorosità ambientale complessiva delle sorgenti di rumore ad emissione costante, tra cui si colloca, per l'appunto, la centrale Enel.

Occorre tuttavia evidenziare che il livello percentile  $L_{A95}$  offre una stima per eccesso del contributo acustico dell'impianto Enel, poiché esso può includere i contributi di altre sorgenti aventi una componente costante nella loro emissione.

Nel caso particolare, possono apportare un contributo al  $L_{A95}$  sorgenti quali il flusso continuo del traffico stradale, la Centrale Tirreno Power, le attività portuali, ecc.

### *3.1.1.3 Circostanze di misura*

I rilievi eseguiti da CESI presso i punti P01÷P05 hanno avuto luogo su due sessioni: la prima tra il 12 ed il 14/03/2018 e la seconda tra il 26 ed il 30/03/2018. I rilievi a breve termine sono stati svolti anch'essi su due sessioni: nei giorni 13-14 e 27-28/03/2018.

Nell'ambito degli intervalli di esecuzione delle misure a breve termine, la centrale è stata esercitata con regimi di carico corrispondenti ai criteri indicati nel provvedimento AIA, ossia con potenza pari all'80% di quella complessiva. Le misure a lungo termine hanno coperto ulteriori assetti di impianto rispetto, dettati dalle esigenze di rete.

Nel corso dei rilievi a lungo termine, sono state condotte le misure a breve termine, privilegiando le fasi ove minori risultavano le attività lavorative presso la centrale e quindi le ore tardo pomeridiane o serali.

Le condizioni meteo sono state caratterizzate, in generale, da assenza di precipitazioni rilevanti e presenza di vento forte solo per brevi fasi, che sono state selezionate ed escluse dal calcolo dei valori finali.

L'indagine per valutare i valori delle emissioni acustiche prodotte dalla centrale lungo il confine della centrale è stata eseguita da Enel nei giorni 27÷28/03/2018, in concomitanza all'attività di misura a lungo termine effettuata da CESI.



Nel corso dei rilievi a breve termine, le misure sono state eseguite in condizioni meteorologiche favorevoli.

#### *3.1.1.4 Strumentazione utilizzata*

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente<sup>12</sup>, come richiesto dal D.M.A. 16/03/1998. L'elenco della strumentazione utilizzata, con gli estremi dei relativi certificati di taratura, è riportato in Appendice a pag. 60. Sono state utilizzate più catene di misura indipendenti.

Prima e dopo ogni ciclo di misura è stata eseguita la calibrazione della strumentazione mediante calibratore acustico, verificando che gli scostamenti riscontrati in nessun caso superassero gli 0.5 dB.

#### *3.1.1.5 Metodica di misura*

Per la campagna di monitoraggio presso le postazioni P01÷P05, contestuale ai rilievi di calibrazione e taratura del modello matematico previsionale, è stata applicata la metodica definita "ad integrazione continua" secondo il D.M.A. 16/03/1998, con l'installazione di n° 5 postazioni di misura automatiche a lungo termine, che hanno acquisito in continuo tutti i principali parametri acustici in termini globali e spettrali per alcuni giorni. In particolare, sono stati memorizzati il livello equivalente ( $L_{eq}$ ) ed i percentili della distribuzione statistica del livello sonoro ( $L_N$ ) in termini globali, con ponderazione 'A', e spettrali in bande di 1/3 d'ottava nel range 12.5 Hz ÷ 20 kHz, mediante memorizzazione automatica, con tempi di acquisizione indipendenti e consecutivi della durata di alcuni minuti.

Le misure nei punti finalizzati alla taratura e verifica del modello e lungo la recinzione è stata applicata la tecnica di misura indicata dal DMA 16/03/1998 come "tecnica di campionamento". Poiché l'impianto è a servizio continuo e, in condizioni normali di esercizio, non si verificano variazioni temporali e/o spettrali delle caratteristiche della sorgente sonora all'interno dei tempi di riferimento (notturno e diurno), la tecnica di misura consiste nell'esecuzione di una serie di rilievi di rumore della durata di alcuni minuti cadauno, sia in periodo diurno che notturno limitatamente ai punti lungo la recinzione).

L'altezza microfonica è stata variata tra le altezze 1.5 m e 4 m dal suolo per superare gli eventuali ostacoli tra il punto di misura e la sorgente specifica.

---

<sup>12</sup> Il SIT, è stato, sino al 2010, l'ente pubblico italiano che permetteva ai laboratori metrologici di essere accreditati per la taratura di strumentazione di misura, prova o collaudo. La struttura SIT è confluita nell'Ente unico di accreditamento italiano ACCREDIA. I centri SIT sono ora chiamati LAT (laboratorio di taratura accreditato). I certificati emessi da tali centri accreditati conservano il medesimo valore (anche all'estero) dei precedenti certificati SIT.

### 3.1.1.6 Criteri di elaborazione dei dati e di calcolo dei parametri di riferimento.

Dopo la fase di misura, i dati rilevati presso le postazioni automatiche sono stati analizzati e validati escludendo le fasi con condizioni meteorologiche inidonee all'esecuzione delle misure secondo il DMA 16/03/1998. Sono stati pure esclusi dal calcolo alcuni periodi per eventi anomali (abbai di cani, attività antropica e di coltivazione nei pressi dei punti, rumore di origine naturale).

### 3.1.1.7 Risultati dei rilievi

#### 3.1.1.7.1 Punti P01÷P05

I dati sperimentali validati sono stati associati sulla base dei tempi di riferimento diurno e notturno stabiliti dal DPCM 14.11.1997 e sono stati calcolati i relativi livelli equivalenti  $L_{Aeq,TR}$  ed i livelli statistici percentili. La Tabella 2 riporta i risultati dei rilievi, espressi come  $L_{Aeq,TR}$  e  $L_{A90,TR}$  medi, minimi e massimi per il TR diurno e notturno. L'ultima colonna riporta il livello equivalente sul tempo a lungo termine  $L_{Aeq,TL}$ , dato dalla composizione di tutti i TR diurni e notturni.

**Tabella 2 – Centrale di Torrevaldaliga - Risultati dei rilievi – Punti esterni alla centrale (Figura 3) – Valori in dB(A)**

Punto di misura	Periodo di riferimento TR Diurno / Notturno	$L_{Aeq,TR}$ medio (min ÷ max)	$L_{A90,TR}$ medio (min ÷ max)	$L_{Aeq,TL}$
P01 Cantiere	Diurno (h. 06.00÷22.00)	<b>50.8</b> 49.2÷51.7	<i>47.2</i> 44.4÷48.9	<b>50.7</b>
	Notturno (h. 22.00÷06.00)	<b>48.1</b> 45.9÷50.0	<i>45.0</i> 41.0÷47.8	<b>48.6</b>
P02 Piazzale Tirreno Power	Diurno (h. 06.00÷22.00)	<b>55.7</b> 54.8÷57.5	<i>49.2</i> 47.3÷51.4	<b>56.1</b>
	Notturno (h. 22.00÷06.00)	<b>51.0</b> 50.9÷51.3	<i>42.0</i> 39.4÷43.5	<b>51.0</b>
P03 Scaglia n°106	Diurno (h. 06.00÷22.00)	<b>48.4</b> 47.4÷50.4	<i>42.0</i> 40.3÷46.1	<b>48.9</b>
	Notturno (h. 22.00÷06.00)	<b>48.1</b> 46.5÷49.9	<i>43.2</i> 38.5÷48.1	<b>48.4</b>
P04 Scaglia n°2	Diurno (h. 06.00÷22.00)	<b>53.7</b> 51.7÷56.5	<i>49.1</i> 47.4÷50.7	<b>53.4</b>
	Notturno (h. 22.00÷06.00)	<b>49.9</b> 45.1÷53.1	<i>44.4</i> 41.4÷48.3	<b>51.4</b>
P05 Oasi della Gioia	Diurno (h. 06.00÷22.00)	<b>47.4</b> 46.2÷48.5	<i>40.2</i> 38.7÷43.5	<b>47.7</b>
	Notturno (h. 22.00÷06.00)	<b>45.9</b> 44.0÷47.9	<i>40.9</i> 35.3÷45.2	<b>46.3</b>

Sono stati esclusi dal calcolo i periodi con condizioni meteo avverse o eventi anomali.

Si sono esclusi altresì dal calcolo i TR diurni e notturni per i quali, dopo la fase di validazione, si disponeva di un tempo effettivo di misura minore del 25% della durata del TR stesso, ossia n.2 ore per il TR notturno e n.4 ore per il TR diurno. Limitatamente alla postazione P02, sono stati esclusi dal calcolo di  $L_{Aeq,TR}$  gli eventi legati al transito dei convogli ferroviari. Infatti, ai sensi del DPR 459/98 e del DPCM 14/11/97, la postazione rientra nella fascia di pertinenza dell'infrastruttura di trasporto e pertanto la rumorosità prodotta da quest'ultima non concorre alla determinazione del livello di immissione ai fini del confronto con i limiti di zona.

### 3.1.1.7.2 Punti E1÷E9

In Tabella 3, ricavata dal rapporto Enel citato<sup>10</sup>, sono riportati i risultati dei rilievi eseguiti nei punti E1÷E9 (Figura 4), espressi attraverso i valori di  $L_{Aeq}$  e del livello statistico percentile  $L_{A95}$ . La durata della misura è stata di almeno 10' in ciascun punto.

I valori del livello equivalente  $L_{Aeq}$ , parametro che tiene conto di tutte le sorgenti sonore, e del percentile  $L_{A95}$ , che tiene conto della sola quota parte a carattere stazionario del rumore rilevato, mostrano in generale scostamenti ridotti, confermando l'assenza, nel rilievo, di eventi sporadici di elevata intensità.

**Tabella 3 – Centrale di Torrevaldaliga – Risultati delle misure eseguite sui punti E1÷E9 – Valori in dB(A)**

Punto di misura	Tempo riferimento diurno		Tempo riferimento notturno	
	$L_{Aeq}$	$L_{A95}$	$L_{Aeq}$	$L_{A95}$
E1	61.3	58.3	60.6	58.9
E2	52.7	48.3	49.7	48.3
E3	50.3	41.7	42.8	40.5
E4	53.0	45.8	47.9	46.3
E5	62.9	62.1	60.9	59.4
E6	61.2	59.5	60.1	58.3
E7	58.3	47.3	50.8	47.9
E8	57.4	55.3	55.2	53.7
E9	64.3(*)	63.1	64.5	63.6

(\*): influenza impianto termoelettrico Tirreno Power

### 3.1.2 Modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale

Nell'ambito dello studio la cui parte sperimentale è stata descritta al § 3.1.1, è stata ripresa ed aggiornata la modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale predisposta nel 2014. Anche tale modellazione fu messa a punto sulla base di una

campagna di caratterizzazione delle sorgenti mediante lo stesso procedimento di calibrazione e verifica qui applicato.

La modellazione è stata predisposta utilizzando un pacchetto software di tipo commerciale, con applicazione dello standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora (§ 4.1).

Il procedimento di taratura/verifica del modello è stato svolto in linea con quanto stabilito dallo standard UNI 11143 *“Acustica - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti”*.

In termini generali, la procedura di taratura / verifica si basa su un insieme di misure eseguite in prossimità delle sorgenti, per la caratterizzazione dello spettro emissivo, lungo il percorso di propagazione, per verificare la congruenza del decadimento con i risultati del modello, e presso punti di verifica non utilizzati in fase di taratura, presso i quali verificare lo scostamento tra i livelli calcolati e quelli sperimentali. Negli scorsi anni, tale procedimento di taratura e verifica, sviluppato nell’ambito di una collaborazione tra l’allora Laboratorio Enel di Piacenza ed il CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sugli Agenti Fisici – Università di Perugia), fu ripreso, tra i metodi consigliati per gli impianti termoelettrici nel DMA sui metodi innovativi per le valutazioni di impatto ambientale<sup>13</sup>.

La stessa modellazione, opportunamente modificata per quanto riguarda le sorgenti sonore, costituisce la base per lo studio previsionale più oltre descritto (§ 4).

### *3.1.2.1 Predisposizione del modello*

La simulazione è stata condotta su uno scenario tridimensionale: l’orografia del sito è stata ricavata da cartografia tecnica regionale e dalle planimetrie di progetto. Il file di mappa ottenuto dall’elaborazione del suddetto materiale contiene l’orografia del sito, gli ingombri delle sorgenti, la dislocazione dei ricettori e le informazioni sulla tipologia di terreno. Nella Figura 5 è riportata la restituzione tridimensionale dell’orografia e degli oggetti introdotti nel modello di simulazione. L’altezza dei fabbricati e delle apparecchiature è stata ricavata dai documenti progettuali.

Dal punto di vista modellistico, le unità termoelettriche, sono costituite da un gran numero di fonti sonore, alcune delle quali hanno maggiore rilevanza sul rumore che raggiunge i ricettori.

