

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Oggetto Centrale Termoelettrica "Andrea Palladio" di Fusina (VE)
Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas
Studio Preliminare Ambientale (art.19 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)
Allegato C - Valutazione di impatto acustico.

Ordine A.Q. 8400101944, attivazione N. 3500026086 del 13.11.2018

Note WBS A1300001398
Lettera di trasmissione B9009086

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

PAD B8016899 (2635759) - USO RISERVATO

N. pagine 46 **N. pagine fuori testo** -

Data 10/05/2019

Elaborato ESC - Lamberti Marco, ESC - Ziliani Roberto, ESC - Capra Davide
B8016899 3728 AUT B8016899 3754 AUT B8016899 3293 AUT

Verificato ESC - Pertot Cesare
B8016899 3840 VER

Approvato ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare
B8016899 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

Indice

1	PREMESSA E SCOPI	3
2	APPROCCIO METODOLOGICO	3
2.1	Analisi del contesto territoriale.....	4
2.2	Descrizione degli interventi previsti.....	5
2.3	Quadro di riferimento normativo e zonizzazione acustica.....	6
3	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM	8
3.1	Punti di misura.....	8
3.2	Parametri di misura.....	8
3.3	Metodo di misura.....	11
3.4	Circostanze di misura.....	12
3.5	Strumentazione utilizzata.....	12
3.6	Risultati dei rilievi.....	13
3.7	Rilievi speditivi del Giugno 2018.....	14
4	IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO	16
4.1	Predisposizione del modello.....	18
4.1.1	Orografia.....	18
4.1.2	Punti di calcolo.....	19
4.1.3	Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.....	19
4.1.4	Parametri di calcolo.....	23
4.2	Risultati della simulazione.....	24
4.2.1	Calcolo su specifici ricettori.....	24
4.2.2	Mappe isofoniche.....	25
4.3	Verifica dei limiti di legge.....	27
4.3.1	Limite assoluto di immissione.....	27
4.3.2	Limite differenziale di immissione.....	29
4.3.3	Limite di emissione.....	31
5	IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELLA NUOVA OPERA	33
5.1	Caratteristiche generali del cantiere e delle lavorazioni.....	33
5.1.1	Aree di cantiere.....	33
5.1.2	Demolizioni.....	34
5.1.3	Fasi di lavoro.....	34
5.1.4	Risorse utilizzate per la costruzione.....	35
5.2	Caratteristiche emissive del cantiere.....	35
5.2.1	Macchinari impiegati – Livelli emissivi.....	36
5.2.2	Risultati del calcolo previsionale.....	37
6	CONCLUSIONI	40
	APPENDICE	41
	Quadro di riferimento normativo.....	41
	Strumentazione utilizzata.....	44
	Descrizione del modello utilizzato.....	45

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	10/05/2019	B8016899	Prima emissione.

1 PREMESSA E SCOPI

La Centrale termoelettrica Enel "Andrea Palladio" è ubicata nel comune di Venezia, località Fusina. Essa comprende n.5 unità termoelettriche convenzionali (FS1 ÷ FS5), entrate in servizio tra il 1964 ed il 1974. L'unità FS5 non è più in esercizio

I gruppi FS1 ÷ FS4 sono attrezzati per l'impiego di carbone, le unità FS3 ÷ FS4 utilizzano anche un certo quantitativo di CSS (combustibili solidi secondari).

Negli anni 2000 le unità sono state oggetto di interventi di ambientalizzazione ai fini dell'abbattimento degli inquinanti atmosferici prodotti dalla combustione a carbone e sono stati installati, tra l'altro, i sistemi di denitrificazione catalitica (DeNOx) e desolforazione dei fumi (DeSOx).

Il nuovo progetto prevede l'installazione, in sostituzione dei gruppi esistenti, di una nuova unità a gas di taglia massima 840 MW_e nell'area di impianto attualmente occupata dalla dismessa unità FS5. La realizzazione è prevista in due fasi: nella prima fase è previsto l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), per una potenza complessiva di 560 MW_e; nella seconda fase potrà essere realizzata la chiusura del ciclo (funzionamento a ciclo chiuso CCGT). Il nuovo gruppo in ciclo combinato si chiamerà Fusina FS7.

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, saranno presi a riferimento i seguenti scenari:

- *ante operam*: funzionamento delle unità FS1 ÷ FS4;
- *post operam – fase 1*: funzionamento dell'unità FS7 in ciclo aperto (OCGT), FS1÷FS5 messe fuori servizio;
- *post operam – fase 2*: funzionamento dell'unità FS7 in ciclo combinato (CCGT), FS1÷FS5 messe fuori servizio.

La stima dell'impatto acustico della nuova opera¹, in accordo con la norma UNI 11143², è stata condotta in due fasi:

- caratterizzazione *acustica della situazione ante operam* sulla base dei dati sperimentali disponibili;
- stima previsionale dei livelli sonori dopo la realizzazione delle nuove opere (situazione *post operam*, fasi 1 e 2) ed in fase di realizzazione delle opere stesse.

¹ Per "nuova opera" si intende una nuova realizzazione o la modifica di un'opera esistente

² 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

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 nello scenario attuale si riferiscono principalmente ad una campagna di misura condotta da Enel nel Marzo 2018. Tali attività sperimentali di caratterizzazione del livello sonoro sono descritte al § 3.

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.

Le campagne sperimentali svolte sul sito ed il presente studio previsionale di impatto acustico sono stati condotti da personale³ 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.

Il modello è stato predisposto utilizzando un pacchetto software commerciale, con applicazione dello standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora.

2.1 Analisi del contesto territoriale

La Centrale di Fusina "Andrea Palladio" è sita nel Comune di Venezia, in località Malcontenta, via dei Cantieri, 5, al margine meridionale della zona industriale di Porto Marghera.

Confina a nord con il Canale Industriale Sud del Porto Industriale, ad ovest con un'area libera di proprietà della Società Slim Aluminium (Ex ALCOA), a sud con la strada di accesso all'impianto, ad Est con l'area dell'impianto comunale di depurazione delle acque, gestito dalla Società VERITAS (Veneziana Energia Risorse Idriche Territorio Ambiente Servizi). La Centrale è costruita a ridosso della Laguna di Venezia, in una zona con scarsa vegetazione, viabilità ad esclusivo uso industriale e classificazione "Area industriale" da parte dello strumento urbanistico (Figura 1).

L'impianto occupa un'area complessiva di circa 450.000 m² ed è collegato mediante raccordo stradale e viabilità locale alla strada statale n. 309 Romea. Esso è costituito da cinque sezioni termoelettriche, di taglia differente, costruite in tempi diversi, delle quali FS1 con potenza di 165 MW_e, FS2 con potenza di 171 MW_e e due (FS3, FS4), con potenza 320 MW cadauna. L'unità FS5, da 160 MW_e, oggi non più in servizio, funzionò fino al 1999 con olio combustibile.

È presente poi un ciclo combinato di tipo sperimentale, alimentato con idrogeno e di potenza elettrica 12 MW, autorizzato nel giugno 2006; esso non è più in esercizio dal 2014. Il carbone viene approvvigionato via nave con banchina sul Canale Industriale Sud e stoccato in un parco comune a tutte le sezioni. Il gas naturale proviene dalla rete di distribuzione SNAM, collegata all'impianto tramite un apposito gasdotto che termina in Centrale con una stazione di riduzione della pressione.

³ 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.

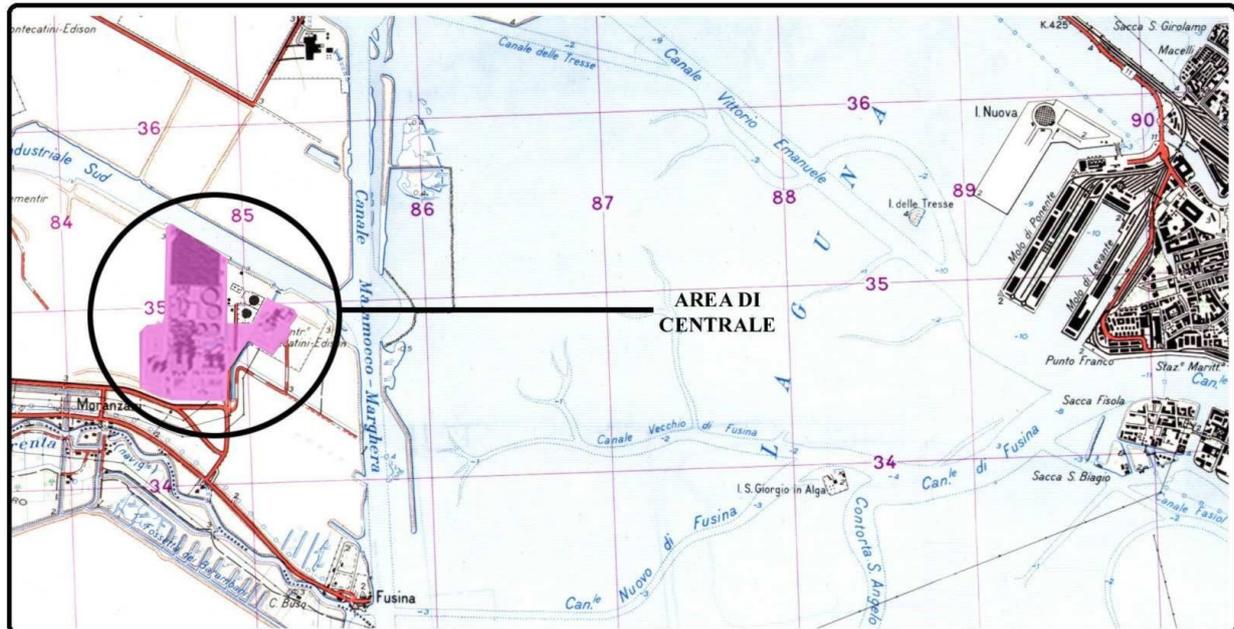


Figura 1 – C.le di Fusina – Inquadramento geografico.

La rumorosità ambientale del sito è determinata dalle diverse realtà industriali che vi insistono; tra queste la Centrale Enel, la stazione elettrica Terna, gli impianti industriali confinanti. Vi è poi il terminal merci, con il conseguente traffico di mezzi pesanti. Tra le realtà di servizio vi è il terminal traghetti passeggeri Fusina, che comporta anch'esso un certo volume di traffico. Nella zona vi è infine un'area adibita a campeggio.

Realtà a carattere artigianale, legate anche al rimessaggio e alla manutenzione delle imbarcazioni, si trovano lungo Via Moranzani.

L'area è a carattere industriale e non vi sono nell'intorno della Centrale estesi insediamenti abitativi, quanto piuttosto una serie di edifici sparsi, ad uso residenziale, collocati soprattutto lungo Via Moranzani, dove si segnala anche la presenza di una struttura ricettiva.

2.2 Descrizione degli interventi previsti

Il progetto prevede l'installazione di un ciclo combinato (CCGT) di taglia massima 840 MW_e, che si chiamerà Fusina FS7, in sostituzione ai gruppi esistenti FS1-2-3-4. Appena terminato il montaggio della Turbina a Gas e relativo allacciamento alla rete, sarà possibile esercire l'unità FS7 in ciclo aperto (OCGT) tramite il camino di *by-pass* previsto per lo scopo. Durante la prima fase di esercizio in ciclo aperto la potenza elettrica massima prodotta sarà di 560 MW_e. I lavori si completeranno con la realizzazione della caldaia a recupero e della turbina a vapore, che consentiranno la chiusura del ciclo.

Peculiarità dell'impianto sono l'elevata efficienza, la rapidità nella presa di carico e flessibilità operativa, la rapidità temporale in termini di approvvigionamento e costruzione. Per ottimizzare i tempi sarà utilizzata quanto più possibile la prefabbricazione dei componenti.