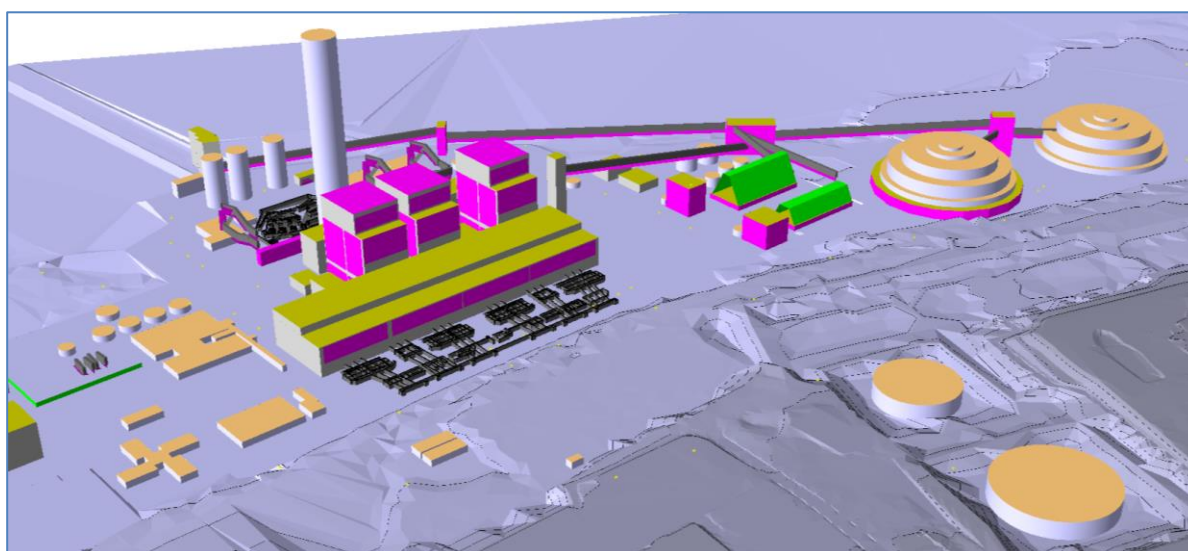
---

<sup>13</sup> Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio - Decreto 1 aprile 2004 *“Linee guida per l’utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale”*. (GU Serie Generale n.84 del 09-04-2004) – Allegato 1 *“Metodologie e Raccomandazioni per la mitigazione e abbattimento dell’inquinamento ambientale”*, scheda tecnica N. MR- 003 rev. 28.02.2004 *“Metodologia per la valutazione dell’inquinamento acustico prodotto da Centrali Termoelettriche nel territorio circostante”*.

Sulla base dell'esperienza acquisita nel corso di numerose applicazioni simili a quella in oggetto, si è così privilegiata una rappresentazione in termini di macrosorgenti, più idonea alle prerogative ed alle funzionalità del software e nel complesso più utile per una previsione del rumore a distanza<sup>14</sup>.

Le principali sorgenti sonore da considerare nella modellazione sono quelle che possono apportare un significativo contributo all'esterno; queste sono state individuate di concerto con Enel nel corso di un sopralluogo operativo.

La maggior parte delle sorgenti sono state simulate attraverso oggetti "edifici industriali", con pareti emittenti. In Figura 6 è riportata un'immagine di dettaglio della zona caldaia, ventilatori e condotti fumi.



**Figura 5 – C.le di Torrevaldaliga - Rappresentazione tridimensionale del modello digitale del terreno e degli oggetti introdotti nel modello matematico dell'impianto.**

<sup>14</sup> La caratterizzazione del livello di potenza sonora di singole sorgenti funzionanti in un complesso industriale pone notevoli difficoltà di misura, legate ad esempio al rumore di fondo prodotto dalle sorgenti limitrofe.

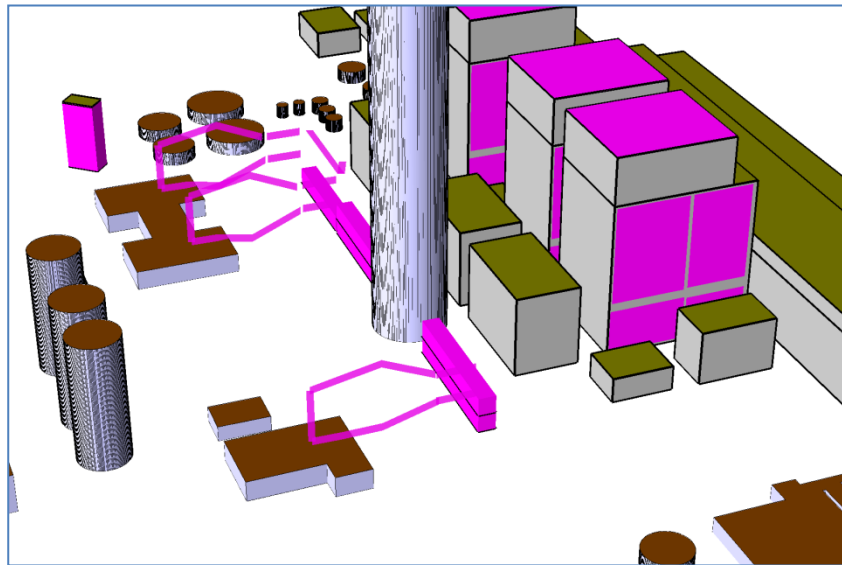


Figura 6 – C.le di Torrevaldaliga – Dettaglio del modello dell’impianto, zona caldaia e ventilatori.

### 3.1.2.2 Calibrazione e verifica del modello

L’attribuzione della potenza acustica alle varie sorgenti è stata effettuata mediante un procedimento “a ritroso”, a partire dai livelli misurati. Il calcolo è stato effettuato per bande spettrali di 1/3 d’ottava nel campo 25÷16000 Hz. I dati sperimentali sono costituiti dagli spettri del livello sonoro rilevati durante la campagna sperimentale.

La modalità di applicazione *backward* del modello matematico permette di ricostruire, mediante un procedimento iterativo, i valori di potenza acustica delle sorgenti a partire dal dato spettrale di livello sonoro che si misura in prossimità di esse.

Si rimanda al rapporto citato<sup>8</sup> per i valori globali di potenza sonora ottenuti per le diverse macrosorgenti sonore della centrale al termine della fase di taratura.

Come descritto nel rapporto citato<sup>9</sup>, la fase di calibrazione ha avuto esito positivo; il modello predisposto può considerarsi verificato e può essere utilizzato per stimare il contributo della centrale Enel, ossia il suo “livello di immissione specifica”, nel territorio circostante.

### 3.1.2.3 Applicazione del modello calibrato

Disponendo a questo punto del modello calibrato e verificato, si può calcolare il contributo della rumorosità prodotta dalla centrale nell’assetto attuale (n°3 gruppi a carbone) al livello di rumore ambientale nei punti d’interesse. Adottando la terminologia introdotta dal D.Lgs. 42/2017, questo parametro rappresenta il “livello di immissione specifico” della centrale Enel.

Nella Tabella 4, sono presentati i risultati del calcolo del modello della situazione attuale sui punti P02÷P05, ossia quelli rappresentativi dei ricettori residenziali potenzialmente più impattati dal funzionamento della centrale ( $L_{E,TN234}$ ). Si include nella presentazione dei

risultati anche il punto P01, interno però all'area Enel; esso appartiene ad una direttrice spaziale che interessa alcuni ricettori, i quali però sono dislocati ad una maggiore distanza rispetto all'impianto, verso l'entroterra.

**Tabella 4 – C.le di Torrevaldaliga - Livelli di immissione specifica della centrale nell'assetto attuale ottenuti dal modello calibrato – Valori in dB(A).**

Punto	Livello calcolato dal modello Situazione attuale $L_{E\_TN234}$
P01	48.4
P02	47.8
P03	43.1
P04	48.7
P05	43.0

Vista l'invariabilità del ciclo produttivo della centrale Enel, le considerazioni svolte possono considerarsi valide per il periodo diurno e notturno.

### 3.2 Ricostruzione del contributo delle sorgenti "non Enel"

Per il calcolo del livello d'immissione presso i ricettori, da confrontare con il relativo limite assoluto occorre conoscere il livello di rumore imputabile alle sorgenti "non Enel", che si andrà a sommare al contributo della centrale, indicato in Tabella 4.

Non si dispone di alcuna misura con tutte le unità produttive della c.le di Torrevaldaliga contemporaneamente non attive; il verificarsi di tale condizione è, infatti, un evento estremamente improbabile. Tuttavia, grazie alla modellazione descritta al § 3.1, è possibile ricostruire il contributo delle sorgenti "non Enel". Per fare ciò si è detratto dal valore del  $L_{Aeq}$  misurato (Tabella 2), il contributo delle sorgenti afferenti alle unità tre unità a carbone e impianti accessori ( $L_{E\_TN234}$ ), calcolati del modello. I risultati sono riportati nella Tabella 5.

**Tabella 5 – C.le di Torrevaldaliga - Ricostruzione dei livelli di rumore ambientale ascrivibile alle sorgenti "Non Enel" sui punti P01÷P05 – Valori in dB(A)**

Punto	$L_{Aeq}$ misurato (campagna 2018)	Livello calcolato dal modello (Solo sorgenti Enel) Sorgenti rappresentative di TN2÷TN4 $L_{E\_TN234}$	Livello di rumore ambientale previsto Sorgenti "non Enel" $L_{non\_Enel}$
PERIODO DIURNO			
P01	50.8	48.4	<b>47.1</b>
P02	55.7	47.8	<b>54.9</b>
P03	48.4	43.1	<b>46.9</b>
P04	53.7	48.7	<b>52.0</b>

P05	47.4	43.0	<b>45.4</b>
PERIODO NOTTURNO			
P01	48.1	48.4	<b>38.0</b>
P02	51.0	47.8	<b>48.2</b>
P03	48.1	43.1	<b>46.4</b>
P04	49.9	48.7	<b>43.7</b>
P05	45.9	43.0	<b>42.8</b>



## 4 IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO

La modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale di Torrevaldaliga nell'assetto attuale, descritta al § 3.1.2, è stata modificata con l'inserimento delle sorgenti sonore relative alla nuova unità a ciclo combinato Torre Nord TN1 ed è stato valutato il contributo di quest'ultima nel territorio circostante nelle tre fasi operative previste.

In sintesi, il processo ha visto le seguenti fasi:

1. aggiornamento della modellazione matematica: elaborazione del materiale progettuale ed aggiornamento dello scenario tridimensionale di simulazione disponibile. Esso comprende la centrale, l'area circostante con i ricettori/edifici residenziali più prossimi, le sorgenti sonore, le caratteristiche del suolo ed eventuali aree di attenuazione;
2. valutazione previsionale dell'impatto delle nuove sorgenti: calcolo del livello di rumore prodotto nel territorio circostante dalle nuove sorgenti;
3. verifica di conformità ai limiti di legge.

Per la descrizione dettagliata degli interventi previsti, si rimanda alla documentazione relativa al Quadro Progettuale dello SIA; alcuni elementi illustrativi del progetto sono presentati al § 2.2.

Come anticipato, saranno presi a riferimento i seguenti scenari:

- *attuale*: funzionamento delle tre unità a carbone TN2, TN3 e TN4;
- *fase 1*: unità turbogas TVN 1A su camino di by-pass (ciclo aperto); con la messa fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti;
- *fase 2*: unità turbogas TVN 1A e TVN 1B su camino di by-pass (ciclo aperto);
- *fase 3*: funzionamento in ciclo combinato TN1.

### 4.1 Predisposizione del modello

Le simulazioni acustiche sono state eseguite mediante lo stesso modello matematico previsionale utilizzato per la messa a punto della modellazione dello scenario attuale (§ 3.1.2). Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 7.4, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH ([www.soundplan.eu](http://www.soundplan.eu)). Esso è in grado di ricostruire, a partire dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in tutta l'area circostante. La previsione è stata eseguita in conformità allo standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione

sonora. Tale standard è stato recepito in Italia in altrettante norme UNI<sup>15</sup>. Si rimanda all'Appendice A (pag. 60) per una descrizione più dettagliata del modello stesso.

#### **4.1.1 Orografia**

La simulazione è stata condotta su uno scenario tridimensionale; l'orografia del sito è stata ricavata da cartografia tecnica regionale (C.T.R.) e da piante e prospetti progettuali della centrale in formato vettoriale. Il file di mappa ottenuto dall'elaborazione del suddetto materiale contiene gli ingombri delle sorgenti, la dislocazione dei ricettori, le informazioni sulla tipologia di terreno, l'altezza dei fabbricati e delle strutture. L'altezza dei fabbricati e delle apparecchiature è stata ricavata dai documenti progettuali.

Per quanto riguarda le caratteristiche di assorbimento acustico del suolo, all'area interna alla centrale è stata assegnata una caratteristica spiccatamente riflettente, mentre all'esterno una caratteristica prevalentemente assorbente.

#### **4.1.2 Punti di calcolo**

Nel modello sono stati inseriti, come punti di calcolo, i punti sede di rilievi sperimentali nell'ambito della campagna descritta al § 3.1 (Figura 3 e Figura 4). Alcuni di tali punti (P02÷P05) sono rappresentativi di ambienti abitativi secondo la Legge Quadro 447/95, altri della rumorosità prodotta dalla centrale lungo la recinzione.

#### **4.1.3 Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.**

Le sorgenti di rumore presenti in una centrale a ciclo combinato, in assetto di normale esercizio, sono legate al funzionamento dei macchinari principali e apparecchiature ausiliarie preposte alla produzione dell'energia elettrica.

Si evidenzia che le apparecchiature principali, come le turbina a gas e i relativi generatori, saranno installate all'interno di edifici dedicati, mentre la turbina a vapore, con il relativo generatore, troverà posto nell'attuale sala macchine.

L'edificio TG sarà monopiano, in struttura metallica, chiuso con pannelli di tipo sandwich, facenti anche la funzione di isolare acusticamente l'ambiente esterno dal rumore prodotto dal macchinario installato all'interno.

Saranno installate turbine a gas di classe "H", di avanzata tecnologia per contenere al massimo le emissioni. In uscita alla Turbina a Gas sarà installato un camino di by-pass per il funzionamento in ciclo aperto. Esso sarà realizzato in acciaio, con un diametro di circa 10 m e un'altezza di 90 m. Il camino comprenderà una struttura esterna di sostegno e un silenziatore prima dello sbocco in atmosfera. La base del camino sarà predisposta con un "diverter damper" per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella

<sup>15</sup> UNI ISO 9613-1: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"; UNI ISO 9613-2: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo".

configurazione finale. In questa, i gas di scarico provenienti dalle turbine a gas saranno convogliati all'interno di due generatori di vapore a recupero (GVR), dove attraverseranno, in sequenza, i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso due camini, del tipo "self-standing", realizzati in acciaio, con un diametro di circa 8.5 m e un'altezza di circa 90 m.

Il condensatore di vapore accoppiato alla nuova Turbina a vapore sarà raffreddato ad acqua di circolazione (acqua di mare), in ciclo aperto.

A seconda dell'effettiva pressione di consegna del gas dal metanodotto di Prima Specie di SNAM Rete gas, essendo il modello di turbina con un elevato rapporto di compressione, potrebbe essere necessaria l'installazione di compressori gas (con opportuna ridondanza), per elevare la pressione in arrivo dalla rete al valore richiesto dalla macchina. È stato individuato uno spazio dedicato per la loro eventuale installazione. In via cautelativa, la modellazione previsionale include tale sorgente.

Il sistema di raffreddamento ausiliari provvede al raffreddamento degli ausiliari TG mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso e raffreddata tramite scambiatori di calore; tale componente è utilizzato solo nel funzionamento in ciclo aperto.

I trasformatori elevatori saranno del tipo immerso in olio con circolazione dell'aria forzata e circolazione dell'olio forzata e guidata (ODAF). Si prevede l'installazione di n. 1 trasformatore principale per ciascun TG e uno per il TV, di potenza nominale pari rispettivamente a 650 e 660 MVA circa.

Nella modellazione, la schematizzazione della nuova unità è stata effettuata utilizzando principalmente sorgenti di tipo puntiforme e sorgenti del tipo "edificio industriale". Questi ultimi consistono in blocchi emissivi di forma prismatica, con possibilità di assegnare la potenza sonora, in termini complessivi o per unità di superficie, alle singole facce o a porzioni di esse. Gli oggetti "edificio industriale" consentono di rappresentare in modo agevole i cabinati ove sono inseriti i principali macchinari.

Le strutture che non costituiscono sorgenti sonore della nuova unità, ossia gli esistenti gruppi a carbone, gli edifici di centrale, i dome, gli edifici che accolgono gli impianti ausiliari, i magazzini, ecc. sono stati rappresentati con oggetti "edificio" i quali, ai fini della propagazione sonora, esercitano una azione schermante e riflettente, in funzione delle loro caratteristiche.

Nella Tabella 6 sono indicate le principali sorgenti acustiche dell'impianto introdotte nel modello previsionale.

**Tabella 6 – Rappresentazione delle sorgenti della nuova unità a ciclo combinato.**

Sorgente	Schematizzazione adottata / fonte dei dati
Turbine a gas (TG1A e TG1B) e relativi ausiliari	Nella realtà tali sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio turbine) e la loro rumorosità si trasmette all'esterno tramite le pareti, il tetto, i portoni, le prese d'aria, ecc. Nel modello tale struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale", con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto. L'edificio TG è comune alle due unità 1A e 1B; così pure l'edificio che contiene i relativi generatori.
Generatori elettrici delle turbine a gas 1A e 1B e relativi ausiliari.	Le sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio generatori). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale" a pianta poligonale, con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Condotti aspirazione (air intake TG1A e TG 1B)	Ciascun condotto è stato rappresentato nel modello mediante due oggetti "edificio industriale" affiancati e posizionati al di sopra dell'edificio generatore. La parte rappresentativa dell'ingresso aria (filtri) è stata differenziata, a livello di sorgenti sonore, dalla parte rappresentativa delle altre pareti del condotto di aspirazione.
Turbina vapore (TV), generatore elettrico e relativi ausiliari.	Nella realtà, le sorgenti saranno collocate all'interno dell'edificio Sala Macchine. Nel modello questo fabbricato è stato schematizzato come un oggetto "edificio industriale", con n° 2 sorgenti areali emittenti, rappresentative della parte finestrata anteriore e laterale, da cui viene trasmesso maggiormente il rumore interno.
Camino (corpo, parte alta)	Componente rappresentato mediante un edificio industriale a pianta poligonale, emissivo sulle facce laterali. Esso consiste nella parte di camino che non rientrerà nell'enclosure insonorizzante.
Camino (bocca d'uscita)	Sorgente rappresentata tramite n° 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino.
Trasformatori principali (TG1A, TG1B e TV)	Ciascun trasformatore è stato schematizzato attraverso n° 1 sorgente puntuale omnidirezionale, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione e di pari potenza. Nel modello si è considerato l'effetto schermante operato dai muri parafiamma posti su tre lati attorno a ciascun trasformatore.
Trasformatori d'unità	Macchinari schematizzati attraverso sorgenti puntuali omnidirezionali, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione.
Stazione Gas	I diversi elementi facenti parte della stazione gas sono rappresentati nel modello come una sorgente puntuale omnidirezionale (skid) ed un edificio industriale rappresentativo del fabbricato ove sarà posto l'eventuale compressore gas.
Pompe alimento GVR	Componente rappresentato con un oggetto "edificio industriale" alla base del GVR, rappresentativo dell'enclosure che conterrà il gruppo motore/pompa.

Sorgente	Schematizzazione adottata / fonte dei dati
Torrini ventilazione (edificio TG ed edificio generatori).	Componenti rappresentati come sorgenti puntuali collocate al di sopra della copertura di ciascuno dei relativi edifici industriali (edifici turbogas, edifici generatori).
Edificio elettrico (HVAC)	L'edificio elettrico, localizzato nella zona della ex caldaia gruppo 1, non contiene sorgenti sonore rilevanti, ma i servizi elettrici (quadri e apparecchiature di elettro/automazione). Le uniche sorgenti sonore facenti capo a questo edificio sono gli impianti HVAC, costituiti da n°2 condensatori remoti gas frigorifero/aria, posti sul tetto ed in marcia in parallelo.
Air Cooler Aux TG1A e TG1B	Componenti rappresentati mediante una sorgente puntuale cad., collocata al di sopra della copertura dell'edificio TG. Essi sono attivi solo nel funzionamento in ciclo aperto (fasi 1 e 2).
SORGENTI RELATIVE AL FUNZIONAMENTO IN CICLO SEMPLICE	
Condotto di scarico TG, camino di by-pass (corpo camino, parte inferiore)	Il condotto di scarico in uscita dal fabbricato TG e la parte inferiore del camino di by-pass saranno ricompresi in una enclosure schermante, aperta nella parte superiore, per consentire il passaggio del camino di by-pass stesso. Questa struttura è stata rappresentata con più oggetti "edificio industriale", di cui uno con emissione maggiore per la faccia superiore, a rappresentare, appunto, l'apertura.
Camino di by-pass (corpo camino, parte superiore)	Componente rappresentato mediante oggetti "edificio industriale" emissivi sulle facce laterali, per la porzione del camino di by-pass al di fuori della pannellatura schermante.
Camino di by-pass (bocca d'uscita)	N. 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino di by-pass.

La nuova unità TN1 è stata modellata con le sorgenti sonore indicate in Tabella 7, ove sono riportati il tipo di sorgente (puntuale o "edificio industriale" costituita da sorgenti areali), l'estensione in m<sup>2</sup> delle superfici emittenti delle sorgenti areali<sup>16</sup> e la potenza sonora in termini globali, con ponderazione 'A'. L'emissione sonora dei vari componenti è stata assunta identica per i due *power train*. Tutte le sorgenti considerate sono state rappresentate ad emissione isotropa, salvo ove diversamente specificato.

Il calcolo è stato eseguito in bande di 1/3 d'ottava nel range 20÷20k Hz; la forma spettrale attribuita alle varie sorgenti emissive è stata ricavata da rilievi sperimentali eseguiti da CESI su componenti similari.

La colonna "Fase" di Tabella 7 consente di suddividere le sorgenti in tre gruppi:

- sorgenti attive nella simulazione di tutti gli scenari, indicate con "1-2-3";
- sorgenti proprie del funzionamento con TG1A o TG1A e TG1B in ciclo semplice, ossia delle fasi 1 e 2, indicate con "1-2" (tutte le sorgenti relative alla fase 1 sono attive anche nella fase 2);

<sup>16</sup> Le superfici costituenti ciascun oggetto "edificio industriale" possono essere rese emissive totalmente o anche per una parte.

- sorgenti proprie della sola fase 3, ossia del funzionamento CCGT, indicate con "3".

In termini cautelativi, la simulazione del funzionamento in ciclo aperto (fasi 1 e 2) non tiene conto dell'eventuale effetto schermante operato dai componenti non attivi relativi all'altro scenario. Invece, è stato considerato l'effetto schermante operato dalla struttura del camino di by-pass e relativa pannellatura nella fase 3. Ancora in termini cautelativi, si è considerato come emittente l'intero edificio turbine e generatori anche per la fase 1, ove vi sarà una sola unità in funzione.

In Figura 7 sono riportate le viste 3D degli oggetti introdotti nella simulazione dei tre scenari. In colore rosso/viola sono indicate le superfici che fanno capo agli oggetti "edificio industriale"; in taluni casi tutte le facce dell'oggetto sono emittenti, in altri lo sono solo per una porzione, come ad esempio nel caso del camino di by-pass per la fase 3.

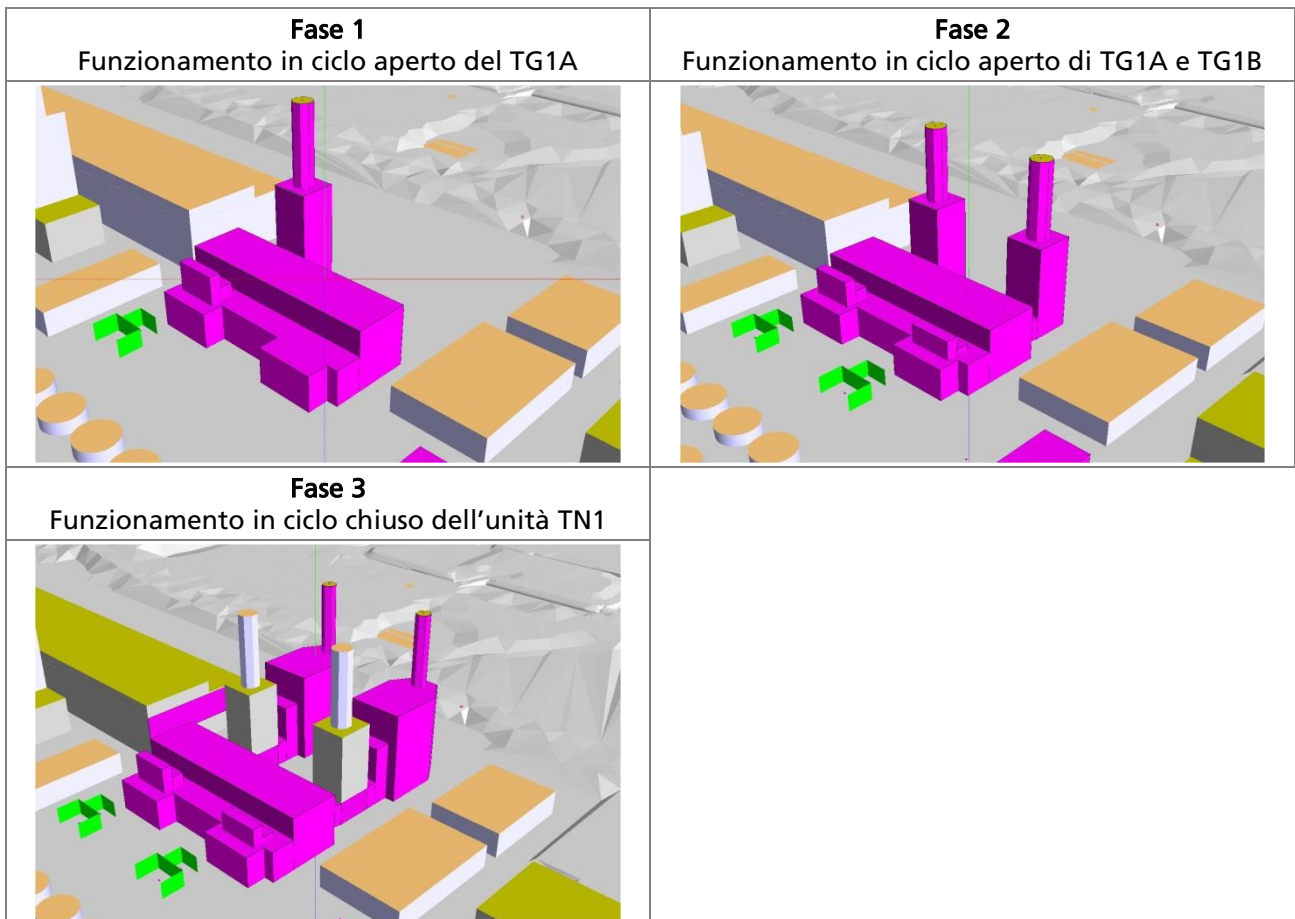


Figura 7 – C.le di Torrevaldaliga – Rappresentazione 3D degli oggetti introdotti nella modellazione delle tre fasi di funzionamento della nuova unità TN1.