Il progetto proposto prevede essenzialmente una turbina a gas, della potenza nominale pari a circa 560 MW_e, una caldaia a tre livelli di pressione per il recupero dei gas di scarico e una turbina a vapore a condensazione della potenza di circa 280 MW_e.

Si prevede l'installazione del nuovo gruppo nell'area occupata dalla vecchia unità FS5, che verrà quindi interamente demolita.

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. 41.

La Centrale con la nuova unità a ciclo combinato, realizzata in due fasi (OCGT e CCGT) deve sottostare ai limiti di immissione (assoluto e differenziale) ed ai limiti di emissione.

La Centrale, in quanto impianto a ciclo produttivo continuo, sottostà all'applicazione del criterio differenziale del DM 11/12/1996 e alla Circolare del Min. Ambiente del 06/09/2004 "*Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali*". Esso stabilisce la non applicabilità del criterio differenziale per gli impianti "esistenti" alla data di entrata in vigore del decreto stesso (marzo 1997), qualora essi rispettino i limiti assoluti di immissione.

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

La Centrale sorge in Comune di Venezia in località Malcontenta; a Sud dell'impianto, oltre il naviglio del Brenta, si entra nel territorio del Comune di Mira.

Il Comune di Venezia ha approvato con Delibera del C.C. n. 39 del 10/02/2005 (esecutiva a partire dal 07/05/2005), il Piano di Classificazione Acustica il quale ha definito i limiti dei livelli di pressione sonora che non devono essere superati sul territorio comunale.

Uno stralcio del piano è riportato nella successiva Figura 2; è indicata l'area prevista per la nuova unità a FS7.

L'area impianto è inserita in una ampia zona di "Classe VI - Aree esclusivamente industriali"; al di fuori di questa, in direzione Est e Sud-Est, è posta la classe IV. In direzione Sud-Ovest vi è una zona in Classe III "Aree di tipo misto", in cui ricadono i potenziali ricettori.

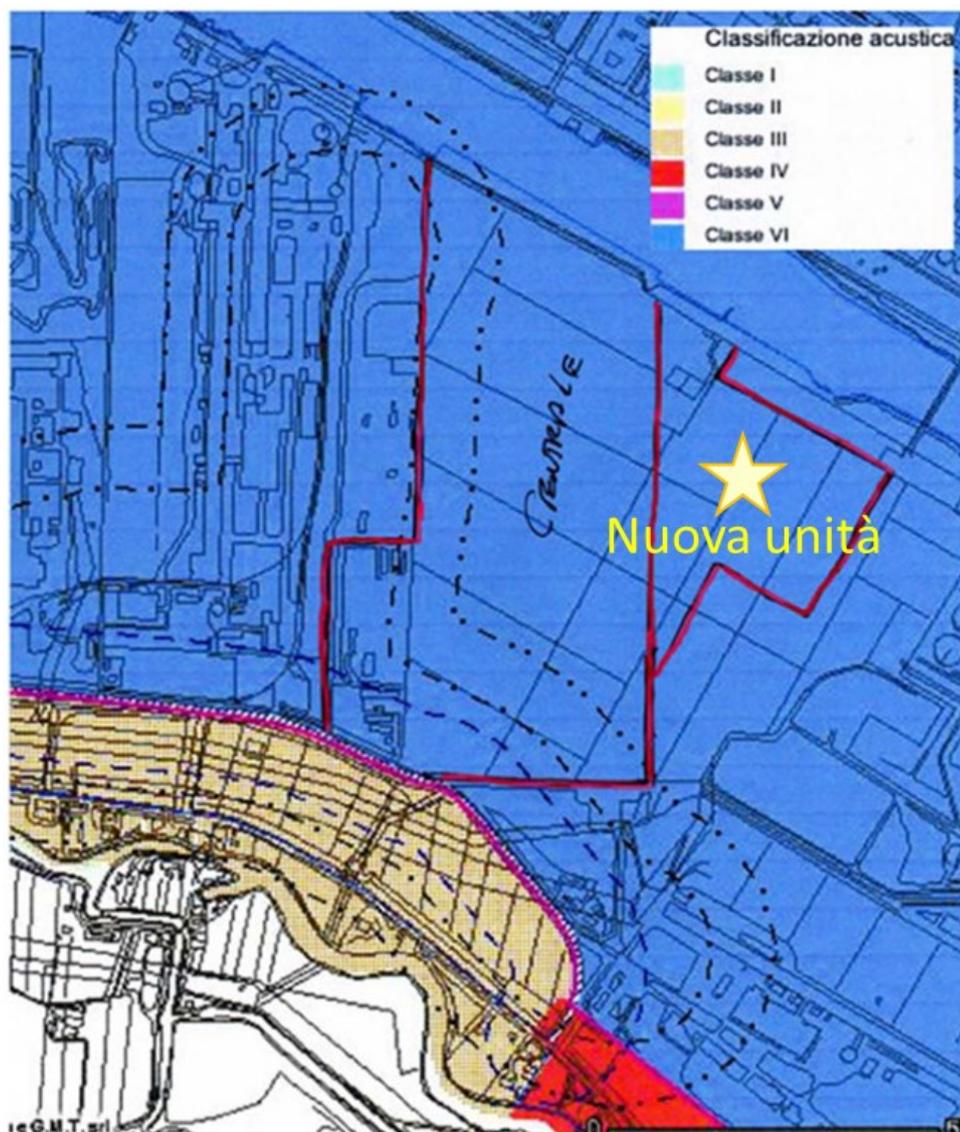


Figura 2 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Venezia.

3 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM

Per la caratterizzazione dello stato attuale del clima acustico nell'area circostante la c.le di Fusina è stata presa a riferimento un'indagine sperimentale, eseguita nei giorni 13÷15/03/2018, i cui risultati sono contenuti nella relazione tecnica Enel 18AMBRT033⁴. La campagna è stata eseguita al fine di caratterizzare l'inquinamento acustico con tutti i gruppi in esercizio al massimo carico concesso dalla rete elettrica, per valutare le emissioni acustiche prodotte dall'impianto.

Il monitoraggio è stato eseguito da Enel TGx/ Italy TS secondo le indicazioni riportate nel D.M. 16/3/98 *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*; la strumentazione utilizzata, di classe 1, è conforme ai requisiti ivi riportati.

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 447/95⁵, come modificata dal D.Lgs. 42/2017.

3.1 Punti di misura

L'indagine si è articolata su un insieme di punti, tra cui:

- punti posti sul perimetro dell'impianto, indicati con E01÷E11, per la caratterizzazione della rumorosità prodotta dall'impianto stesso (livello di "emissione");
- punti situati in corrispondenza di alcuni ricettori rappresentativi (I01÷I10), per la caratterizzazione del livello di "immissione".

L'ubicazione dei punti di misura è riportata in Figura 3.

La Tabella 1 riporta una breve caratterizzazione delle postazioni di misura, con la relativa classificazione acustica.

3.2 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 Fusina si colloca entro un'area industriale molto ampia, con viabilità locale e presenza di traffico anche pesante. Queste sorgenti contribuiscono coralmente al rumore ambientale e, soprattutto in alcune postazioni di misura, apportano un contributo acustico fortemente variabile nel tempo, che risulta prevalente rispetto alla rumorosità prodotta dall'impianto termoelettrico. Questo, nelle condizioni di normale funzionamento, produce una rumorosità ritenuta stazionaria nel tempo e priva di fenomeni impulsivi.

In tale ambito, dove coesistono molteplici 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.

⁴ Relazione Tecnica Enel TGx/ Italy TS codice-revisione 18AMBRT033-01 "BU Fusina – C.le di Fusina – valutazione di impatto acustico ai sensi della Legge 447/95" rev. 0 del 31/07/2018.

⁵ Responsabile dei rilievi: A. Zanotti (Tecnico Competente in Acustica Ambientale, Regione Veneto, n°285 dell'elenco ARPAV), iscritto all'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica (<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>) con il numero 1044.

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.

Quindi, per meglio caratterizzare la sorgente in esame (emissione) rispetto alla rumorosità ambientale dovuta ad attività di vita circostante l'impianto, la caratterizzazione del rumore è stata condotta utilizzando l'indice statistico L_{A95} (percentile). Il livello assoluto di immissione è stato rappresentato in L_{Aeq} dB (sorgente specifica e attività antropica).

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, quali, ad esempio, il flusso continuo del traffico stradale, eventuali macchinari in servizio continuo presso gli stabilimenti industriali limitrofi alla Centrale, la stazione elettrica Terna.

I livelli di pressione sonora rilevati come emissioni e immissioni assolute sono riportati al tempo di riferimento T_R . 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 .

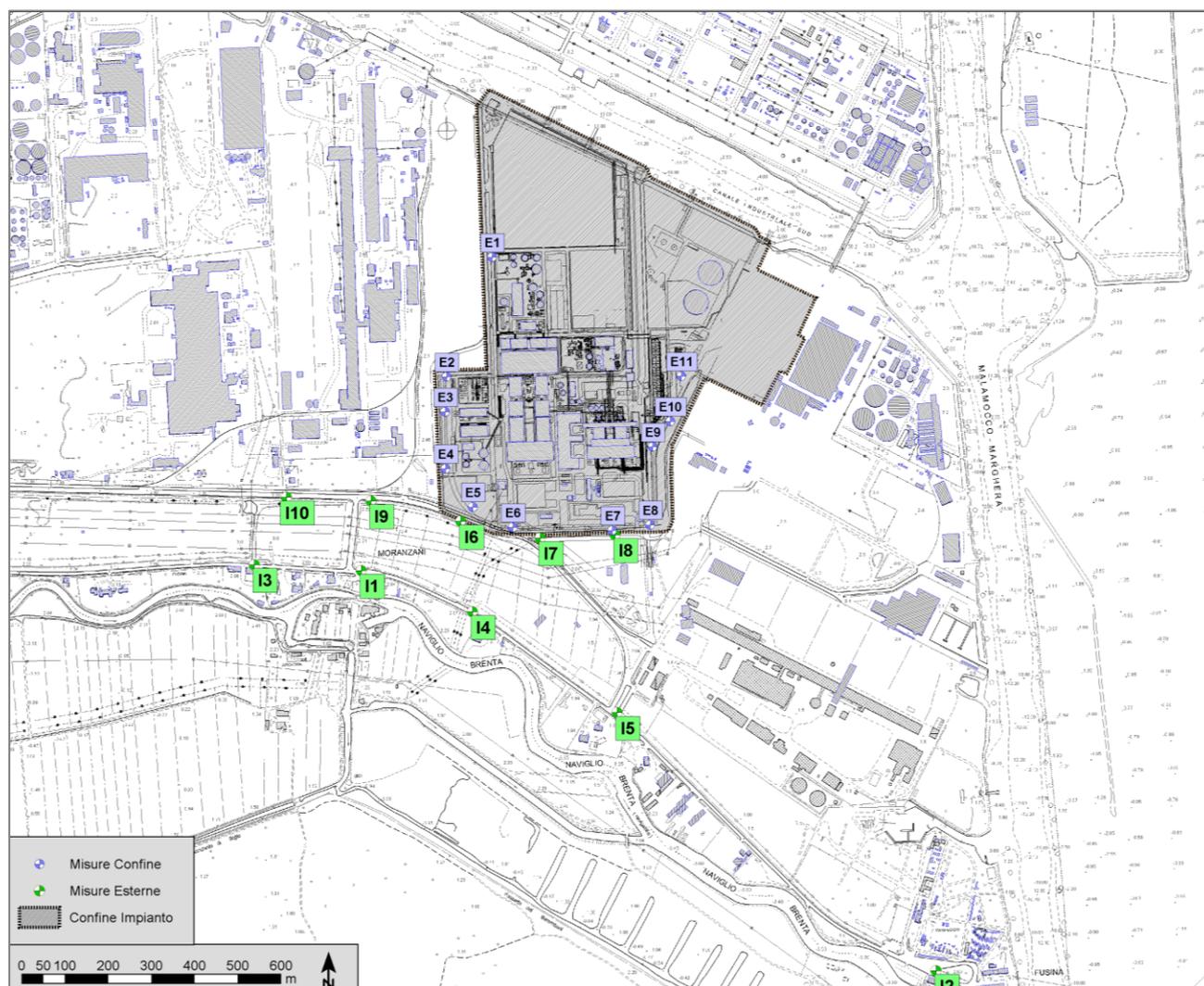


Figura 3 – Ubicazione dei punti di misura indagati nelle campagne sperimentali –

Tabella 1 – C.le di Fusina – Descrizione dei punti di misura (campagna 2018)

Punto	Latitudine / Longitudine (Datum WGS84 proiez. UTM Fuso 33)	Classe acustica	Note
E1	284490 m N / 5034907 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Ovest, in corrispondenza del margine dell'area adibita a carbonile.
E2	284365 m N / 5034637 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Ovest.
E3	284355 m N / 5034556 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Ovest.
E4	284347 m N / 5034425 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Ovest.
E5	284402 m N / 5034330 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Sud.