**Tabella 7 – C.le di Torrevaldaliga – Livelli di potenza sonora delle sorgenti utilizzate per la modellazione della nuova unità TN1.**

Operatività (Fase)	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m <sup>2</sup> ]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2	Air Cooler TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>100.0</b>
2	Air Cooler TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>100.0</b>
1-2-3	Air Intake TG1A (condotto)	N°9 sorg. areali	1020	<b>106.1</b>
1-2-3	Air Intake TG1A (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	280	<b>104.5</b>
2-3	Air Intake TG1B (condotto)	N°9 sorg. areali	1020	<b>106.1</b>
2-3	Air Intake TG1B (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	280	<b>104.5</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (corpo)	N°8 sorg. areali	1250	<b>105.9</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (parte inferiore pannellata, top)	N°1 sorg. areale	345	<b>105.4</b>
1-2	Camino By-Pass TG1A (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>105.0</b>
2	Camino By-Pass TG1B (corpo)	N°8 sorg. areali	1250	<b>105.9</b>
2	Camino By-Pass TG1B (parte inferiore pannellata, top)	N°1 sorg. areale	345	<b>105.4</b>
2	Camino By-Pass TG1B (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>105.0</b>
1-2	Condotto Scarico e camino By-Pass TG1A (parte inferiore pannellata)	N°7 sorg. areali	4040	<b>109.1</b>
2	Condotto Scarico e camino By-Pass TG1B (parte inferiore pannellata)	N°7 sorg. areali	4050	<b>109.1</b>
3	Camino GVR 1A (corpo)	N°7 sorg. areali	940	<b>99.7</b>
3	Camino GVR 1A (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>101.0</b>
3	Camino GVR 1B (corpo)	N°7 sorg. areali	940	<b>99.7</b>
3	Camino GVR 1B (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	<b>101.0</b>
1-2-3	Edificio Compr. Gas	N°5 sorg. areali	1995	<b>96.0</b>
1-2-3	Edificio Generatori	N°12 sorg. areali	4580	<b>107.1</b>
1-2-3	Edificio Turbine a Gas	N°5 sorg. areali	8210	<b>107.6</b>
3	Enclosure Condotto Scarico TG1A	N°5 sorg. areali	705	<b>101.5</b>
3	Enclosure Condotto Scarico TG1B	N°5 sorg. areali	785	<b>101.9</b>
3	Enclosure ingresso GVR 1A	N°7 sorg. areali	1685	<b>105.2</b>
3	Enclosure ingresso GVR 1B	N°7 sorg. areali	1605	<b>105.0</b>
3	Enclosure GVR 1A (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	<b>103.6</b>
3	Enclosure GVR 1A (top)	N°1 sorg. areale	1085	<b>110.4</b>
3	Enclosure GVR 1B (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	<b>103.6</b>
3	Enclosure GVR 1B (top)	N°1 sorg. areale	1085	<b>110.4</b>
3	Pompa Alimento GVR 1A (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	<b>97.9</b>
3	Pompa Alimento GVR 1B (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	<b>97.9</b>
3	Sala Macchine	N°2 sorg. areali	1975	<b>103.0</b>
1-2-3	Stazione metano	N°1 sorg. puntuale	-	<b>90.0</b>
1-2-3	Edificio elettrico (HVAC)	N°2 sorg. puntuali	-	<b>88.0</b>

Operatività (Fase)	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m <sup>2</sup> ]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2-3	Torrini Edificio Generatori	N°2 sorg. puntuali	-	<b>100.0</b>
1-2-3	Torrini Edificio TG	N°2 sorg. puntuali	-	<b>100.0</b>
1-2-3	Trasformatore Principale TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
2-3	Trasformatore Principale TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
3	Trasformatore Principale TV	N°1 sorg. puntuale	-	<b>98.0</b>
1-2-3	Trasformatore Unità TG1A	N°1 sorg. puntuale	-	<b>86.0</b>
2-3	Trasformatore Unità TG1B	N°1 sorg. puntuale	-	<b>86.0</b>

#### 4.1.4 Parametri di calcolo

Il modello matematico è stato alimentato con i parametri sorgente riportati in Tabella 8 ed è stato condotto il calcolo previsionale del rumore prodotto dalle installazioni. Questo è stato effettuato sia in termini puntuali, presso i punti di misura indagati nella campagna 2018, che in termini estensivi su tutta l'area attorno all'impianto, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica.

**Tabella 8 – Parametri di calcolo impostati in SoundPLAN per le simulazioni.**

Parametro	Valore
Temperatura (°C)	10
Umidità relativa (%)	70
Pressione atmosferica (mbar)	1013
Standard di riferimento per sorgenti industriali	ISO 9613-2: 1996
Standard di riferimento per l'assorbimento dell'aria	ISO 9613-1
Numero delle riflessioni:	2
Ponderazione:	dB(A)
Diffrazione su spigoli laterali	Abilitato
Meteo. Corr. C0	0,0 dB

## 4.2 Risultati della simulazione

### 4.2.1 Calcolo su specifici ricettori

I risultati del calcolo puntuale del contributo della nuova unità sui ricettori individuati (Figura 3 e Figura 4) sono riportati in Tabella 9, per gli scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3, per i quali si avrà rispettivamente n.1 unità in ciclo semplice, n.2 unità in ciclo semplice e n.2 unità a ciclo combinato.



**Tabella 9 – C.le di Torrevaldaliga – Livelli di immissione specifica della nuova unità presso i punti di misura della campagna 2018 - Scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3 – Valori in dB(A)**

Nome	Livello sonoro calcolato dal modello (nuova unità TN1)		
	Scenario Fase 1 (OCGT)	Scenario Fase 2 (OCGT)	Scenario Fase 3 (CCGT)
	L <sub>TN1_fase_1</sub>	L <sub>TN1_fase_2</sub>	L <sub>TN1_fase_3</sub>
P01	42.6	44.8	43.7
P02	40.2	42.0	40.6
P03	32.5	34.9	33.9
P04	43.1	45.5	43.7
P05	34.2	36.2	34.5
E1	61.8	64.1	64.4
E2	43.0	45.3	44.2
E3	34.5	36.8	35.8
E4	28.5	30.5	29.6
E5	32.4	34.0	31.1
E6	30.4	31.8	30.7
E7	36.6	39.2	37.7
E8	51.5	53.8	53.2
E9	55.3	57.2	56.5

Come atteso, il contributo della nuova unità per la Fase 1 è minore dei corrispondenti valori per le altre due fasi; nella quasi totalità dei punti, la fase 2 presenta livelli sonori maggiori rispetto alla fase 3. L'unica eccezione è rappresentata dal punto E1, per il quale il massimo livello emissivo si registra con la fase 3. I livelli per le fasi 2 e 3 si discostano, mediamente, per poco più di 1 dB.

I livelli previsti dal modello per il contributo della nuova unità TN1 nei punti esterni alla centrale (P02÷P05) sono comunque piuttosto esigui: essi si attestano tra 32.5 e 45.5 dB(A) circa sulle tre fasi. Nei punti P03 e P05, presso edifici residenziali a Nord della centrale, i livelli di rumore prodotti dalla nuova unità nelle tre fasi risulta pari, al più a 36 dB(A) circa, quindi particolarmente ridotto. Nel punto P04, situato in corrispondenza del primo fronte edificato della località La Scaglia, il modello prevede un contributo massimo pari a 45.5 dB(A) per la fase 2.

Presso il punto P01, dislocato lungo la recinzione Nord-Est frontalmente alla Sala Macchine dell'impianto attuale, ma in corrispondenza di una direttrice uscente dall'impianto che interessa edifici residenziali posti a maggiore distanza, i livelli calcolati sono minori di 45 dB(A).

Nei punti E1÷E9, distribuiti lungo la recinzione, si prevedono livelli compresi tra 30 e 65 dB(A) circa. Tuttavia, con l'esclusione dei punti E1, E8, E9, più impattati dalla rumorosità prodotta dalla nuova unità, i livelli sonori attesi risultano molto contenuti, essendo compresi tra meno di 30 dB e 45.5 dB.

Questi risultati saranno ottenuti grazie all'utilizzo di nuovi macchinari, di recente concezione, intrinsecamente meno rumorosi di quelli attuali e all'imposizione, in fase di specificazione tecnica, di adeguati limiti alla rumorosità emessa dalle apparecchiature. Già in fase progettuale saranno predisposti i necessari dispositivi e interventi di contenimento del rumore (edifici con tamponature ad elevato potere fonoisolante, pannellature, silenziatori, barriere, capottature, ecc.).

#### ***4.2.2 Mappe isofoniche***

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova unità TN1 in tutto il territorio circostante, per i tre scenari sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo.

Le curve calcolate, a partire da 25 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla planimetria del sito in Figura 8, Figura 9, Figura 10, rispettivamente per gli scenari Fase 1, Fase 2 e Fase 3.

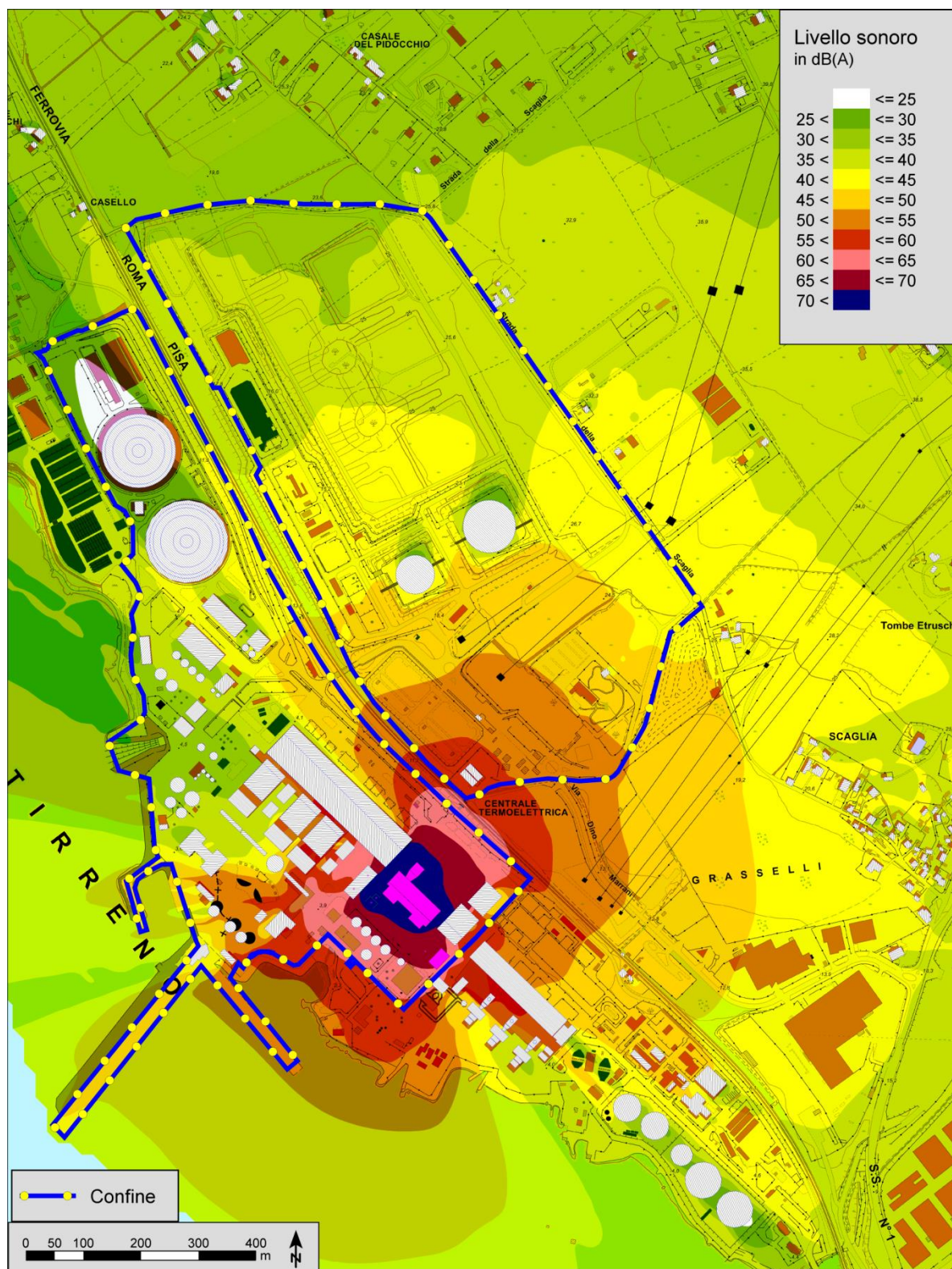


Figura 8 – C.le di Torrevaldaliga - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità TN1 nell'area circostante – Scenario Fase 1

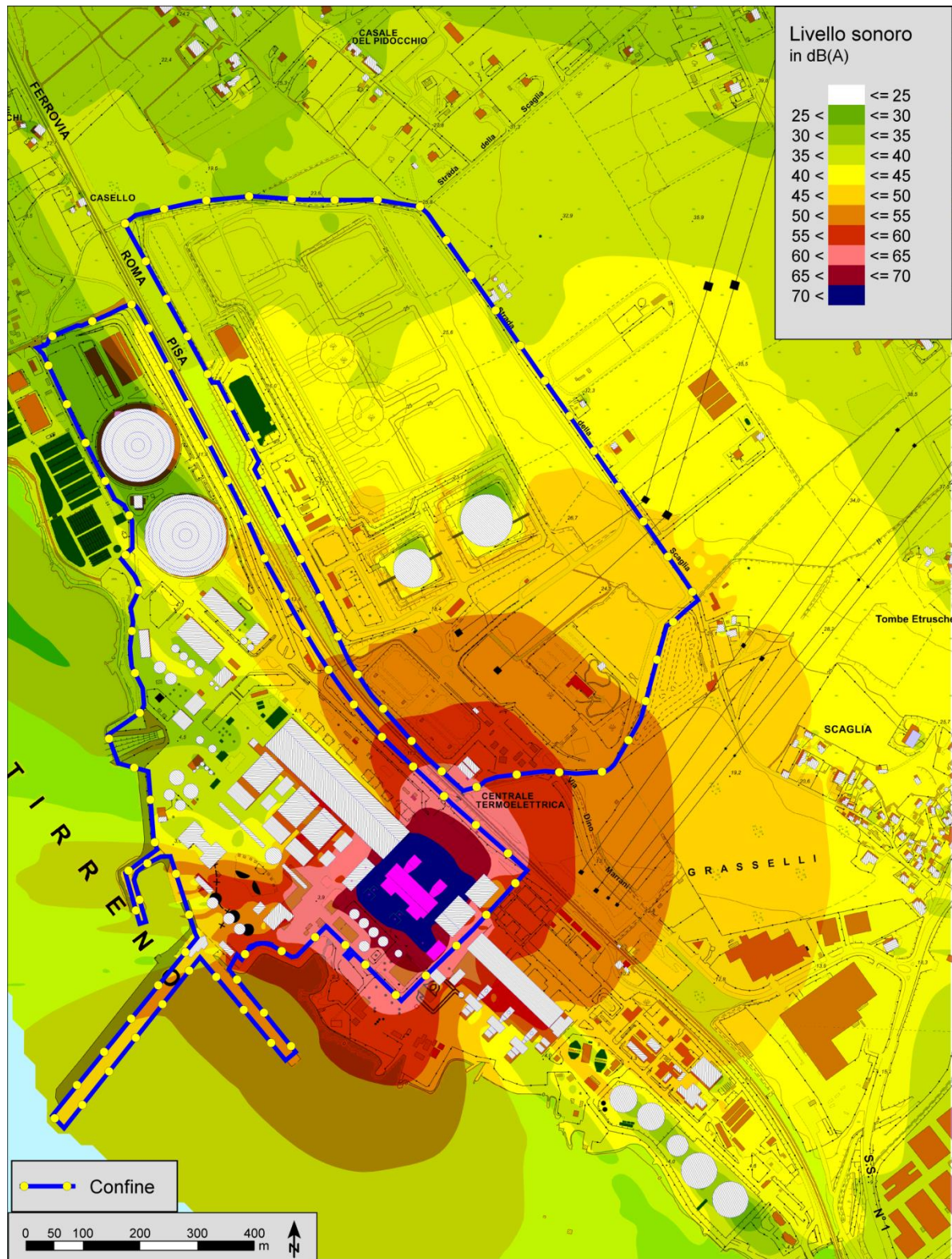


Figura 9 – C.le di Torrevaldaliga - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità TN1 nell'area circostante – Scenario Fase 2

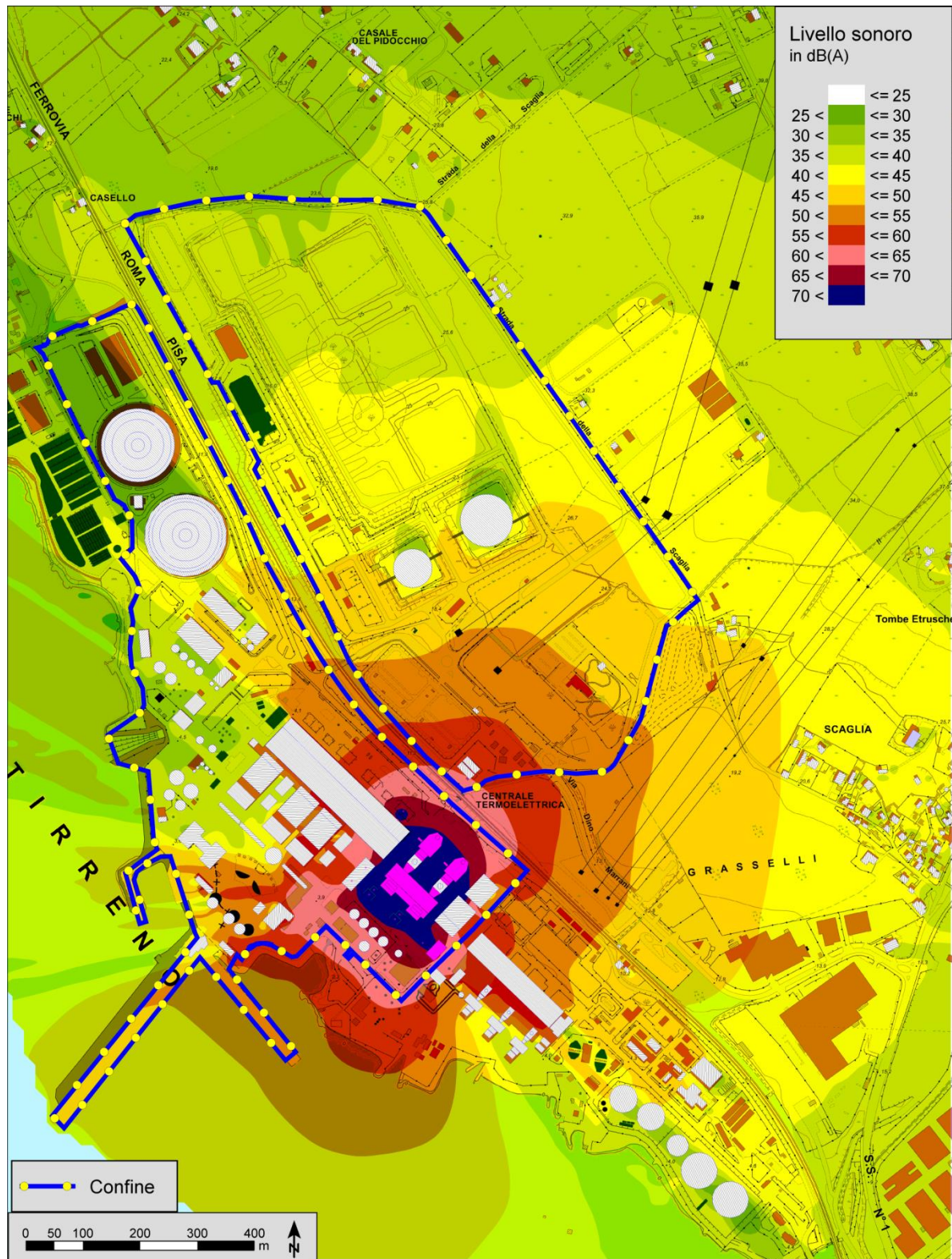


Figura 10 – C.le di Torrevaldaliga - Curve isofoniche di immissione specifica della nuova unità TN1 nell'area circostante – Scenario Fase 3

L'andamento spaziale delle curve isofoniche conferma quanto già evidenziato dai dati puntuali, ossia come la situazione emissiva relativamente più gravosa sia quella della fase 2; infatti a parità di livello sonoro, le curve isofoniche di questa fase (Figura 9) mostrano una maggiore estensione superficiale rispetto a quelle delle altre fasi (Figura 8, Figura 10).

Riguardo allo scenario Fase 2 (Figura 9), il primo fronte edificato della località La Scaglia, che rappresenta il nucleo residenziale più vicino, sarà lambito dall'isofona a 45 dB(A). Gli edifici residenziali a Nord della centrale saranno invece interessati da livelli inferiori a 40 dB(A).

### 4.3 Verifica dei limiti di legge

Per la verifica dei limiti di legge si valutano:

- il livello sonoro di immissione previsto dopo l'entrata in servizio della nuova unità TN1, da confrontare con i limiti assoluti di cui alla classificazione acustica comunale per i punti P01÷P05 rappresentativi di potenziali ricettori;
- il contributo della nuova unità TN1 in relazione ai limiti di emissione lungo la recinzione (punti E1÷E9) e presso i potenziali ricettori (punti P01 ÷ P05);
- i limiti differenziali di immissione, ottenuti dalle misure sperimentali e dai risultati del calcolo, valutati presso i potenziali ricettori sede dei rilievi sperimentali (punti P02 ÷ P05).

Come già evidenziato nel commento alla Tabella 9, i massimi livelli di immissione specifica della nuova unità sui punti di calcolo si avranno per lo scenario Fase 2, che è quello caratterizzato dal maggiore contributo della nuova unità, con l'unica eccezione del punto E1. Pertanto, nelle successive valutazioni, gli scenari Fase 1 e Fase 3 non saranno trattati autonomamente. La verifica dei limiti sarà condotta assumendo i livelli ottenuti dal calcolo per lo scenario Fase 2 (terza colonna di Tabella 9); il rispetto dei limiti con tale scenario implica il rispetto anche con gli altri scenari.

#### 4.3.1 Limite assoluto di immissione

Il livello d'immissione nell'assetto futuro nei punti di calcolo in localizzazioni rappresentative dei più prossimi ricettori abitativi, indicato con  $L_{A-fase\_2}$ , è rappresentato dalla somma del livello sonoro delle sorgenti diverse dalla centrale e del contributo della nuova unità. Il calcolo è stato eseguito mediante la seguente relazione:

$$L_{A-fase\_2} = 10 \cdot \log_{10} (10^{0.1 \cdot L_{non\_Enel}} + 10^{0.1 \cdot L_{TN1\_fase\_2}})$$

Il termine  $L_{non\_Enel}$  corrisponde alla stima del livello attribuibile al complesso di sorgenti diverse dalle unità produttive della centrale, effettuata tramite l'applicazione del modello, come descritto al § 3.2. I valori numerici sono ripresi dalla Tabella 5 (ultima colonna). Il termine  $L_{TN1\_fase\_2}$  rappresenta invece la rumorosità prodotta dalla nuova unità con entrambi

i TG in ciclo semplice/aperto (Tabella 9, terza colonna). I risultati sono riportati in Tabella 10, nella quale il livello  $L_{A-fase\_2}$  è arrotondato a 0.5 dB.

In termini generali, il livello di rumore corretto  $L_C$ , da confrontare con i limiti di zona, si calcola dal livello di rumore ambientale, sommando le penalizzazioni per la presenza di componenti tonali anche in bassa frequenza ( $K_T$  e  $K_B$  come indicate dal DMA 16/03/1998). Esse potranno però essere eventualmente accertate solo tramite misura diretta, dopo l'entrata in servizio delle nuove macchine, ma sono scarsamente probabili, vista l'assenza di sorgenti predominanti con emissione tonale. La rumorosità di una centrale termoelettrica è data dalla sovrapposizione di più sorgenti, talune delle quali hanno certamente un'emissione concentrata in determinate bande spettrali, ma il cui effetto complessivo a distanza è di uno spettro a banda larga, privo di particolari caratterizzazioni.

Anche l'altro termine correttivo  $K_I$ , da considerare qualora il rumore abbia caratteristiche impulsive, può ragionevolmente escludere visto il tipo di emissione stazionaria nel tempo delle sorgenti sonore presenti nell'impianto in oggetto.

Pertanto, in assenza di tali penalizzazioni, il livello  $L_C$  per la verifica dei limiti è costituito dal termine  $L_{A-fase\_2}$  di cui alla Tabella 10, nella quale vengono anche riportati i limiti assoluti di immissione di cui al DPCM 14/11/1997, secondo la classificazione acustica dei vari punti di misura.

Il contributo della nuova unità a ciclo combinato è stato assunto identico tra periodo diurno e notturno, stante l'invarianza del ciclo produttivo.

Il calcolo è stato condotto in termini cautelativi, assumendo il funzionamento continuativo di tutte le unità produttive su entrambi i tempi di riferimento, ossia sulle 24 ore.

**Tabella 10 – C.le di Torrevaldaliga - Livelli sonori di immissione previsti nei punti di misura – Nuova unità TN1, scenario “fase 2” - Valori in dB(A)**

Punto	Rumore ambientale “non Enel” $L_{non\_Enel}$	Situazione futura		Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/97)
		Contributo TN1 scenario “fase 2” $L_{TN1\_fase\_2}$	Rum. amb.le scenario “fase 2” $L_{A-fase\_2}$	
<b>Periodo DIURNO</b>				
P01	47.1	44.8	<b>49.0</b>	70
P02	54.9	42.0	<b>55.0</b>	70
P03	46.9	34.9	<b>47.0</b>	60
P04	52.0	45.5	<b>53.0</b>	65
P05	45.4	36.2	<b>46.0</b>	60
<b>Periodo NOTTURNO</b>				
P01	38.0	44.8	<b>45.5</b>	70
P02	48.2	42.0	<b>49.0</b>	70
P03	46.4	34.9	<b>46.5</b>	50
P04	43.7	45.5	<b>47.5</b>	55
P05	42.8	36.2	<b>43.5</b>	50

I livelli di immissione, relativi allo scenario “fase 2” vanno da 46 a 55 dB(A) circa in periodo diurno e da 43.5 a 49 dB(A) circa in periodo notturno. Rispetto a tali valori, l’apporto dell’unità TN1 ( $L_{TN1\_fase\_2}$ ) su taluni punti è comunque piuttosto esiguo, specie nel TR diurno.

Il limite assoluto di immissione delle rispettive classi risulta ampiamente rispettato nel TR diurno e nel TR notturno presso tutte le postazioni.

Il rispetto dei limiti assoluti di immissione nello scenario “fase 2” implica la conformità anche per gli scenari “fase 1” e “fase 3”, caratterizzati da un minore contributo dell’unità TN1 sui punti P01÷P05.

#### **4.3.2 Limite di emissione**

Il livello di emissione della centrale di Torrevaldaliga corrisponde al contributo complessivo delle sorgenti Enel. Esso viene talora inteso come una sorta di immissione specifica della sorgente; sembra andare in questa direzione la nuova terminologia introdotta dal D.Lgs. 17/02/2017 n. 42, come descritto in Appendice, a pag. 56.

I livelli di emissione delle sorgenti Enel saranno confrontati, in prima battuta, con i limiti di emissione della classe di appartenenza dei ricettori P02÷P05, in linea con quanto stabilito dal DPCM 14/11/1997, il quale stabilisce che “i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità”. In questo senso, quindi, per le verifiche del limite di emissione non vengono presi in esame punti localizzati al limite della recinzione confinanti con spazi che, allo stato attuale, non si configurano utilizzabili



da persone e/o comunità come ad esempio luoghi inaccessibili, terreni coltivati, corpi idrici, zone scoscese o impervie, ecc.

Sarà comunque valutato il rispetto del limite anche lungo la recinzione, in quanto, come stabilito dalla Legge Quadro, il limite di emissione rappresenta *“il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa”*.