Punto	Latitudine / Longitudine (Datum WGS84 proiez. UTM Fuso 33)	Classe acustica	Note
E6	284492 m N / 5034277 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Sud, in corrispondenza del profilo Ovest di Sala Macchine.
E7	284721 m N / 5034252 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Sud in corrispondenza della mezzeria della Sala Macchine dei gruppi 1 e 2.
E8	284808 m N / 5034259 m E	Classe VI	Lungo la recinzione Sud in corrispondenza del vertice Est, vicino portineria.
E9	284828 m N / 5034440 m E	Classe VI	Recinzione Est, lungo la via perimetrale, in corrispondenza del profilo Nord della Sala Macchine dei gruppi 1 e 2.
E10	284873 m N / 5034496 m E	Classe VI	Recinzione Est, lungo la via perimetrale, in corrispondenza della ciminiera dei gruppi 1 e 2.
E11	284906 m N / 5034598 m E	Classe VI	Piazzale esterno, frontale alle torri di raffreddamento, in corrispondenza della mezzeria.
I1	284134 m N / 5034202 m E	Classe III	Lungo Via Moranzani, presso uno spiazzo adiacente ad una struttura ricettiva, al civico 68.
I2	285390 m N / 5033175 m E	Classe IV	Piazzale d'accesso al Camping Fusina
I3	283889 m N / 5034235 m E	Classe III	Lungo Via Moranzani, presso un agglomerato di edifici residenziali.
I4	284384 m N / 5034088 m E	Classe III	Lungo Via Moranzani, presso un area recintata per trattamento gas, nei pressi del civico 74.
I5	284700 m N / 5033829 m E	Classe III	Lungo Via Moranzani, nei pressi di un'area di rimessaggio imbarcazioni, all'incrocio con Via dell'Elettronica.
I6	284373 m N / 5034300 m E	Classe VI	Lungo Via dell'Elettronica.
I7	284552 m N / 5034247 m E	Classe VI	Rotatoria da cui inizia Via dei Cantieri.
I8	284726 m N / 5034241 m E	Classe V	Via dei Cantieri.
I9	284169 m N / 5034362 m E	Classe V	Lungo Via dell'Elettronica.
I10	283975 m N / 5034386 m E	Classe V	Lungo Via dell'Elettronica.

3.3 Metodo di misura

Per la campagna di caratterizzazione del rumore ambientale è stata applicata la tecnica di misura indicata dal DMA 16/03/1998 come "tecnica di campionamento".

Infatti, l'impianto è a servizio continuo e 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 campionamento" consiste nell'esecuzione di rilievi di rumore a breve termine, con un tempo di misurazione T_M di alcuni minuti⁶. I rilievi sono stati effettuati sia in periodo diurno che notturno, con n°1 campionamento per ciascuno di essi.

Le misure, sono state effettuate posizionando i fonometri ad un'altezza di 1.5 m da terra e, in presenza di recinzioni o muri di cinta, a un'altezza di 4 metri.

⁶ $T_M \geq 3'$ all'interno dei tempi di osservazione diurno e notturno.

3.4 Circostanze di misura

La scansione temporale delle misure è stata la seguente:

- rilievi in periodo diurno: dalle 19 alle 21 circa del 13/03, dalle 08:30 alle 19:00 circa del giorno 14/03 e dalle 13:15 alle 13:45 del giorno 15/03/2018;
- rilievi in periodo notturno: dalle 22:15 del 13/03 alle 01 circa del giorno 14/03 e dalle 22 alle 24 circa del giorno 14/03/2018.

Le prove sono state eseguite con quattro unità in servizio a carichi medio-alti; le condizioni di esercizio delle unità produttive al momento delle misure sono riportate nella Tabella 2.

Tabella 2 – C.le di Fusina – Potenza elettrica erogata negli intervalli di misura

Unità produttiva	Rilievi diurni	Rilievi notturni
FS1 FS2	Giorni 13, 14, 15/03: carico vincolato a 135 MW netti nelle fasce: <ul style="list-style-type: none"> • 08:00 ÷ 12:00; • 14:00 ÷ 18:00. 	Giorno 14/03: carico vincolato a 135 MW netti nella fascia 23:00 ÷ 03:00 (del giorno successivo).
FS3 FS4	Giorni 14, 15/03: carico vincolato a 280 MW netti nella fascia: <ul style="list-style-type: none"> • 08:00 ÷ 18:00. 	Giorni 14, 15/03: carico vincolato a 280 MW netti nella fascia 22:00 ÷ 03:00 (del giorno successivo).

Durante le attività di monitoraggio del rumore ambientale, le condizioni meteo si sono mantenute all'interno delle indicazioni legislative (DMA 16/03/1998). I dati (min ÷ max) di temperatura, umidità e velocità del vento sono stati forniti dalla Centrale.

- 13/03/2018: temp. 7 ÷ 13°C, umid. rel. 75 ÷ 85%, vel. vento 1.5 – 2.5 m/s;
- 14/03/2018: temp. 6 ÷ 14°C, umid. rel. 70 ÷ 80%, vel. vento 1.0 – 2.5 m/s;
- 15/03/2018: temp. 8 ÷ 11°C, umid. rel. 80 ÷ 90%, vel. vento 2.5 – 3.5 m/s.

Nel corso delle misure sono state riscontrate diverse sorgenti sonore:

- il funzionamento della Centrale Enel;
- il funzionamento degli altri impianti industriali e artigianali limitrofi;
- il traffico veicolare la viabilità di accesso ai siti;
- le attività antropiche.

3.5 Strumentazione utilizzata

I rilievi sono stati eseguiti con strumentazione di Classe 1, dotata di certificato di calibrazione rilasciato da centro ACCREDIA o equivalente⁷, 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. 44. Sono state utilizzate diverse catene di misura indipendenti.

Il grado di incertezza della strumentazione, con livello di confidenza del 95%, è di ± 0.5 dB. 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 avessero superato 0.5 dB. Il microfono è stato equipaggiato con la cuffia antivento standard in dotazione.

⁷ 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.

I livelli sperimentali sono arrotondati allo 0.5 dB più vicino.

3.6 Risultati dei rilievi

In Tabella 3 sono riportati i risultati dei rilievi eseguiti nei punti E1÷E8 ed I1÷I8, espressi attraverso i valori di L_{Aeq} e dei livelli statistici percentili L_{A5} , L_{A50} ed L_{A95} .

Tabella 3 – Risultati dei rilievi di rumore ambientale (campagna Enel 2018) – Valori in dB(A)

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L_{Aeq}	L_{A05}	L_{A50}	L_{A95}
E1	Diurno	14/03 18:27	62.5	64.5	62.5	60.0
	Notturno	14/03 00:14	61.0	61.5	61.0	60.0
E2	Diurno	13/03 20:48	61.0	62.0	61.0	60.5
	Notturno	13/03 22:18	61.5	62.0	61.5	61.0
E3	Diurno	14/03 14:15	62.5	63.5	62.5	62.0
	Notturno	14/03 00:40	63.5	64.5	63.5	62.0
E4	Diurno	13/03 20:31	56.0	57.0	55.5	55.0
	Notturno	13/03 22:36	55.5	56.0	55.5	55.0
E5	Diurno	14/03 14:06	55.5	57.0	55.5	54.0
	Notturno	14/03 23:56	56.5	59.0	56.0	55.5
E6	Diurno	13/03 20:07	59.5	62.0	59.0	58.0
	Notturno	13/03 22:43	59.0	59.5	59.0	58.5
E7	Diurno	14/03 08:33	60.0	60.5	60.0	59.0
	Notturno	14/03 23:10	58.5	59.0	58.5	57.5
E8	Diurno	13/03 19:10	62.5	65.0	62.0	60.5
	Notturno	13/03 23:01	62.0	63.5	62.0	60.5
E9	Diurno	14/03 12:24	63.0	63.5	63.0	62.5
	Notturno	14/03 23:37	64.0	64.5	64.0	63.5
E10	Diurno	13/03 19:37	62.0	64.0	61.5	60.5
	Notturno	13/03 23:22	61.5	63.0	61.5	60.5
E11	Diurno	14/03 14:28	61.5	63.0	61.0	59.5
	Notturno	14/03 22:23	60.5	62.0	60.0	59.0
I1	Diurno	15/03 13:21	49.5	50.5	49.5	48.5
	Notturno	14/03 22:00	48.5	49.5	48.5	47.5
I2	Diurno	14/03 14:17	43.0	49.0	39.5	36.5
	Notturno	14/03 22:28	37.0	43.0	34.0	32.5
I3	Diurno	15/03 13:20	48.0	50.0	48.0	46.5
	Notturno	14/03 22:00	48.0	50.0	47.5	46.5
I4	Diurno	15/03 13:22	49.0	51.0	49.0	47.5
	Notturno	14/03 22:00	49.5	50.5	49.5	49.0
I5	Diurno	14/03 14:04	50.0	53.0	49.5	47.0
	Notturno	14/03 22:30	45.0	47.0	45.0	43.5

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A50}	L _{A95}
I6	Diurno	14/03 17:30	56.0	57.5	56.0	53.5
	Notturmo	14/03 23:35	52.5	53.0	52.0	51.5
I7	Diurno	14/03 15:21	56.0	60.0	54.5	53.0
	Notturmo	14/03 23:21	56.0	57.0	55.5	54.5
I8	Diurno	14/03 15:23	56.5	58.0	56.0	55.0
	Notturmo	14/03 22:25	55.0	56.0	55.0	54.5
I9	Diurno	14/03 14:48	52.5	55.0	51.5	50.5
	Notturmo	14/03 22:57	54.0	55.0	54.0	53.0
I10	Diurno	14/03 14:47	55.5	58.5	54.0	52.0
	Notturmo	14/03 22:48	55.0	57.5	54.5	53.0

Dalle misure eseguite è stato riscontrato che i valori assoluti di immissione non erano caratterizzati da presenza di toni puri; non sono stati evidenziati neppure eventi sonori impulsivi essendo l'esercizio dei gruppi costante, o soggetto, al più, a lente variazioni dei carichi.

3.7 Rilievi speditivi del Giugno 2018

Nel giugno 2018 è stata eseguita da Enel una serie di misure speditive, ad integrazione del quadro informativo esistente, per quanto concerne la rumorosità presente presso i ricettori in assenza delle sorgenti Enel. Il verificarsi di tale condizione, ossia quella con tutte le unità della Centrale di Fusina contemporaneamente non attive, è estremamente improbabile. Si è quindi scelto di realizzare alcuni rilievi sfruttando una fase di funzionamento della sola unità FS1, la quale, per il suo posizionamento rispetto ai ricettori (punti I1, I3 e I4 di Figura 3), per l'effetto schermante operato in quella direzione dalle unità non attive e per la distanza, risulta di fatto poco influente sul livello di rumore ambientale complessivo.