Il limite di emissione riguarda quindi il contributo delle sole sorgenti Enel, al netto cioè degli altri contributi, dovuti al traffico, all’attività antropica, alle altre sorgenti presenti sul territorio. Tali contributi “non Enel” dovrebbero quindi essere scorporati ai fini della valutazione del livello di emissione.

Grazie alla disponibilità della modellazione matematica (Tabella 5), è possibile valutare il livello emissivo della centrale nello scenario “fase 2”, che è quello più critico.

In Tabella 11 si riporta il confronto con i limiti diurni e notturni di emissione per lo scenario “fase 2”. Anche in questo caso, i livelli emissivi delle unità produttive sono stati assunti identici sui due tempi di riferimento, assumendone quindi il funzionamento continuativo sulle 24 ore.

**Tabella 11 – C.le di Torrevaldaliga - Nuova unità TN1–  
Confronto con i limiti di emissione – Valori in dB(A)**

Punto	Livello di emissione della centrale Enel	Limite di emissione Diurno / Notturno (DPCM 14/11/97)
	Scenario “fase 2” $L_{TN1\_fase\_2}$	
P02	<b>42.0</b>	65/65
P03	<b>34.9</b>	55/45
P04	<b>45.5</b>	60/50
P05	<b>36.2</b>	55/45

In ogni punto di misura, il livello emissivo stimato per le sorgenti Enel nell’assetto futuro risulta minore del limite di emissione più restrittivo della classe di appartenenza; tali limiti valgono 5 dB in meno dei rispettivi limiti assoluti di immissione. Si conferma così il pieno rispetto del limite di emissione presso i ricettori su entrambi i tempi di riferimento.

La valutazione dei limiti di emissione rispetto alla situazione lungo la recinzione della centrale, mostra il rispetto del limite di 65 dB(A) della classe VI ove è inserito l’impianto. Ciò è evidenziato sia dalla Tabella 9 (punti E1÷E9), sia dalle curve isofoniche dello scenario + critico (fase 2, Figura 9), dove si nota l’isofona a 65 dB(A) interamente contenuta nell’area Enel.

### 4.3.3 Limite differenziale di immissione

Le variazioni del livello d'immissione la situazione attuale (n°3 unità a carbone) e la situazione futura nello scenario "fase 2" rappresentano una stima del criterio differenziale di immissione, di cui al DPCM 14/11/1997, nella condizione emissiva più gravosa della nuova unità TN1. La caratterizzazione della situazione attuale fa riferimento alla campagna 2018 (Tabella 2).

La valutazione è limitata ai punti rappresentativi di potenziali ambienti abitativi, ossia i punti P02 ÷ P05; i risultati sono riportati in Tabella 12.

Sono stati indicati con "Non apprezzabile" gli scostamenti compresi entro  $\pm 0.5$  dB(A), valore ampiamente inferiore alla minima differenza di energia sonora che può venire percepita dall'orecchio umano.

**Tabella 12 – C.le di Torrevaldaliga - Variazione del livello di immissione nei punti di misura tra la situazione attuale e lo scenario "fase 2" – Criterio differenziale - Valori in dB(A)**

Punto	Rum. amb.le attuale - L <sub>Aeq</sub> misurato (campagna 2018) [I]	Rum. amb.le scenario "fase 2" L <sub>A-fase_2</sub> [II]	Criterio differ.le
	Variazione del livello di immissione [II] – [I]		
<b>Periodo DIURNO</b>			
P02	55.7	55.0	-0.7
P03	48.4	47.0	-1.4
P04	53.7	53.0	-0.7
P05	47.4	46.0	-1.4
<b>Periodo NOTTURNO</b>			
P02	51.0	49.0	-2.0
P03	48.1	46.5	-1.6
P04	49.9	47.5	-2.4
P05	45.9	43.5	-2.4

Per lo scenario "fase 2", quello più critico, non sono previsti incrementi del livello di immissione nei punti considerati, quanto piuttosto riduzioni comprese entro 1.5 dB circa nel periodo diurno. Nel periodo notturno le riduzioni sono più marcate e raggiungono i 2.5 dB circa presso P04 e P05.

Le variazioni sono ovviamente conformi con il limite più restrittivo del criterio, pari a +3 dB(A).

## 5 IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA OPERA

### 5.1 Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni

Le principali attività di cantiere civile sono sostanzialmente legate a demolizioni dell'esistente (elevazioni e fondazioni) per rendere disponibile l'area di intervento e a opere di nuova realizzazione. Queste attività saranno realizzate progressivamente, secondo le esigenze specifiche di ogni fase, per ridurre al minimo i disagi al personale di centrale.

Le prime attività previste saranno la preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere e le demolizioni di parti di impianto interferenti con il layout delle nuove attrezzature. Sarà quindi realizzato un nuovo edificio su tre piani che raccoglierà le esigenze del personale di esercizio e comprenderà gli uffici personale, gli spogliatoi e la mensa. Si procederà quindi con la seguente articolazione: demolizione edificio spogliatoi, costruzione nuovo edificio uffici, demolizione degli attuali edifici uffici, officine, magazzino, autorimessa, autorimessa di servizio, demolizione impianto di raccolta e rilancio acque biologiche, tettoie parcheggio auto, costruzione edificio magazzino e nuove officine. Una volta resa libera l'area per il nuovo gruppo si procederà con la costruzione delle unità turbogas in fasi successive.

Verranno quindi effettuate le attività necessarie per la messa in servizio del nuovo impianto funzionante a ciclo aperto, tra cui:

- demolizioni impianti e macchinari presenti in area trattamento acque reflue, magazzino materiali pesanti, edifici servizi industriali, attrezzature fossa bombole idrogeno, platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo;
- realizzazione edificio elettrico e fondazioni TG1A;
- montaggio del TG1A e relativo trasformatore, del camino di by-pass, dell'edificio TG e della nuova stazione gas.

Ultimati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto del TG1A, si procederà con la realizzazione dei lavori necessari per il secondo gruppo, che dovrà operare sempre in ciclo aperto. In modo analogo, si avranno principalmente queste attività:

- realizzazione delle fondazioni turbogruppo TG1B
- montaggio del TG1B e relativo trasformatore, del camino di by-pass.

Si procederà poi con la chiusura dei cicli, che richiederà le seguenti fasi principali:

- scavi e sottofondazioni per GVR1A e 1B;
- fondazioni GVR1A e 1B;

- montaggio GVR1A e 1B, comprensivo di camino;
- adeguamenti in sala macchina per nuova TV, smontaggio componenti relativi ex-Gr.1 e demolizione condensatore;
- demolizione parziale del cavalletto turbina, rimozione del generatore TV1;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore.

### **5.1.1 Aree di cantiere**

L'area che si rende necessaria per le attività di Costruzione di due CCGT da circa 1.680 MW<sub>e</sub> è stimabile in circa 25.000 m<sup>2</sup>, da utilizzare per gli uffici Enel & Contractor di costruzione / commissioning (7.000 m<sup>2</sup> previsti) e per lo stoccaggio dei materiali (18.000 m<sup>2</sup> previsti).

Per descrivere lo sviluppo della cantierizzazione, si distinguono tre fasi:

- fase 1: realizzazione della prima unità OCGT, con messa fuori servizio di tutte le unità a carbone esistenti;
- fase 2: realizzazione della seconda unità OCGT;
- fase 3: chiusura in ciclo combinato CCGT di entrambe le unità.

Durante le fasi 1 e 2, non appena saranno stati demoliti l'edificio portineria e spogliatoi e l'edificio mensa e ricostruiti i nuovi uffici, si potrà procedere con la demolizione degli uffici attuali di centrale, del magazzino e delle tettoie parcheggi. Si renderà quindi disponibile un'area per prefabbricazione e stoccaggi temporanea e una (frontale ai futuri camini di by-pass) necessaria ai montaggi. Le altre aree necessarie per lo stoccaggio dei materiali si localizzeranno nell'area posta a Nord della linea ferroviaria, attualmente occupata dal parco combustibili dismesso (Figura 11). Qui si potrà ricavare un'area di circa 30.000 m<sup>2</sup>.



**Figura 11 – C.le di Torrevaldaliga - Localizzazione dell'area di cantiere delle fasi 1 e 2**

Durante la fase 3, la logistica delle aree rappresenterà un aspetto critico perché gran parte dell'area interna, utilizzata durante le prime fasi, sarà completamente impegnata dai macchinari necessari per la costruzione del CCGT, come autogru, gru a torre, sollevatori telescopici, etc. Per tale motivo, le nuove infrastrutture per magazzino e officine verranno realizzate solo alla fine della fase 3.

### ***5.1.2 Risorse e mezzi utilizzati per la costruzione***

Per le attività di costruzione si stimano indicativamente circa 1'200'000 h per ogni unità CCGT, così ripartite:

- per i montaggi meccanici 690.000 h comprensive delle attività di montaggio delle coibentazioni;
- per le attività civili circa 280.000 h;
- per i montaggi elettrici 230.000 h.

Durante le attività di cantiere, si stima, per ogni unità, la presenza media giornaliera di circa n. 200 unità per le maestranze, con picchi di circa n. 400.

In relazione al numero di automezzi, si prevedono fino a n. 15 camion/giorno nei primi 12 mesi, che scenderanno n. 10 camion/giorno, sempre come dato medio, nei rimanenti mesi.

I mezzi utilizzati per la costruzione sono elencati indicativamente nel seguito, anche se la loro tipologia esatta verrà scelta dall'appaltatore che si aggiudicherà i contratti di montaggio e realizzazione. Si avranno: escavatori gommati e cingolati, pale e grader, bulldozer, vibrofinitrici e rulli compattatori, betoniere e pompe carrate per calcestruzzo, sollevatori e piattaforme telescopici, autocarri e autoarticolati per trasporto materiali e attrezzature, autogru carrate e cingolate, gru a torre.

### ***5.1.3 Volumi di scavo***

Si prevede indicativamente che il volume di terra scavata sarà pari a 55.000 m<sup>3</sup>. Le attività relative alle opere civili richiederanno scavi e trasporti a discarica per un quantitativo stimato di 14.000 m<sup>3</sup> di terra.

### ***5.1.4 Programma cronologico***

Il programma cronologico è articolato in tre fasi e prevede una ipotesi di funzionamento in ciclo aperto delle due unità turbogas prima della chiusura in ciclo chiuso.

**Dal cronoprogramma, riportato in**

Figura 12, si evince un periodo dedicato alle opere civili di circa 11 mesi per le prime due fasi e di circa 10 mesi per la terza fase.



La costruzione dell'impianto in fasi, con ciclo aperto e successiva fase operativa durante la quale avviene la realizzazione della chiusura del ciclo combinato, ha il benefico effetto di ridurre le condizioni di forte concentrazione di macchinari, maestranze ed attività di cantiere, diluendole su un periodo più lungo. Il programma cronologico evidenzia, infatti, come le fasi potenzialmente più impattanti anche sul comparto acustico (ad esempio le opere civili) avvengano in periodi ben distinti. La possibilità di eseguire i lavori in due fasi così distinte comporta i seguenti vantaggi:

- le lavorazioni più critiche come le opere civili (fondazioni) e i montaggi meccanici (montaggio camino di by-pass e montaggio del HRSG) sono maggiormente diluite nel tempo, consentendo quindi una miglior programmazione delle attività di cantiere ed un ridotto carico di manodopera su aree di impianto che, diversamente, risulterebbero sovraccariche;
- minori emissioni sonore dai mezzi d'opera, considerata la non contemporaneità di molte lavorazioni e, di conseguenza, il minor impatto complessivo delle attività di realizzazione.

## 5.2 Valutazione previsionale

Il rumore di un'area di cantiere per la realizzazione di un impianto termoelettrico è generato prevalentemente dai macchinari utilizzati per le diverse attività e dal traffico.

I potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono quindi essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la predisposizione del sito, per la realizzazione degli scavi di fondazione, per la movimentazione terra e la sistemazione delle aree, per il montaggio dei vari componenti e dai mezzi di trasporto coinvolti.

Per i mezzi indicati al § 5.1.2, l'emissione sonora del propulsore e del condotto di scarico dei gas combusti è di solito la componente più significativa del rumore; alcune macchine operatrici generano rumore anche per effetto della lavorazione che svolgono.

Nell'evoluzione di un cantiere per la realizzazione di una unità termoelettrica, si possono distinguere, da un punto di vista della tipologia delle emissioni acustiche, cinque diverse fasi:

1. preparazione del sito,
2. lavori di scavo,
3. lavori di fondazione,
4. lavori di edificazione dei fabbricati e montaggi,
5. finiture, pavimentazione e pulizia.



Nelle prime due fasi il macchinario utilizzato è composto quasi esclusivamente da macchine movimento terra (escavatori, pale, trattori, grader, rulli compressori, etc.) e da autocarri.

Nelle fasi successive intervengono nel cantiere macchine movimento materiali (gru, gru semoventi), macchine stazionarie (pompe, generatori, compressori) e macchine varie (seghe, trapani, imbullonatrici, martelli pneumatici, etc.). Il rumore emesso da dette macchine differisce da modello a modello ed è funzione del tipo di attività che viene svolta.

Il rumore complessivo generato da un cantiere dipende quindi dal numero e dalla tipologia delle macchine in funzione in un determinato momento e dal tipo di attività svolta; l'intensità dipende quindi sia dal momento della giornata considerata sia dalla fase in cui il cantiere si trova ed è caratterizzata da rumori di tipo non costante, anche se talora di elevata energia.

La composizione del traffico veicolare indotto dalla costruzione dell'unità in oggetto è articolata in una quota di veicoli leggeri per il trasporto delle persone, ed una quota di veicoli pesanti connessi all'approvvigionamento dei grandi componenti e della fornitura di materiale da costruzione. I mezzi impiegati a tale scopo possono essere veicoli commerciali furgonati o con cassone, autocarri di diversa taglia per portata e numero di assi, o autoarticolati per trasporti particolari, oltre ovviamente a mezzi specializzati come autobetoniere o autogru.