Il FS1 rispetto ai tre punti indicati rimane quasi completamente coperto dal gemello FS2 e dalla struttura contenente le unità FS3 e FS4; pertanto il valore rilevato presso i tre punti considerati si può assumere, con buona approssimazione, come quello che si avrebbe con tutte le unità produttive Enel non attive.

Il giorno 22/06/2018, dalle ore 16.00 alle ore 18.00, sono stati monitorati i tre punti di misura I1, I3 e I4, caratterizzati dalla presenza di ricettori sensibili in classe III.

L'unità FS1 risultava in servizio a circa 145 MW, condizione prossima al carico minimo.

In questa occasione sono stati misurati anche i livelli di pressione sonora di altri punti di misura (I6 e I7 di Figura 3), situati in ambiente esterno senza ricettori; tali punti sono posti a metà della distanza che intercorre tra i tre ricettori e il centro acustico costituito dai quattro gruppi termoelettrici nella stessa direttrice.

I dati completi sono contenuti anch'essi nel rapporto Enel 18AMBRT033⁴.

La metodica di misura è ancora quella della "tecnica di campionamento", con rilievi della durata di alcuni minuti, nel solo periodo diurno.

In Tabella 4 sono riportati i risultati dei rilievi eseguiti, espressi attraverso i valori di L_{Aeq} e dei livelli statistici percentili L_{A5}, L_{A50} e L_{A95}.

Tabella 4 – Risultati dei rilievi di rumore ambientale (campagna speditiva giugno 2018) – Valori in dB(A)

Punto	TR	Data / ora inizio misura	L _{Aeq}	L _{A05}	L _{A50}	L _{A95}
I1	Diurno	22/06 18:00	49.5	52.0	48.1	46.0
I3	Diurno	22/06 17:53	47.0	48.3	46.8	45.6
I4	Diurno	22/06 18:05	48.5	50.7	47.7	45.5
I6	Diurno	22/06 17:25	49.0	51.2	48.4	47.6
I7	Diurno	22/06 17:33	49.0	49.6	47.9	47.1

4 IMPATTO ACUSTICO DELLA NUOVA OPERA IN FASE DI ESERCIZIO

È stato predisposto un modello matematico della Centrale di Fusina, nel quale sono state inserite le sorgenti sonore relative alla nuova unità FS7 ed è stato valutato il contributo di quest'ultima nel territorio circostante nell'assetto futuro, nelle fasi 1 e 2, ossia OCGT e CCGT.

In sintesi, il processo ha visto le seguenti fasi:

1. predisposizione del modello matematico: elaborazione del materiale cartografico disponibile e creazione dello scenario tridimensionale di simulazione, comprendente la Centrale e 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.

Alcuni elementi illustrativi del progetto sono presentati al § 2.2.

Come anticipato, oltre a quello attuale caratterizzato sperimentalmente, saranno presi a riferimento i seguenti scenari:

- *fase 1*: funzionamento in ciclo semplice (OCGT) dell'unità FS7, dismissione di tutte le unità a carbone;
- *fase 2*: funzionamento in ciclo combinato (CCGT) dell'unità FS7, dismissione di tutte le unità a carbone.

Prima fase: funzionamento in ciclo aperto (OCGT⁸)

Le tempistiche di realizzazione prevedono una prima fase di funzionamento in ciclo aperto. Le apparecchiature principali che appartengono a questa fase sono le seguenti:

- Turbina a gas e camino *by-pass*: sarà installata una macchina di classe "H", dotata di bruciatori DLN (*Dry Low NO_x*) o ULN (*Ultra Low NO_x*) a basse emissioni di NO_x di avanzata tecnologia per contenere al massimo le emissioni.
La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI⁸), da collegare/integrare con il DCS⁹ di impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc.
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 circa 60 m. Il camino poggerà su una struttura di sostegno in cui è inserito un "*diverter damper*" che consentirà il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione finale.
- Stazione gas naturale incluso compressore: il compressore sarà utilizzato, a seconda dell'effettiva pressione di consegna del gas dal metanodotto di Prima Specie di SNAM Rete gas, essendo il modello di Turbina a Gas selezionato di classe H, con un elevato rapporto di compressione (intorno a 20), per elevare la pressione in arrivo dalla rete al valore richiesto dalla macchina.
La stazione gas esistente va modificata per prevedere lo stacco per il nuovo ciclo combinato e quello per alimentare la caldaia ausiliaria. Sulla tubazione di interfaccia con SNAM, una volta entrata nel perimetro della centrale, verrà realizzato lo stacco destinato ad alimentare il nuovo gruppo. Il gas naturale attraversa un primo stadio

⁸ Human Machine Interface

⁹ Distributed Control System

di filtrazione che ha lo scopo di eliminare le impurità più grossolane. Successivamente subirà un primo riscaldamento che ha lo scopo di compensare la caduta di temperatura conseguente la riduzione di pressione che ha luogo nelle valvole di regolazione poste a valle. Una volta adeguata la pressione alle condizioni richieste dal TG, il gas passerà attraverso il contatore fiscale. Sarà presente una linea in parallelo destinata ad alimentare la caldaia ausiliaria, che ha una pressione di set diversa e ha un contatore fiscale dedicato.

- Sistema di raffreddamento ausiliari: il sistema provvederà al raffreddamento degli ausiliari (es. alternatore e TG) mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso raffreddata tramite scambiatori di calore. Il circuito di raffreddamento sarà chiuso per cui non è previsto un consumo di acqua, che è necessaria solo al momento del primo riempimento oppure come riempimento o integrazione a valle di una eventuale manutenzione. Per il circuito di raffreddamento sarà utilizzata l'acqua della laguna. Verrà a tale scopo riutilizzata l'opera di presa AL2 ed installate n. 2 nuove pompe nel canale di adduzione, la cui portata di 2.900 m³/h (portata già dimensionata per il CCGT) è stata calcolata sulla base di una temperatura massima allo scarico in laguna di 35°C. Le pompe saranno precedute da una stazione di filtrazione
- Sistema di stoccaggio bombole H₂ e CO₂: il sistema idrogeno sarà utilizzato nel raffreddamento del generatore della Turbina a Gas, mentre il sistema ad anidride carbonica verrà utilizzato in fase di manutenzione per spiazzare l'idrogeno prima di ogni intervento. Ogni sistema comprenderà bombole di stoccaggio, depositate in apposite fosse, la stazione di laminazione e distribuzione.

Seconda fase: chiusura del ciclo e funzionamento in CCGT³

Nella seconda fase di funzionamento è prevista la chiusura del ciclo termico (CCGT³), con il collegamento delle seguenti apparecchiature, che si aggiungono a quelle già in esercizio della fase OCGT:

- Generatore di vapore a recupero (GVR): gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino. Il GVR sarà di tipo orizzontale, che produce vapore surriscaldato a 3 livelli di pressione: AP, MP, LP (con degasatore integrato a seconda della tecnologia del Fornitore) e risurriscaldatore. Il GVR sarà progettato per fast start e cycling operation. Il GVR inoltre includerà un catalizzatore SCR¹⁰, con iniezione di ammoniaca, idoneo a raggiungere il target sulle emissioni NOx.

In uscita al GVR ci sarà una ciminiera, realizzata in acciaio, con un diametro di circa 8,5 m e un'altezza di circa 90 m. Il camino sarà di tipo *self-standing* senza bisogno del supporto di una struttura esterna.

- Turbina a vapore (TV) sarà del tipo a 3 livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio: il vapore, dopo aver attraversato il corpo di alta pressione, esce dalla TV e rimandato nel GVR per un ulteriore riscaldamento, consentendo un notevole innalzamento dell'efficienza del ciclo termico.

La turbina riceverà vapore BP dallo scarico della sezione MP e dal GVR e scaricherà il vapore esausto al condensatore ad acqua. È previsto anche un sistema di bypass al condensatore, dimensionato per il 100% della portata vapore, da utilizzare per le fasi di primo avviamento e in caso di anomalia della turbina a vapore.

¹⁰ Riduzione selettiva catalitica (catalizzatore per abbattimento NOx)

La turbina sarà provvista di tutti gli ausiliari, sistema di controllo e protezione (con HMI), da collegare/integrare con il DCS d'impianto, sistema di vibrazione e monitoraggio, sistema antincendio, strumentazione, ecc.

- Condensatore: Il vapore in uscita dalla sezione BP della Turbina entrerà nel condensatore, dove il ciclo termico si chiude. Il nuovo condensatore sarà del tipo raffreddato ad acqua, in ciclo chiuso sulle torri evaporative esistenti e sarà completo dei relativi ausiliari, tra cui il sistema vuoto, dimensionato per le fasi di *hogging* e *holding*.
- Circuito di raffreddamento in torre: Per il raffreddamento del condensatore e degli ausiliari verranno recuperate le torri esistenti, attualmente a servizio di FS1 e FS2 nei mesi estivi (maggio-ottobre). Esse sono del tipo "*plum free*", con pompe di raffreddamento di cap. 35.000 m³/h. Nell'impianto futuro esse copriranno il carico termico per l'intero anno.

Le torri saranno integrate con:

1. 3x50% pompe acqua di circolazione nuove (da verificare il possibile recupero delle esistenti). La portata acqua di circolazione, da usare per il raffreddamento del condensatore, attesa per l'unità FS7 è 35.000 m³/h.
2. 2x100% pompe acqua di raffreddamento degli ausiliari (turbina a vapore, caldaia a recupero e turbina a gas), portata indicativa 2.900 m³/h da installare nel bacino delle torri. In alternativa a quest'ultimo servizio potranno essere utilizzare le pompe acqua di mare, già installate per la fase in ciclo aperto. La scelta di quale circuito sarà lasciata al gestore dell'impianto sulla base della stagionalità e opportunità di gestione.

L'alimentazione del ciclo combinato sarà esclusivamente a gas naturale. La portata di gas sarà di circa 130.000 Nm³/h per coprire sia i nuovi consumi dell'unità FS7 che l'alimentazione della caldaia ausiliaria (15 MW), utilizzata quest'ultima solo nelle fasi di avviamento.

4.1 Predisposizione del modello

Le simulazioni acustiche sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, 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. Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 7.4, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH (www.soundplan.eu); il calcolo è stato eseguito 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 UNI¹¹. Si rimanda all'appendice a pag. 45 per una descrizione più dettagliata del modello stesso.

4.1.1 Orografia

La modellazione è stata realizzata sfruttando la Cartografia Tecnica Regionale e la documentazione di progetto, ottenendo uno scenario tridimensionale nel quale sono state inserite le sorgenti, le schermature naturali ed artificiali, le caratteristiche del suolo, i punti

¹¹ 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".

ricettori e sono stati calcolati i livelli presso i ricettori sede della misura del rumore residuo, rappresentativi dei fabbricati più prossimi alle aree di intervento.

Il terreno all'interno dei confini della Centrale è stato considerato riflettente; l'area esterna alla Centrale, con suolo di carattere intermedio. L'altezza dei fabbricati e delle apparecchiature è stata ricavata dai documenti progettuali.

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 2018 (Figura 3). Alcuni di tali punti sono rappresentativi di ambienti abitativi secondo la Legge Quadro 447/95 (I1, I3 e I4); essi costituiscono i potenziali ricettori impattati dalle opere in progetto.

4.1.3 Rappresentazione modellistica della nuova unità a ciclo combinato.

Per consentire una prima fase di funzionamento dell'unità in ciclo aperto (OCGT), in uscita alla turbina a gas sarà installato un camino di by-pass. Esso sarà realizzato in acciaio, con un diametro di circa 10 m e un'altezza di circa 60 m. Il camino poggerà su una struttura di sostegno che include nella parte inferiore un "diverter damper" per consentire il passaggio da ciclo aperto a chiuso e viceversa nella configurazione finale.

Le apparecchiature principali, come la turbina a gas ed il relativo generatore, la turbina a vapore ed il relativo generatore, saranno installate all'interno di edifici dedicati, in struttura metallica e chiusi con pannelli di tipo sandwich, in grado di esercitare un'azione fonoisolante rispetto al rumore prodotto dalle apparecchiature poste all'interno.

I gas di scarico provenienti dalla turbina a gas saranno convogliati all'interno del generatore di vapore a recupero (GVR) dove attraverseranno in sequenza i banchi di scambio termico. I fumi esausti saranno poi convogliati all'atmosfera attraverso il camino. In uscita al GVR ci sarà una ciminiera in acciaio, di tipo self-standing, con un diametro di circa 8,5 m e un'altezza di 90 m.

Il vapore in uscita dalla turbina entrerà nel condensatore, dove il ciclo termico si chiuderà. Il nuovo condensatore sarà del tipo raffreddato ad acqua, in ciclo chiuso sulle torri evaporative esistenti e sarà completo dei relativi ausiliari. A tale scopo, saranno recuperate le torri esistenti, attualmente a servizio delle unità FS1 e FS2. Le torri saranno integrate con pompe acqua di circolazione e pompe acqua di raffreddamento degli ausiliari.

A seconda dell'effettiva pressione di consegna del gas dal metanodotto di Prima Specie di SNAM Rete gas, potrebbe risultare necessaria l'installazione di compressori gas (con opportuna ridondanza), per elevare la pressione in arrivo dalla rete al valore richiesto dalla macchina. Tale sorgente è stata cautelativamente inserita nel modello.

Il sistema di raffreddamento ausiliari provvederà, appunto, al raffreddamento degli ausiliari (es. alternatori, TV e TG), mediante la circolazione di acqua demi in ciclo chiuso raffreddata tramite scambiatori di calore; tale sorgente (Air Cooler Aux) sarà collocata sulla copertura dell'edificio TG.

Il condotto di scarico del TG ed il GVR, comprensivo della parte bassa del camino, saranno contenuti in una enclosure con funzione insonorizzante, realizzata mediante pannelli tipo sandwich costituiti da due lamiere di acciaio con interposto materiale tipo lana di roccia. Anche la parte inferiore del camino di by-pass sarà circondata da una pannellatura, che lascerà scoperta la parte terminale del camino, per circa 10 m.

I trasformatori elevatori (o principali) saranno del tipo immerso in olio con circolazione dell'aria forzata e circolazione dell'olio forzata e guidata ODAF; essi saranno in numero di due, uno per il TG, di potenza nominale pari a 650 MVA circa ed uno per il TV, di potenza nominale 330 MVA.

Nel modello, la schematizzazione della nuova unità a ciclo combinato 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, non solo alle singole facce, ma anche 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, ossia i serbatoi, i magazzini, le strutture delle unità FS1 ÷ FS4, i fabbricati di Centrale 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 5 sono indicate le principali sorgenti acustiche dell'impianto introdotte nel modello previsionale.

Tabella 5 – C.le di Fusina - Rappresentazione delle sorgenti della futura unità FS7

Sorgente	Schematizzazione adottata
Turbina a gas (TG), generatore elettrico e relativi ausiliari	Le sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio TG). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale", con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.
Filtro ingresso TG e relativi condotti	Componente inserito 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.
Condotto di scarico TG, GVR e camino (parte bassa).	Componenti schematizzate come una serie di oggetti "edificio industriale" adiacenti, con dimensioni ricavate dalla documentazione progettuale. Tali oggetti rappresentano l'enclosure insonorizzante che contiene le sorgenti, attraverso la quale avviene l'emissione sonora. Il corpo del camino è anch'esso realizzato con due di tali oggetti, a pianta poligonale, sovrapposti. L'emissione sonora della parte bassa del camino (sino all'altezza del corpo del GVR) è stata assimilata a quella del corpo del GVR stesso ed associata a questo.
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)	N° 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino.
Edificio elettrico	Componente inserito nel modello come "edificio industriale".
Edificio generatore	Componente inserito nel modello come "edificio industriale".
Edificio Servizi Industriali	Componente inserito nel modello come "edificio industriale".
Turbina a vapore (TV), generatore elettrico e relativi ausiliari.	Le sorgenti sono collocate nell'edificio dedicato (edificio TV). Nel modello la struttura è stata schematizzata come un oggetto "edificio industriale", con sorgenti areali emittenti, rappresentative delle pareti e del tetto.

Sorgente	Schematizzazione adottata
Trasformatori principali (TG e TV)	Macchinari schematizzati attraverso n° 2 sorgenti puntuali omnidirezionali, con emissione ricavata dal database CESI per trasformatori di recente concezione e di pari potenza. In termini cautelativi, non sono stati considerati i muri parafiamma attorno al macchinario.
Trasformatore unità	Macchinario schematizzato 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.
Torrini ventilazione edifici	Componenti rappresentate come n°2 sorgenti puntuali per ciascun edificio, collocati al di sopra della copertura.
Air Cooler Aux	Componente rappresentato mediante una sorgente puntuale collocata sulla copertura dell'edificio TG.
Pompa alimento	Componente rappresentato con un oggetto "edificio industriale" alla base del GVR, rappresentativo dell'enclosure che conterrà il gruppo motore/pompa.
Pompe acqua circolazione torre (preesistenti)	Componenti rappresentate con n°2 sorgenti puntuali.
Torri di raffreddamento (preesistenti)	Componenti rappresentati come un oggetto "edificio industriale" con superfici emissive sui lati lunghi e sulla faccia superiore.
CAMINO DI BY-PASS TURBOGAS	
Condotto di scarico TG, camino di bypass (corpo camino, parte inferiore)	Il condotto di scarico in uscita dal fabbricato TG e la parte inferiore del camino saranno ricompresi in una <i>enclosure</i> schermante, aperta nella parte superiore, per consentire il passaggio del camino di bypass stesso. Questa struttura è stata rappresentata con più oggetti "edificio industriale", di cui uno con emissione maggiore per la faccia superiore.
Camino di bypass (corpo camino, parte superiore)	Componente rappresentato mediante oggetti "edificio industriale" emissivi sulle facce laterali, per la porzione al di fuori della pannellatura schermante.
Camino di bypass (bocca d'uscita)	N. 1 sorgente puntuale omnidirezionale posta alla sommità del camino.

La nuova unità turbogas a ciclo combinato FS7 è stata modellata con le sorgenti sonore indicate in Tabella 6, ove sono riportati il tipo di sorgente (puntuale o "edificio industriale" costituita da sorgenti areali), l'estensione in m² delle sorgenti areali e la potenza sonora in termini globali, con ponderazione 'A'.

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

Tutte le sorgenti considerate sono state rappresentate ad emissione isotropa, salvo ove diversamente specificato.

Il campo "Fase" di Tabella 6 suddivide le sorgenti in tre gruppi:

- sorgenti comuni ai funzionamenti OCGT e CCGT (indicate con "fase 1-2");
- sorgenti proprie del funzionamento OCGT (indicate con "fase 1");
- sorgenti proprie del funzionamento CCGT (indicate con "fase 2").

In termini cautelativi, la simulazione del funzionamento OCGT non tiene conto dell'eventuale effetto schermante operato dai componenti non attivi relativi all'altro assetto. Invece, l'effetto schermante operato dalla struttura del camino di bypass e relativa pannellatura nella fase 2 è stato considerato.

In Figura 4 sono riportate le viste 3D degli oggetti introdotti nella simulazione dei tre scenari.

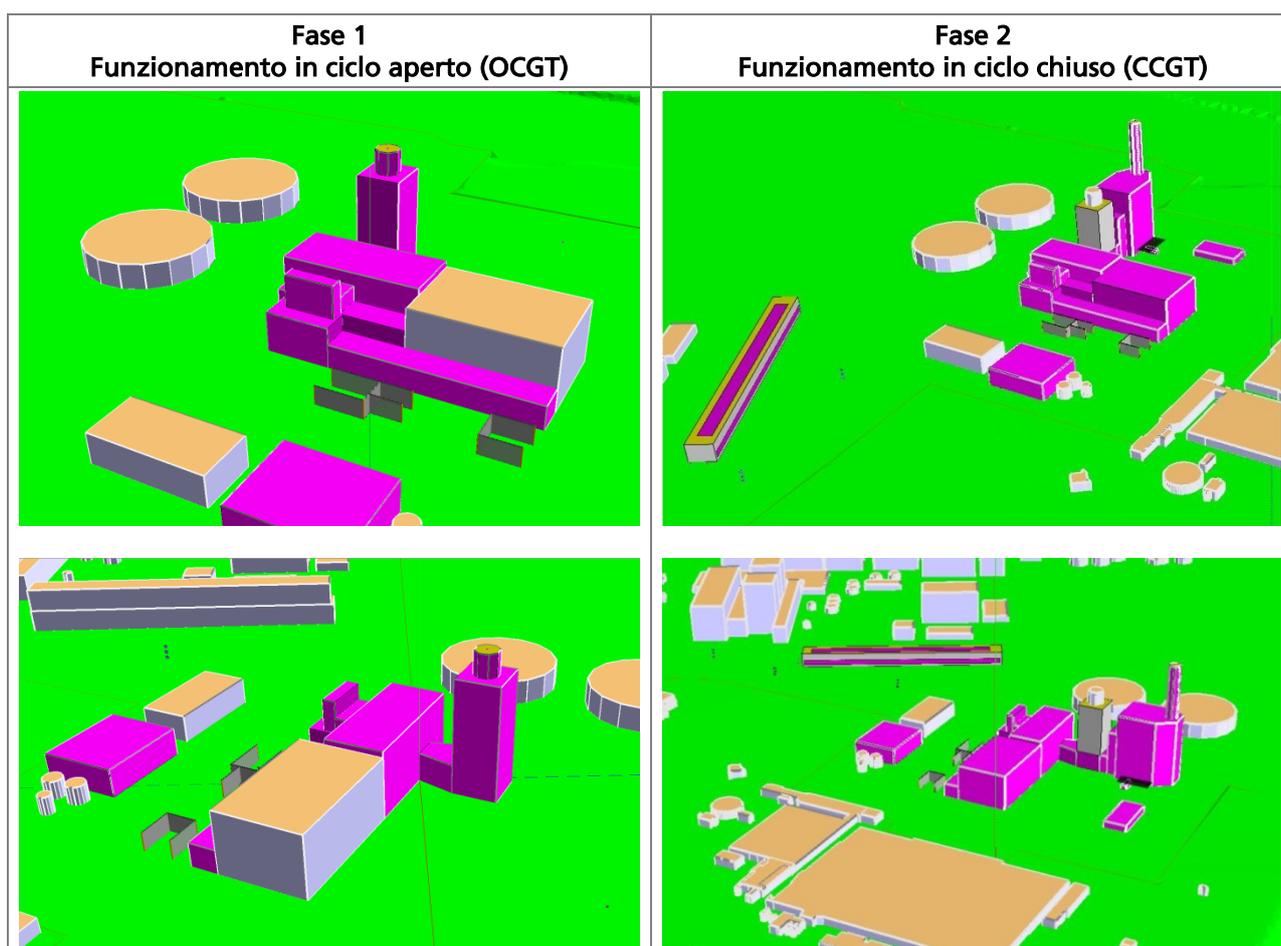


Figura 4 – C.le di Fusina – Rappresentazione 3D degli oggetti introdotti nella modellazione delle due fasi di funzionamento.

Tabella 6 – Livelli di potenza sonora delle sorgenti utilizzate per la modellazione della nuova unità a ciclo combinato FS7.