Tra le attività di realizzazione della centrale si sono valutate come più impattanti le attività di preparazione del sito e scavo; per queste verrà sviluppata una valutazione previsionale della rumorosità prodotta.

### ***5.2.1 Macchinari impiegati – Livelli emissivi***

Lo sviluppo della modellazione matematica delle attività di cantiere presuppone la conoscenza dei livelli emissivi dei principali macchinari coinvolti nelle lavorazioni, cioè del loro livello di potenza sonora in bande spettrali. A tale scopo si utilizzano anche dati di largo utilizzo in ambito tecnico o dati provenienti dai costruttori. Per il presente studio, la fonte informativa dei dati è rappresentata dalle schede di potenza sonora scaricabili dalla pagina Web dell'ente FSC, Formazione Sicurezza Costruzioni di Torino (<http://www.fsctorino.it/home/home-sicurezza/scr-bancadati-rpo/>). Tali schede furono elaborate alcuni anni or sono dall'allora Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia (C.P.T.), successivamente confluito in FSC; esse sono basate su una estesa campagna sperimentale condotta su diverse tipologie di macchinari.

I macchinari considerati per la simulazione dell'emissione sonora delle attività di preparazione del sito e scavo, con i rispettivi livelli di potenza sonora, sono riportati in Tabella 13. La composizione del parco mezzi considerato si basa sull'esperienza maturata per cantieri industriali di impianti di produzione elettrica.

Per la simulazione del cantiere ci si è basati sullo scenario tridimensionale predisposto per la simulazione della fase di esercizio; i macchinari sono stati simulati con sorgenti puntuali dislocate sull'area di intervento.

**Tabella 13 -Sorgenti sonore inserite nella modellazione della fase cantieristica di preparazione del sito e scavo e relativo livello di potenza sonora.**

Sorgente	N°	Livello Potenza sonora [dB(A)]	% utilizzo	Fonte dei dati
Escavatore cingolato (124 kW)	3	<b>107.2</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 937-(IEC-54)-RPO-01
Pala caricatrice gommata (134 kW)	2	<b>102.3</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 970-(IEC-64)-RPO-01
Autocarro ribaltabile da 20 m <sup>3</sup> (pot. 230 kW)	4	<b>101.1</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 948-(IEC-14)-RPO-01
Rullo compattatore (101 kW)	1	<b>113.1</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 979-(IEC-62)-RPO-01
Motolivellatrice (motorgrader)	1	<b>104.9</b>	100	Banca Dati CPT, rif.: 959-(IEC-61)-RPO-01

Il livello di potenza sonora complessivo, dato dalla somma dei livelli di potenza sonora delle singole macchine inserite nella simulazione, è pari a circa 117 dB(A).

Le attività di cantiere avranno luogo nell'ambito del normale orario lavorativo diurno di 8 ore, quindi per il calcolo del livello di immissione, relativo al periodo diurno (ore 06:00÷22:00), occorrerebbe considerare l'effettivo funzionamento delle sorgenti rispetto all'intero tempo di riferimento diurno, pari a 16 ore. Inoltre, sulla base dei dati progettuali, si dovrebbe stimare una % di utilizzo, ossia la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene effettivamente prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego<sup>17</sup>. Nella simulazione, in termini ampiamente cautelativi si sono ignorati entrambi questi aspetti, considerando quindi tutte le sorgenti attive con continuità sull'intero TR diurno e non sul solo orario lavorativo.

Sulla base di tali dati emissivi, sfruttando lo scenario tridimensionale di simulazione predisposto in SoundPLAN, è stato effettuato un calcolo del rumore ambientale durante le attività descritte, presso i ricettori già considerati nello studio.

### 5.2.2 Risultati del calcolo

Nella seguente Tabella sono riportati: il livello di rumore residuo diurno valutato come illustrato al § 3.2, il livello d'immissione specifica del cantiere  $L_{Cant}$  calcolato dal modello

<sup>17</sup> Il valore 100% di attività effettiva significa assenza di pause tecniche durante il periodo d'impiego di una determinata apparecchiatura. L'effettivo periodo di emissione rumorosa di una macchina in un cantiere può essere inferiore perché vengono considerati i tempi necessari per gli spostamenti, i posizionamenti, le attese, le pause.

alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 13, il livello di rumore ambientale in presenza del cantiere, ottenuto come somma logaritmica dei termini precedenti.

**Tabella 14 – C.le di Torrevaldaliga - Livello di immissione specifica del cantiere per le fasi di preparazione del sito e scavo – Valori in dB(A)**

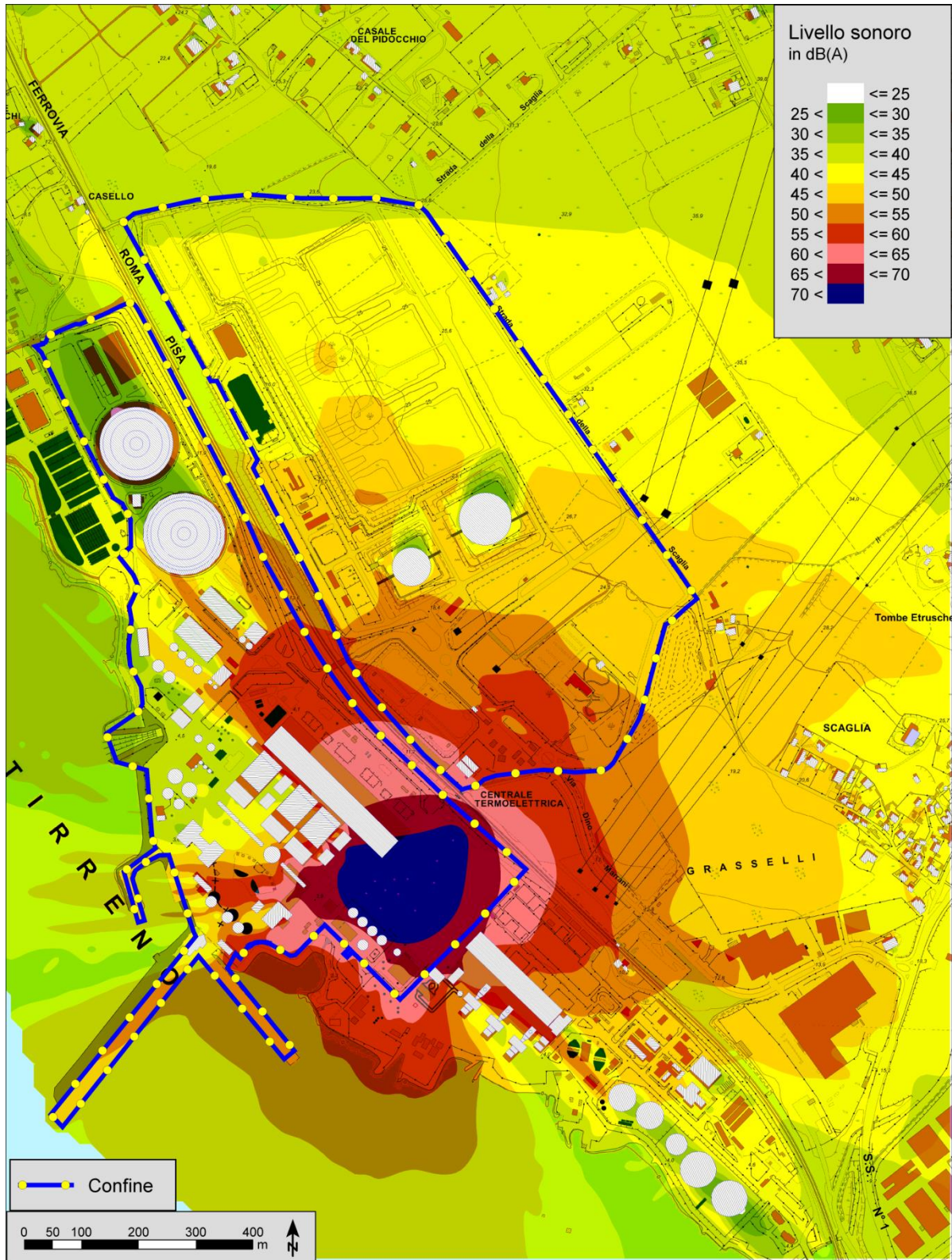
Punto	Contributo cantiere $L_{Cant}$	Rumore ambientale "non Enel" $L_{non\_Enel}$	Livello di immissione – cantiere preparaz.sito e scavi - $L_{cant}$	Limite assoluto di immissione (DPCM 14/11/97)
<b>Periodo DIURNO</b>				
P01	44.9	47.1	<b>49.1</b>	70
P02	40.0	54.9	<b>55.0</b>	70
P03	38.2	46.9	<b>47.4</b>	60
P04	45.7	52.0	<b>52.9</b>	65
P05	37.5	45.4	<b>46.1</b>	60

Le considerazioni esposte dimostrano come, anche con le assunzioni ampiamente cautelative indicate, il rumore prodotto dal cantiere per la realizzazione della nuova unità TN1 risulti ampiamente compatibile con i limiti assoluti di immissione secondo la classificazione acustica approvata in tutti punti.

Eventuali circoscritte fasi realizzative con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di deroga al rispetto dei limiti per attività a carattere temporaneo, da inoltrare, secondo le modalità stabilite, all'Amministrazione Comunale competente.

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di costruzione della centrale. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (n°15 camion/giorno medi nel primo anno, a scendere nei successivi) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche in tutto il territorio circostante della fase realizzativa selezionata, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo. Le curve calcolate, a partire da 25 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla planimetria del sito in Figura 13.



### 5.3 Misure gestionali di ottimizzazione dell'intervento

Enel richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale<sup>18</sup>. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa, dovranno essere mantenuti tutti gli accorgimenti già previsti dai produttori per renderne meno rumoroso l'utilizzo, quali, a titolo puramente esemplificativo, le carterature ed il confinamento in vani insonorizzati delle fonti sonore presenti sui mezzi (propulsore, riduttori meccanici, pompe idrauliche, ecc.), le pannellature fonoisolanti già installate sui mezzi, i rivestimenti fonoassorbenti, i silenziatori allo scarico, il trattamento acustico delle prese d'aria, eventuali dispositivi smorzanti, ecc. Dovranno inoltre essere attuati puntualmente gli interventi manutentivi previsti dal costruttore.

Relativamente alle modalità operative, le imprese saranno tenute a conformarsi alle seguenti indicazioni comportamentali generali:

- attuare modalità operative adeguate a ridurre l'impatto delle attività, quali ad esempio un oculato posizionamento di eventuali macchinari fissi (gruppi elettrogeni, compressori) nel cantiere, i quali dovranno essere del tipo insonorizzato;
- l'utilizzo di dispositivi di segnalazione acustica solo nei casi previsti dalle norme di sicurezza;
- l'imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- l'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate, con potenza minima appropriata al tipo di intervento.

---

<sup>18</sup> La Direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, è stata modificata dalla Direttiva 2005/88/CE che ha modificato i livelli di potenza sonora ammessa. A livello nazionale si segnala il D.Lgs. 262 del 04/09/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Per adeguare il D.Lgs. 262/2002 a tali modifiche è stato emanato il DM 24/07/2006, reso efficace con comunicazione del 9 ottobre 2006, che ha modificato la Tabella dell'Allegato I - Parte B del D. Lgs. 262/2002. Successivamente il MATTM ha emanato il Decreto 04/10/2011 "Definizione dei criteri per gli accertamenti di carattere tecnico nell'ambito del controllo sul mercato di cui all'art. 4 del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262 relativi all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".

## 6 CONCLUSIONI

Presso la Centrale di Torrevaldaliga Nord è prevista la realizzazione nell'area d'impianto di nuove unità a gas di taglia massima di 1680 MW<sub>e</sub> in configurazione due su uno, di recente concezione, intrinsecamente meno rumoroso delle unità produttive attuali. L'intervento prevede n.3 fasi di costruzione; la prima fase comprende la costruzione di una prima unità turbogas e il funzionamento in ciclo aperto (OCGT) in corrispondenza con la messa fuori di tutte le unità a carbone; la seconda fase prevede l'aggiunta di un'altra unità turbogas in ciclo aperto (OCGT); la terza fase prevede la possibilità del completamento del ciclo combinato (CCGT), con le n.2 turbine a gas e relative caldaie a recupero (GVR) che si collegheranno a una sola turbina a vapore.

La Centrale ricade nel Comune di Civitavecchia, che dispone del piano di classificazione acustica del proprio territorio.

Lo studio comprende anche la valutazione del rumore prodotto in fase di cantiere, per le fasi di preparazione del sito e di scavo, ritenute quelle più impattanti dal punto di vista dell'inquinamento acustico. La simulazione è stata condotta, anche in questo caso, con criteri conservativi, ossia assumendo il funzionamento contemporaneo e continuativo di tutti i macchinari per l'intero tempo di riferimento diurno. Nonostante ciò, si riscontra l'ampio rispetto dei limiti assoluti d'immissione per tutti i punti. Limitate fasi con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della deroga per attività temporanee.

Lo studio eseguito si è basato su una campagna sperimentale per la caratterizzazione del livello di rumore con tutte le unità in servizio, eseguita nel mese di Marzo 2018, e sulla predisposizione di una modellazione matematica della rumorosità prodotta dalla centrale nell'assetto attuale. I risultati di tali attività, insieme a quelli forniti dalla simulazione modellistica previsionale del rumore prodotto dalla nuova unità TN1, hanno consentito di valutarne l'impatto acustico e verificare il rispetto dei limiti di legge nello scenario "fase 2" (n.2 turbogas in ciclo aperto) che è quello più impattante dal punto di vista dell'inquinamento acustico.