Fase	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m ²]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2	Air Cooler Aux	N°1 sorg. puntuale	-	100.0
1-2	Air Intake (condotto)	N°9 sorg. areali	1015	106.1
1-2	Air Intake (parte frontale, filtri)	N°1 sorg. areale	280	104.5

Fase	Sorgente	Tipo / Note	Superf. di emissione complessiva [m ²]	Livello di potenza sonora [dB(A)]
1-2	Edificio Compr. Gas	N°5 sorg. areali	1015	94.0
1-2	Edificio Elettrico	N°3 sorg. areali	1880	96.2
1-2	Edificio Generatore TG	N°8 sorg. areali	2265	99.5
1-2	Edificio Servizi Industriali	N°5 sorg. areali	3130	100.5
1-2	Edificio TG	N°5 sorg. areali	6145	108.4
1-2	Skid Metano	N°1 sorg. puntuale	-	90.0
1-2	Torrini Edificio Elettrico	N°2 sorg. puntuali	-	100.0 (tot.)
1-2	Torrini Edificio Servizi Industriali	N°2 sorg. puntuali	-	100.0 (tot.)
1-2	Torrini Edificio TG	N°2 sorg. puntuali	-	100.0 (tot.)
1-2	Trasformatore p.le TG	N°1 sorg. puntuale	-	98.0
1-2	TU	N°1 sorg. puntuale	-	86.0
1	Camino ByPass (corpo)	N°8 sorg. areali	310	99.9
1	Camino ByPass (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	105.0
1	Enclosure Condotta Scarico e camino ByPass (parte pannellata)	N°7 sorg. areali	4145	112.2
1	Enclosure Camino di ByPass (top)	N°1 sorg. areale	345	110.4
2	Camino GVR (corpo)	N°7 sorg. areali	940	99.7
2	Camino GVR (uscita)	N°1 sorg. puntuale	-	101.0
2	Edificio TV	N°5 sorg. areali	5540	107.9
2	Enclosure Condotta Scarico	N°5 sorg. areali	1140	106.5
2	Enclosure ingresso GVR	N°7 sorg. areali	1345	107.2
2	Enclosure GVR (sup. laterale)	N°8 sorg. areali	5815	113.6
2	Enclosure GVR (top)	N°1 sorg. areale	1085	115.4
2	Pompe acqua circolazione torri	N°2 sorg. puntuali	-	96.0 (tot.)
2	Pompa Alimento GVR (enclosure)	N°5 sorg. areali	110	97.9
2	Torri di raffreddamento	N°3 sorg. areali	2665	103.3
2	Torrini Edificio TV	N°2 sorg. puntuali	-	100.0 (tot.)
2	Trasformatore p.le TV	N°1 sorg. puntuale	-	98.0

4.1.4 Parametri di calcolo

Il modello matematico è stato alimentato con i parametri sorgente sopra riportati ed è stato effettuato il calcolo previsionale del rumore prodotto dalle installazioni. Questo è stato effettuato sia in termini puntuali, presso i singoli ricettori rappresentativi degli edifici circostanti, che in termini estensivi su tutta l'area attorno alle installazioni, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica.

I parametri di calcolo inseriti nel modello di simulazione sono indicati nella seguente tabella.

Tabella 7 – 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 FS7 sui ricettori individuati (Figura 3) sono riportati in Tabella 8. L'altezza dal suolo impostata per il calcolo è di 2 m nei punti E01÷E11; per i punti I01÷I10, il livello riportato corrisponde alla media dei livelli calcolati a tre altezze dal suolo¹².

Tabella 8 – Nuova unità FS7 – Livelli di immissione specifica calcolati presso i punti di misura della campagna 2018 per le fasi 1 (OCGT) e 2 (CCGT) – Valori in dB(A)

Nome	Livello sonoro calcolato dal modello - L _{FS7}	
	Fase 1 Nuova unità FS7 a ciclo semplice (OCGT)	Fase 2 Nuova unità FS7 a ciclo combinato (CCGT)
E1	44.3	48.3
E2	32.2	35.9
E3	30.3	34.1
E4	< 30	31.3
E5	34.0	35.9
E6	34.0	36.3
E7	48.5	50.1
E8	48.9	51.0
E9	53.0	57.0
E10	57.0	62.0
E11	60.9	63.1

¹² Le altezze sono pari a 2, 5, 8 m dal suolo.

Nome	Livello sonoro calcolato dal modello - L_{FS7}	
	Fase 1 Nuova unità FS7 a ciclo semplice (OCGT)	Fase 2 Nuova unità FS7 a ciclo combinato (CCGT)
I1	36.2	37.8
I2	33.9	36.7
I3	32.1	35.4
I4	38.1	39.3
I5	40.6	42.5
I6	36.2	38.0
I7	38.2	39.3
I8	48.2	49.8
I9	< 30	32.9
I10	33.4	36.4

I livelli sonori prodotti da FS7 nella fase 1 (OCGT) risulteranno ovunque minori dei corrispondenti valori della fase 2 (CCGT).

Il contributo della nuova unità FS7 nei punti di misura lungo la recinzione sarà ovunque minore di 60 dB, ad eccezione dei punti E10 ed E11, ove il livello calcolato si attesta a 62-63 dB circa nella condizione peggiore.

Presso i punti di misura collocati lungo via Moranzani, in corrispondenza dei potenziali ricettori (I1, I3, I4 di Figura 3) e presso I2 (area camping), la rumorosità prodotta da FS7 in entrambe le fasi sarà ovunque minore di 40 dB e quindi assai contenuta.

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, cappottature, ecc.).

4.2.2 Mappe isofoniche

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova unità a ciclo combinato in tutto il territorio circostante, 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 5 per il funzionamento OCGT (fase 1) ed in Figura 6 per il funzionamento CCGT (fase 2).

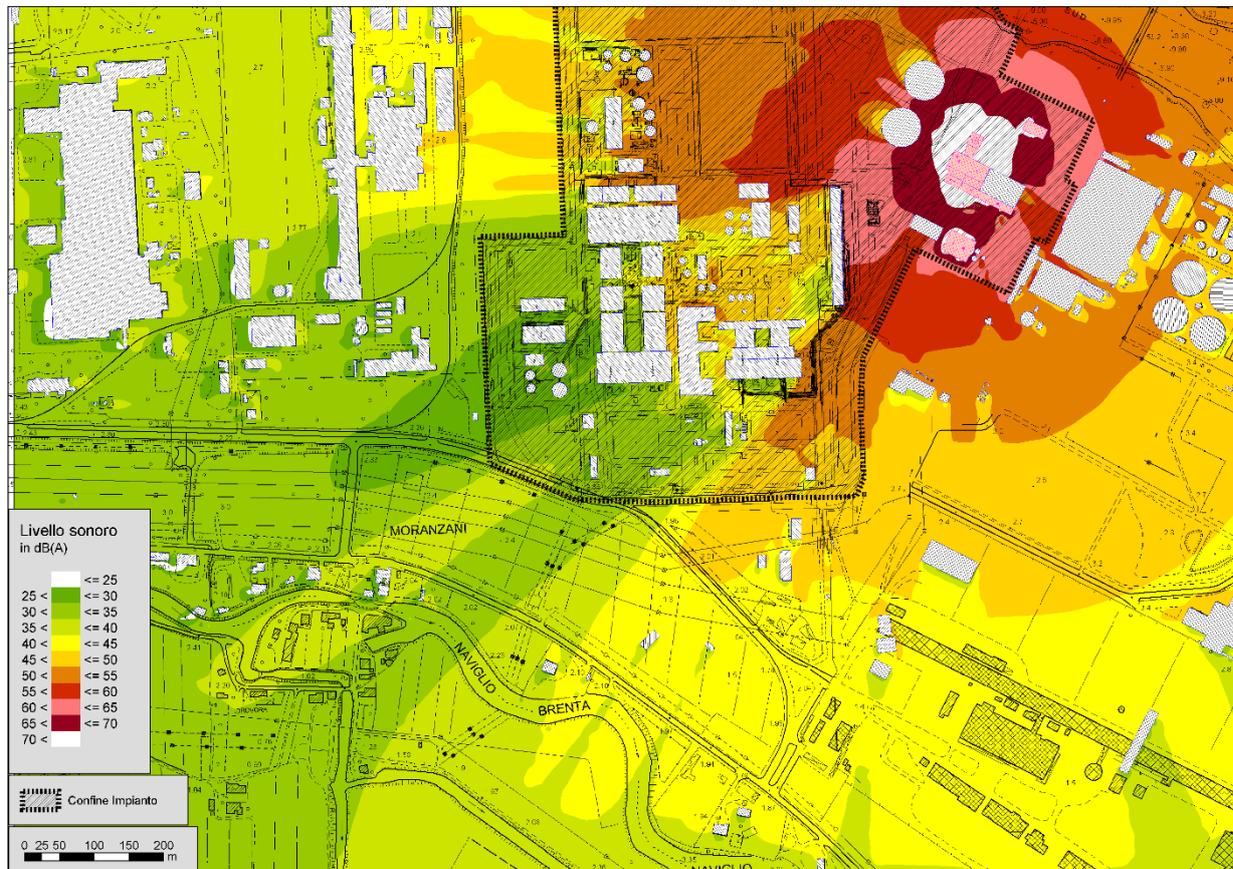


Figura 5 – C.le di Fusina: nuova unità FS7 in ciclo semplice (Fase 1 – OCGT) - Curve isofoniche di immissione specifica nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo

L'andamento spaziale delle curve isofoniche mostra come il contributo della nuova unità FS7 si espliciti soprattutto nel contesto della zona industriale in direzione Sud e Sud-Est. Presso gli unici ricettori a carattere abitativo potenzialmente impattati dalla rumorosità delle nuove macchine, situati lungo la Via Moranzani, il livello calcolato è pari, al più, a circa 40 dB(A).

L'isofona a 65 dB(A) resterà sostanzialmente contenuta entro il confine dell'impianto.

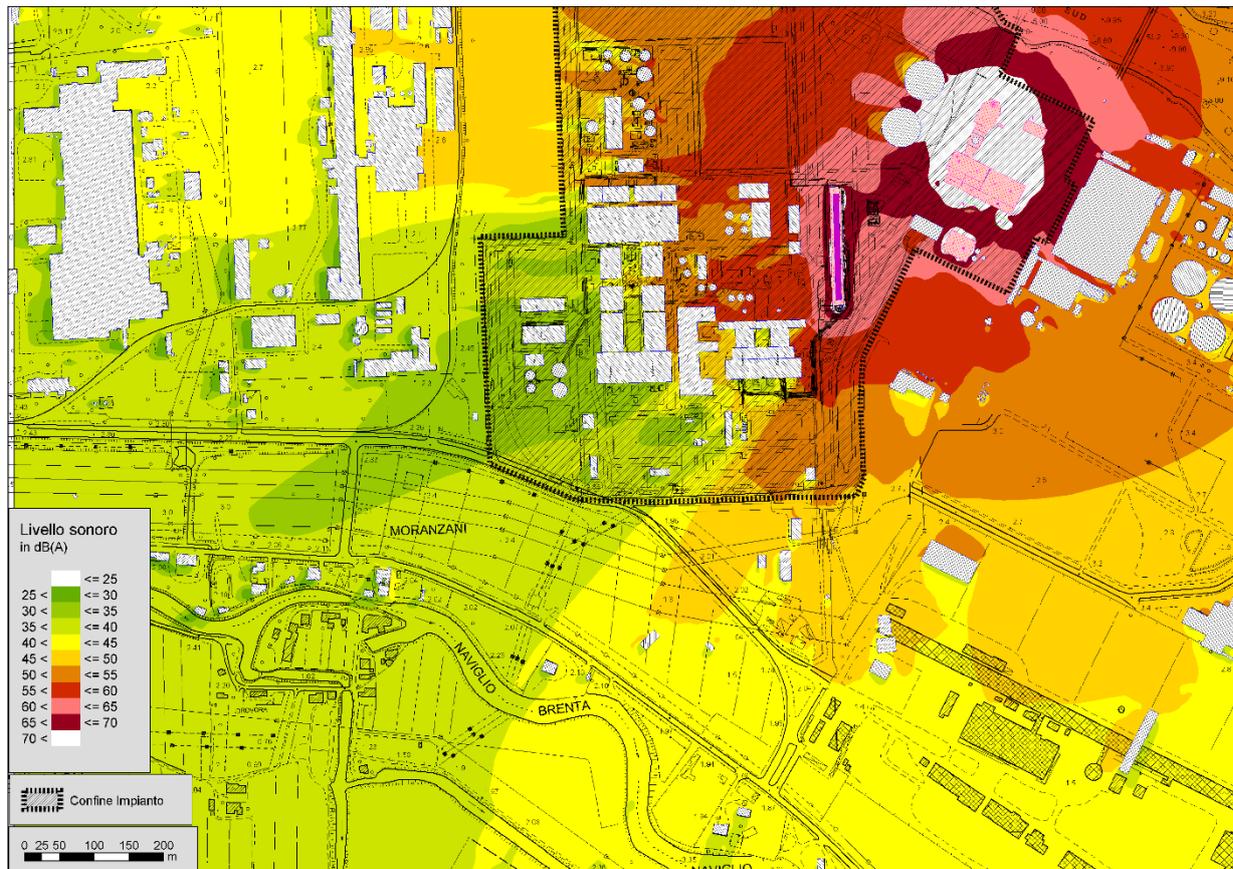


Figura 6 – C.le di Fusina: nuova unità F57 in ciclo combinato (Fase 2 – CCGT)- Curve isofoniche di immissione specifica nell’area circostante all’altezza di 4 m dal suolo –

Anche per la fase 2, ossia l’esercizio a ciclo combinato della nuova unità F57, l’andamento spaziale delle curve isofoniche si esplicita soprattutto nel contesto della zona industriale. Presso gli unici ricettori a carattere abitativo potenzialmente impattati dalla rumorosità delle nuove macchine, situati lungo la Via Moranzani, il livello calcolato è compreso nell’intervallo 35-40 dB(A) nell’areale a Sud-Ovest della Centrale e compreso tra 40 e 45 dB(A) per le localizzazioni a Sud di questa.

L’isofona a 65 dB(A) resterà sostanzialmente contenuta entro il confine dell’impianto.

4.3 Verifica dei limiti di legge

Per la verifica dei limiti di legge si valutano:

- il livello sonoro di immissione previsto presso i potenziali ricettori dopo l’entrata in servizio della nuova unità a ciclo combinato, ottenuto dalla somma dei livelli sperimentali di rumore residuo e dei livelli ottenuti dal calcolo modellistico;
- i limiti differenziali di immissione presso i potenziali ricettori, calcolati sulla base anch’essi delle misure sperimentali e dei risultati del calcolo;
- il contributo della nuova unità in relazione ai limiti di emissione.

4.3.1 Limite assoluto di immissione

Come evidenziato in Tabella 8, i livelli sonori prodotti da F57 nella fase 1 (OCGT) risulteranno ovunque minori dei corrispondenti valori della fase 2 (CCGT); per questo

motivo, le valutazioni successive saranno espresse in relazione solamente a quest'ultima, che risulta la più impattante.

Grazie alla disponibilità di rilievi di rumore con tre delle quattro unità di produzione non attive (§ 3.7), è possibile il calcolo del livello d'immissione e delle differenze tra la situazione attuale e futura, dopo l'entrata in servizio della nuova unità a ciclo combinato.

La caratterizzazione delle immissioni nell'assetto futuro in localizzazioni rappresentative dei più prossimi ricettori abitativi è stata effettuata sommando al rumore acquisito con la sola unità FS1 in servizio (Tabella 4), che sarà indicato con L_{off} (situazione ritenuta rappresentativa della totale inattività della Centrale sui punti I1, I3, I4), il contributo dell'impianto in ciclo combinato calcolato con il modello L_{FS7_CCGT} (Tabella 8). Il calcolo è stato eseguito mediante la seguente relazione:

$$L_{fut} = 10 \cdot \log_{10} (10^{0.1 \cdot L_{off}} + 10^{0.1 \cdot L_{FS7_CCGT}})$$

dove L_{fut} rappresenta il valore del livello di immissione dopo l'attivazione della nuova unità. Il livello di rumore corretto L_c , da confrontare con i limiti di zona, si calcola dal livello di rumore ambientale L_{fut} , 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), le quali però potranno 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 quello 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, si può ragionevolmente escludere visto il tipo di emissione stazionaria nel tempo delle sorgenti sonore presenti nell'impianto in oggetto.

Nella Tabella 9 sono quindi riassunti:

- il livello di rumore L_{off} , ossia quello rilevato con la sola unità FS1 in servizio;
- il contributo della nuova unità FS7 in ciclo combinato (L_{FS7_CCGT});
- il livello di immissione acustica nella situazione futura (L_{fut}), per il periodo diurno e notturno, arrotondato allo 0.5 dB più vicino.

Vengono anche riportati i limiti assoluti di immissione di cui al DPCM 14/11/1997, secondo la classificazione acustica dei vari punti di misura.

Non disponendo di rilievi specifici, nelle seguenti valutazioni si assume che il livello di rumore L_{off} nel periodo notturno, sia uguale a quello del periodo diurno.

Il contributo della nuova unità a ciclo combinato L_{FS7} è stato assunto identico tra periodo diurno e notturno, stante l'invarianza del ciclo produttivo; si assume che l'unità funzioni con continuità per l'intera durata dei tempi di riferimento.

Perciò le conclusioni ottenute per il periodo diurno saranno assunte anche per il periodo notturno, in mancanza di dati specifici.

Per i punti ove non si dispone del dato sperimentale, si assumono quelli dei punti rilevati.

Tabella 9 – Livelli sonori previsti nei punti di misura nella situazione futura - Calcolo del livello di immissione – Fase 2 (CCGT) - Valori in dB(A)

Punto	Rumore delle sorgenti "non Enel" $L_{off} (*)$	Situazione futura		Limiti assoluti di immissione (DPCM 14/11/97) Diurno / Notturmo
		Contributo FS7 in ciclo combinato L_{FS7_CCGT}	L_{fut} Rum. amb.le futuro	
I01	49.5	37.8	50.0	60 / 50
I02	47.0	36.7	47.5	65 / 55
I03	47.0	35.4	47.5	60 / 50
I04	48.5	39.3	49.0	60 / 50
I05	48.5	42.5	49.5	60 / 50
I06	49.0	38.0	49.5	70 / 70
I07	49.0	39.3	49.5	70 / 70
I08	49.0	49.8	52.5	70 / 60
I09	49.2	32.9	49.0	70 / 60
I10	49.2	36.4	49.0	70 / 60

(*): Per i punti I1, I3, I4, I6, I7 si sono assunti i valori di Tabella 4. Per i punti I9, I10 si assume il valore rilevato in I6. Per il punto I8 si assume il dato di I7, I4 per I5 ed I3 per I2.

In tutti i punti, con la sola eccezione di I08, il contributo di FS7 risulterà minore, talora anche di oltre 10 dB rispetto al livello stimato per le sorgenti "non Enel".

Dalla Tabella 9 si riscontra che il limite assoluto di immissione sarà rispettato nel TR diurno e nel TR notturno su tutti i punti, secondo la rispettiva assegnazione di classe.

Le situazioni di prossimità del livello di immissione calcolato con il rispettivo limite, come nel caso dei punti I1, I4, I5 in periodo notturno, sono provocate dal livello di rumore attribuito alle sorgenti non Enel assunto nelle valutazioni, che è di alcuni dB superiore rispetto al contributo della nuova unità. È ragionevole ritenere che i livelli L_{off} presenti in periodo notturno siano inferiori a quelli diurni, dando luogo così ad un livello di immissione L_{fut} inferiore.

Il rispetto del limite assoluto di immissione per la fase 2 (CCGT) conferma implicitamente la conformità anche per la fase 1 (OCGT), caratterizzata da un minore impatto acustico.

4.3.2 Limite differenziale di immissione

Le variazioni del livello di immissione tra la situazione attuale (FS1÷FS4 in servizio) e la situazione futura (FS7 in servizio), valutati in esterno ai fabbricati costituiscono una stima del criterio differenziale di immissione, di cui al DPCM 14/11/1997.

Il calcolo è limitato ai punti I1, I3, I4, gli unici rappresentativi di potenziali ricettori abitativi collocati al di fuori di aree esclusivamente industriali.

Anche in questo caso, la valutazione è limitata alla fase 2, con funzionamento CCGT della nuova unità FS7, che risulta più impattante di quella in ciclo aperto (fase 1, OCGT).

In Tabella 10 si riporta il calcolo dell'incremento del livello di immissione per la fase 2 (CCGT). I livelli sonori relativi alla situazione attuale (seconda colonna) sono ricavati dalla Tabella 3, mentre quelli relativi al livello di immissione nell'assetto futuro provengono dalla Tabella 9.

Disponendo solo di dati diurni, le considerazioni si trasferiscono al periodo notturno, anche se è ragionevole attendersi un calo della rumorosità delle sorgenti “non Enel” e quindi una riduzione del rumore nell’assetto futuro.

Sono stati indicati con “Non apprezzabile” gli scostamenti compresi entro ± 0.5 dB(A), valore ampiamente inferiore alla minima differenza di energia sonora che può venire percepita dall’orecchio umano.

Tabella 10 – Variazione del livello di immissione nei punti di misura nella situazione attuale e futura – Criterio differenziale – Fase 2 (CCGT) - Valori in dB(A)

Punto	L_{ATT}	L_{fut}	Criterio differ.le
	Rum. amb.le attuale (L_{Aeq}) - FS1 ÷ FS4 on [I]	Rum. amb.le futuro - (FS7 on) [II]	Variazione del livello di immissione [II] – [I]
Periodo DIURNO			
I01	49.5	50.0	Non apprezzabile
I03	48.0	47.5	-0.5
I04	49.0	49.0	Non apprezzabile

Il confronto tra i livelli di immissione negli assetti attuale e futuro mostra come, in generale, si abbia la tendenza al mantenimento o ad un lieve calo della rumorosità ambientale sui punti I01, I03 e I04.

Va però segnalato come il contributo della nuova unità FS7 sui tre punti considerati sia pari, al più, a 39.5 dB(A) circa (Tabella 8); pertanto i livelli L_{fut} sono determinati, in massima parte, dal livello acquisito con la sola unità FS1 in servizio (Tabella 4), assimilabile all’assetto di nessuna unità in servizio, come precedentemente illustrato. I livelli piuttosto elevati rilevati in tale assetto alterano il confronto sopra riportato, in quanto i livelli acquisiti con le unità FS1÷FS4 in servizio sono minori di quelli con la sola FS1 in servizio, circostanza probabilmente da imputare a diverse condizioni di propagazione tra i due rilievi e/o ad un diverso apporto delle sorgenti diverse dalla Centrale.

È ragionevole inoltre ritenere che, in periodo notturno, il venire meno di buona parte dell’attività lavorativa, dei transiti veicolari ed in generale dell’attività antropica, dia luogo a livelli di rumore inferiori per le sorgenti “non Enel” e di conseguenza ad un livello di immissione futuro L_{fut} anch’esso minore.

Comunque, l’osservazione della tabella, in relazione alla stima del criterio differenziale (che è riferito però all’interno dei fabbricati, nel locale più esposto) consente di evidenziare quanto segue.