Le analisi condotte mostrano il pieno rispetto dei limiti assoluti di immissione presso tutti i punti sia in periodo diurno che notturno.

Le variazioni del livello di immissione tra lo scenario "fase 2", il più critico degli scenari futuri, e quello attuale, valutati presso i punti rappresentativi di potenziali ambienti abitativi, costituiscono una stima del criterio differenziale. Si riscontra, presso tutti i punti, la tendenza ad una riduzione del livello di immissione, sia in periodo diurno che notturno nel rispetto a quello attuale.

Si avrà pure il rispetto dei limiti di emissione, pari a 5 dB in meno dei corrispondenti limiti assoluti di immissione, presso i punti rappresentativi dei potenziali ricettori a carattere residenziale e lungo la recinzione.

Si conclude quindi la piena compatibilità dell'opera con i limiti di legge in relazione all'inquinamento acustico sia per la condizione di esercizio che per quella di cantiere.

## APPENDICE

### Quadro di riferimento normativo

Le emissioni sonore, che accompagnano normalmente qualsiasi tipo d'attività, producono un "inquinamento acustico" quando, secondo la definizione dell'art. 2 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono tali da *"provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi"*.

Il fenomeno delle emissioni sonore è stato disciplinato nel tempo da diversi provvedimenti normativi che avevano definito, fra l'altro, i limiti d'esposizione e previsto le modalità di misurazione del rumore; è stata tuttavia la citata Legge 447/95 *"Legge quadro sull'inquinamento acustico"* che ha fornito una disciplina organica in materia, creando le condizioni per un più articolato sistema normativo.

La completa operatività della legge quadro (Legge 447/95) è legata all'emissione, oramai completata, di un consistente numero di decreti ministeriali integrativi e all'attuazione degli adempimenti da questi previsti. Alle Regioni, Province e Comuni la legge attribuisce principalmente compiti di programmazione e di pianificazione degli interventi di risanamento.

Particolarmente rilevante ai fini dell'applicazione della legge quadro è il DPCM 14 novembre 1997 *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*, che stabilisce, ai sensi dell'art. 2 della Legge 447/95, i valori limite di emissione<sup>19</sup>, di immissione<sup>20</sup>, di attenzione e di qualità da riferire al territorio nelle sue differenti destinazioni d'uso (Tabella A allegata al decreto):

- classe I - aree particolarmente protette;
- classe II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale;
- classe III – aree di tipo misto;
- classe IV - aree di intensa attività umana;
- classe V – aree prevalentemente industriali;
- classe VI - aree esclusivamente industriali.

<sup>19</sup> Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa

<sup>20</sup> Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori



I valori da non superare per le "emissioni", sono relativi al rumore prodotto da ogni singola "sorgente"<sup>21</sup> presente sul territorio, mentre i valori limite per le "immissioni" sono relativi al rumore determinato dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nel sito.

Sia i limiti massimi assoluti di immissione che i limiti di emissione sono da valutare in relazione ai tempi di riferimento (TR) diurno (ore 06.00÷22.00) e notturno (ore 22.00÷06.00).

In particolare, i valori limite assoluti di immissione ai ricettori, espressi come livello equivalente ( $L_{eq}$ ) in dB(A) (art. 3, DPCM 14 novembre 1997), sono riportati nella seguente tabella.

**Tabella 15 - Valori limite assoluti di immissione –  $L_{eq}$  in dB(A) (DPCM 14 novembre 1997)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento ( $T_R$ )	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Nella seguente tabella sono riportati i valori limite di emissione.

**Tabella 16 - Valori limite di emissione –  $L_{eq}$  in dB(A) (DPCM 14 novembre 1997)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento (TR)	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

I limiti di emissione, pari a 5 dB in meno dei corrispondenti limiti di immissione, costituiscono un aspetto controverso nella legislazione italiana in materia di inquinamento acustico. Infatti, mentre la Legge Quadro 447/95 definisce il limite di emissione come "i/

<sup>21</sup> Per "sorgente" s'intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale

*valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa*", il DPCM 14/11/1997, con riferimento ai limiti di emissione, stabilisce che *"i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità"*.

Nel presente documento i limiti sono valutati presso le abitazioni, confrontando il livello calcolato dal modello con i limiti di emissione della relativa classe d'appartenenza.

La legislazione si è recentemente arricchita di un nuovo elemento, il D.Lgs. 17/02/2017 n.42 *"Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico"*. Questo testo, al Capo III art.9, riporta alcune modifiche alla Legge 447/95. Tra queste si segnala l'introduzione del parametro *"sorgente sonora specifica"*<sup>22</sup> e del *"valore limite di immissione specifico"*. L'introduzione di tali parametri, la cui piena operatività richiede tuttavia l'aggiornamento dei decreti esistenti, ad oggi non realizzato, sembra volto a dirimere l'ambiguità terminologica relativa al livello di emissione, definendo il valore limite di immissione specifico come il *"valore massimo del contributo della sorgente sonora specifica misurato in ambiente esterno ovvero in facciata al ricettore"*. Benché non siano noti i criteri di applicazione di tali limiti e neppure i relativi valori numerici, è ragionevole ritenere che i limiti di immissione specifica (probabilmente coincidenti con gli attuali limiti di emissione di cui alla Tabella B del DPCM 14/11/1997) siano da valutare anche presso le abitazioni, confrontando il livello dovuto alla sorgente sonora specifica con i limiti di emissione della relativa classe d'appartenenza. Questo approccio, peraltro, è già in uso presso alcune ARPA.

Oltre ai limiti assoluti precedentemente richiamati, i nuovi impianti industriali devono rispettare anche i valori limite differenziali di immissione in corrispondenza degli ambienti abitativi individuati quali ricettori. I valori stabiliti per questi limiti sono pari a + 5 dB(A) per il periodo diurno e a + 3 dB(A) per il periodo notturno. Tali valori non si applicano nelle aree in classe VI (esclusivamente industriali) e nel caso in cui le misure ai ricettori risultino inferiori ai valori minimi di soglia precisati dal decreto.

Il DMA 16/03/98 definisce le tecniche di rilevamento da adottare per la misurazione dei livelli di emissione ed immissione acustica, dell'impulsività dell'evento, della presenza di componenti tonali e/o di bassa frequenza.

Tra gli altri decreti attuativi emanati a seguito della Legge Quadro si segnala il DPR 30/03/2004, n. 142 *"Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"*. Quest'ultimo attua quanto previsto dal DPCM 14.11.97. In tale decreto si

---

<sup>22</sup> Art. d-bis): *"sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale"*.

evincedeva infatti che le sorgenti sonore costituite dalle arterie stradali, all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza<sup>23</sup>, "concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione", mentre all'interno di queste esse sono regolamentate da apposito decreto, per l'appunto, il D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142.

Questo documento, sulla falsariga dell'analogo decreto per le infrastrutture ferroviarie (D.P.R. 459), stabilisce, all'Allegato 1, l'estensione delle fasce di pertinenza (Fascia di pertinenza acustica) per le diverse tipologie di infrastruttura<sup>24</sup> sia esistenti che di nuova realizzazione ed indica i valori limite di immissione diurni e notturni delle infrastrutture stradali per ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e per gli altri ricettori all'interno della fascia di pertinenza.

### ***Legge regionale***

La Regione Lazio ha emanato la Legge Regionale N. 18 del 03/08/2001<sup>25</sup> "*Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio [...]*", che individua le disposizioni necessarie per la determinazione della qualità acustica del territorio, per il risanamento ambientale e per la tutela della popolazione dall'inquinamento acustico.

<sup>23</sup> Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il decreto stabilisce i limiti di immissione del rumore.

<sup>24</sup> Infrastruttura stradale: l'insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenza dell'ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa. Le infrastrutture stradali sono definite dall'articolo 2 del decreto legislativo n. 285 del 1992, e successive modificazioni: A. autostrade, B. strade extraurbane principali, C. strade extraurbane secondarie, D. strade urbane di scorrimento, E. strade urbane di quartiere, F. strade locali

<sup>25</sup> B.U.R. Lazio n. 22 del 10/08/01 - suppl. ord. n° 5 del 13/08/01

## Strumentazione utilizzata

I rilievi sono stati eseguiti con le catene di misura descritte nella seguente tabella, tarate e calibrate in accordo con quanto prescritto.

Tabella 17 – Strumentazione utilizzata per le misure.

Punto di misura	Strumento		N° di matr.	Certif. SIT
<b>Strumentazione CESI</b>				
P01	Fonometro	Brüel & Kjær 2270	2505987	Certif. LAT 062 EPT.16.FON.116 (prot. CESI B6010549)
	Microfono	Brüel & Kjær 4189	2508899	
	Preamplificatore	Brüel & Kjær ZC0032	ID n° 3570	
P02	Fonometro	Brüel & Kjær 2250	2234581	Certif. LAT 062 EPT.16.FON.298 (prot. CESI B6017044)
	Microfono	Brüel & Kjær 4189	2199238	
P03	Fonometro	Brüel & Kjær 2270	3008428	Certif. EPT.17.FON.321 (prot. CESI B7015015)
	Microfono	Brüel & Kjær 4189	2984036	
	Preamplificatore	Brüel & Kjær ZC0032	ID n° 22886	
P04	Fonometro	Brüel & Kjær 2250	1853773	Certif. LAT 062 EPT.16.FON.486 (prot. CESI B6025011)
	Microfono	Brüel & Kjær 4189	1858298	
P05	Fonometro	Brüel & Kjær 2250	2131676	Certif. LAT 062 EPT.16.FON.484 (prot. CESI B6025012)
	Microfono	Brüel & Kjær 4189	2117244	
TUTTI	Calibratore	Brüel & Kjær 4231	2136630	Certif. LAT 062 EPT.16.CAL.487 (prot. CESI B6025017)
<b>Strumentazione Enel</b>				
E1÷E9	Fonometro Larson Davis tipo 831 mat. N° 3775		Certif. n° 163 14916-A del 15/11/2016 Sky-Lab S.r.l.	
	Calibratore Larson & Davis mod. CAL200 s.n. 11670		Certif. n° 163 14915-A del 15/11/2016 Sky Lab S.r.l.	

## Descrizione del modello utilizzato

Le simulazioni acustiche sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, in grado di ricostruire, dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in tutta l'area circostante le sorgenti. Sono prese in considerazione le attenuazioni prodotte dall'ambiente stesso per mezzo dell'orografia, delle qualità acustiche del terreno, della presenza di ostacoli e/o barriere schermanti.

Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN<sup>26</sup> ver. 7.4, sviluppato dalla Braunstein+Berndt, GmbH, che appartiene alla categoria dei modelli basati sul metodo di calcolo "ray-tracing" e permette di valutare le attenuazioni secondo le

<sup>26</sup> <http://www.soundplan.eu/english>

diverse normative nazionali ed internazionali. Per l'applicazione in oggetto, il calcolo è stato effettuato in conformità alla norma UNI ISO 9613-2<sup>27</sup>. In linea con tale standard, il modello SoundPLAN non tiene conto dei fenomeni di meteorologia locale, ma calcola i livelli d'immissione in condizioni leggermente favorevoli alla propagazione in modo da avere una stima conservativa della rumorosità ambientale<sup>28</sup>.

Il codice di calcolo SoundPLAN stima l'andamento della propagazione sonora considerando:

- l'attenuazione del segnale dovuta alla distanza tra sorgente e ricevitore;
- l'attenuazione causata dall'eventuale presenza di ostacoli schermanti;
- le riflessioni sul terreno;
- le riflessioni e la diffrazione provocate da edifici, ostacoli, barriere.

Il codice di calcolo descritto è dunque in grado sia di fornire la stima del livello di pressione sonora in corrispondenza di postazioni puntuali, sia di valutare l'andamento delle curve di isolivello del rumore su un'area ritenuta significativa. Il calcolo viene condotto in termini spettrali in banda d'ottava, come stabilito dalla normativa citata, o in bande di terzi d'ottava.

L'impiego del codice di calcolo si compone di alcune fasi:

- caratterizzazione geometrica dell'ambiente oggetto di studio, ovvero introduzione della morfologia del terreno tramite le curve di isolivello o reticoli di punti quotati;
- localizzazione, dimensionamento e assegnazione di parametri specifici ai principali ostacoli alla propagazione acustica (edifici, barriere naturali);
- individuazione delle sorgenti sonore attraverso la valutazione del loro livello di potenza, dello spettro in frequenza e dell'eventuale direttività;
- definizione dei più significativi parametri atmosferici: temperatura dell'aria in gradi Celsius ed umidità relativa espressa in percentuale;
- individuazione dei ricevitori, in corrispondenza dei quali si desidera effettuare il calcolo del livello di pressione sonora.

<sup>27</sup> UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo"

<sup>28</sup> Al § 1 della ISO 9613-2 si legge: "The method predicts the equivalent continuous A-weighted sound pressure level [...] under meteorological conditions favourable to propagation from sources of known sound emission. These conditions are for downwind propagation as specified in 5.4.3.3 of ISO 1996-2: 1987". Al § 5 della ISO 9613-2 si legge: "Downwind propagation condition, for the method specified in this part of ISO 9613 are [...] namely wind direction within an angle of  $\pm 45^\circ$  of the direction connecting the centre of the dominant sound source and the centre of the specified receiver region, with the wind blowing from source to receiver, and wind speed between approximately 1 m/s and 5 m/s, measured at a height of 3 m to 11 m above the ground. The equations for calculating the average downwind sound pressure level  $L_{AT(DW)}$  in this part of ISO 9613, including the equations for attenuation given in clause 7, are the average for meteorological conditions within these limits". These equations also hold, equivalently, for average propagation, under a well-developed moderate ground-based temperature inversion, such as commonly occurs on clear, calm nights."