- In periodo diurno il criterio non è applicabile su tutti i ricettori perché già il livello futuro in esterno ai fabbricati è inferiore a 50 dB(A), soglia di applicabilità a finestre aperte del criterio stesso.
- In periodo notturno, i livelli di immissione attesi all’esterno dei fabbricati vanno da 47.5 a 49.5 dB(A) circa, superiori quindi alla soglia di applicabilità interna del criterio differenziale a finestre aperte. Occorre ricordare però che il dato sperimentale che ha portato al calcolo di L_{fut} è relativo al periodo diurno, poiché non si dispone di misure specifiche per le sorgenti “non Enel” nel notturno. È ragionevole ritenere che l’eventuale misura notturna fornirebbe valori inferiori; l’approccio che ne consegue è quindi cautelativo. Come evidenziato da numerosi riferimenti bibliografici, è ragionevole

attendarsi che, negli ambienti interni, i livelli di rumore a finestre aperte risultino più bassi rispetto ai valori presenti in esterno. In un recente documento ISPRA¹³, si afferma che *“in mancanza di stime più precise, la differenza tra il livello di rumore all’interno dell’edificio rispetto a quello in esterno (facciata) può essere stimato mediamente:*

- *da 5 a 15 dB (mediamente 10 dB) a finestre aperte*
- *in 21 dB a finestre chiuse”.*

Con il valore medio indicato si rientrerebbe nella soglia di non applicabilità del criterio in tutti i punti.

Le soglie di applicabilità del criterio differenziale, stabilite dal D.P.C.M. 14/11/1997, valgono rispettivamente 50 dB in periodo diurno e 40 dB in periodo notturno a finestre aperte e 35 dB diurni e 25 dB notturni a finestre chiuse. Non conoscendo le caratteristiche di isolamento offerte dai serramenti installati presso i ricettori considerati, le valutazioni sull’applicabilità del criterio sono limitate alla sola condizione di finestre aperte, escludendo quindi le considerazioni a finestre chiuse. È ragionevole tuttavia ritenere che, sulla base delle prestazioni di serramenti di recente realizzazione in buono stato, le soglie di non applicabilità possano essere rispettate anche a finestre chiuse su entrambi i tempi di riferimento.

4.3.3 Limite di emissione

Il livello di emissione della Centrale di Fusina nell’assetto futuro corrisponde al contributo della nuova unità a ciclo combinato (L_{F57} in Tabella 8), ottenuto dal modello di calcolo per la situazione più gravosa, ossia la fase 2 (CCGT). 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. 41. Tali valori saranno confrontati con i limiti di emissione della classe di appartenenza dei ricettori, 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 Tabella 11 si riportano i valori di L_{F57_CCGT} (fase 2, ciclo combinato) insieme ai limiti diurni e notturni di emissione per i punti lungo Via Moranzani.

In ogni punto di misura, il valore di L_{F57} risulta minore del limite di emissione più restrittivo della classe di appartenenza; si conferma così il rispetto del limite di emissione presso i ricettori.

Per quanto attiene ai punti lungo la recinzione della Centrale (punti E01÷E11), i livelli calcolati sono ovunque minori del limite di classe VI in cui è inserita la Centrale stessa, pari a 65 dB(A) in periodo diurno e notturno, come si evince dai valori di Tabella 8.

L’analisi delle curve isofoniche (Figura 5 e Figura 6) conferma come l’isofona a 65 dB, corrispondente al limite più restrittivo della classe VI a cui appartiene l’impianto, risulti sostanzialmente contenuta entro il confine, ad eccezione di alcune ridotte porzioni, prospicienti altre aree industriali.

La nuova unità FS7 risulta quindi conforme ai limiti di emissione.

¹³ MATTM - Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali, MiBACT - Direzione Generale per il Paesaggio, le Belle Arti, l’Architettura e l’Arte Contemporanee, con la collaborazione di ISPRA “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.; D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.) - Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore (Capitolo 6.5.)” REV. 1 del 30/12/2014, pag. 29.

Tabella 11 – Nuova unità FS7 presso la c.le di Fusina – Confronto con i limiti di emissione per la fase 2 (CCGT)– Valori in dB(A)

Nome	Livello sonoro calcolato dal modello L_{FS7_CCGT} (nuovo ciclo combinato)	Limite di emissione (Diurno/ Notturmo)
I1	37.8	55 / 45
I2	36.7	60 / 50
I3	35.4	55 / 45
I4	39.3	55 / 45
I5	42.5	55 / 45

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 e opere di nuova realizzazione.

Per quanto riguarda le demolizioni, le attività possono essere riassunte in:

- ✓ Demolizione dell'esistente (elevazioni e fondazioni);
- ✓ Movimentazione e smaltimento del materiale demolito e scavato.

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere previste possono essere sintetizzate in:

- ✓ preparazione del sito;
- ✓ connessioni stradali e costruzioni temporanee di cantiere;
- ✓ eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- ✓ nuovo collegamento acqua di circolazione alle torri di raffreddamento esistenti;
- ✓ fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- ✓ fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- ✓ fondazione ciminiera;
- ✓ vasca di contenimento e fondazioni del diesel di emergenza;
- ✓ vasca di contenimento e fondazioni del trasformatore;
- ✓ fondazioni e strutture di cable/pipe rack, serbatoi;
- ✓ realizzazione di pozzetti e tubazioni;
- ✓ reti interrato (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- ✓ vasca di prima pioggia e vasche acque acide\oleose;
- ✓ interventi di adeguamento sul canale di opera di presa e sul canale di scarico;
- ✓ recinzione, aree parcheggio, strade interne e illuminazione, parcheggi, eventuale sistemazione a verde.

5.1.1 Aree di cantiere

L'area che si rende necessaria per l'installazione di un CCGT da circa 840 MW_e è di circa 25.000 m², da utilizzare per gli uffici Enel & Contractor di costruzione / commissioning e le aree materiali di stoccaggio. Nel caso in esame, lo spazio individuato e riportato nella Figura 7 sottostante è di circa 23.800 m². Sarà quindi probabilmente necessario reperire nuovi spazi all'esterno dell'impianto.

L'area lavori comprenderà tutti gli spazi interessati dagli interventi, mentre l'area adibita alla cantierizzazione è stata scelta nelle immediate vicinanze della Centrale. Essa sarà utilizzata per l'intera durata delle attività di Costruzione e Avviamento; verrà inoltre preliminarmente sgombrata da eventuali materiali superficiali attualmente presenti e adeguata alla predisposizione dell'area logistica di cantiere riservata ad Enel e all'Appaltatore.

Nelle zone limitrofe all'area di intervento saranno riservate delle aree opportunamente recintate, dedicate alla prefabbricazione a piè d'opera e al montaggio dei componenti principali.

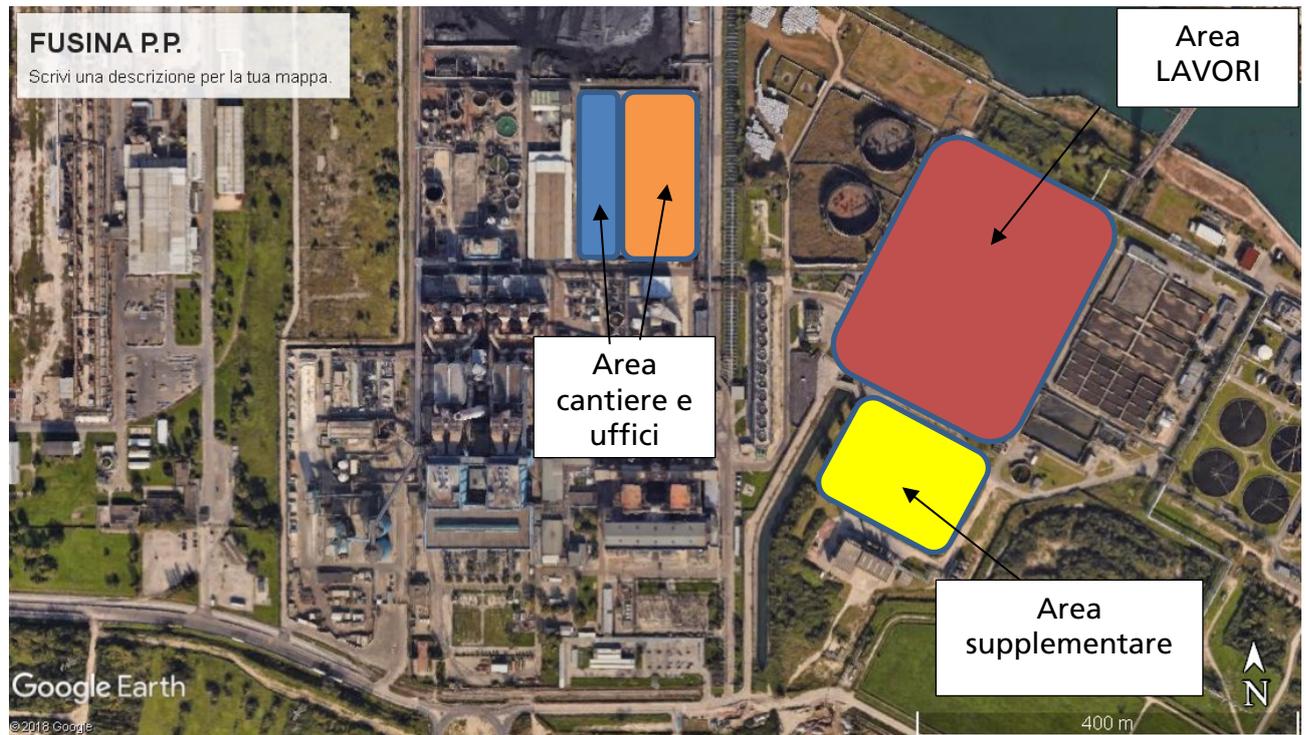


Figura 7 – C.le di Fusina - Ubicazione delle aree di cantiere.

5.1.2 Demolizioni

Nell'ambito del progetto di rifacimento, occorre realizzare una serie di demolizioni per fare spazio ai nuovi ingombri del ciclo combinato. Pur considerando le due fasi di costruzione (ciclo aperto OCGT e poi chiusura in ciclo combinato), risulta necessario fin da subito demolire e rendere disponibile tutta l'area occupata dal gruppo FS5, compresi magazzini, uffici vari e tutti i manufatti che interferiscono con la nuova costruzione. I magazzini e uffici verranno rilocati nell'area cantiere.

La realizzazione del nuovo impianto OCGT/CCGT comporterà consistenti demolizioni al disotto del piano campagna.

5.1.3 Fasi di lavoro

Le prime attività da eseguirsi saranno quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per l'installazione delle infrastrutture di cantiere (uffici, spogliatoi, officine, etc.) e le demolizioni di parti di impianto che risultano interferenti con il layout delle nuove attrezzature.

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

- salvaguardie meccaniche ed elettriche per parti di impianto coinvolte nelle demolizioni, etc.
- demolizioni (magazzino e serbatoio demi, uffici, attrezzature e fossa bombole idrogeno, caldaia, sala macchine, edificio ausiliari, demolizione ciminiera, platee e strade esistenti per permettere l'inizio dei lavori di fondazione del nuovo turbogruppo);
- realizzazione edificio elettrico

- montaggio del TG e relativo trasformatore, dell'edificio TG e della nuova stazione gas.

Terminati i lavori della fase preliminare per il funzionamento a ciclo aperto, si procederà con la realizzazione delle nuove attrezzature, essenzialmente riassumibili nelle seguenti attività:

- scavi e sottofondazioni nuove attrezzature;
- fondazioni GVR e nuova turbina;
- montaggio GVR, comprensivo di camino;
- montaggio nuova TV con relativo nuovo condensatore;
- realizzazione edificio turbina.

Occorre segnalare che il funzionamento del nuovo impianto a ciclo aperto dovrà comunque prevedere delle fermate programmate necessarie, ad esempio per la costruzione e la realizzazione del camino del nuovo GVR.

5.1.4 Risorse utilizzate per la costruzione

Per le attività di costruzione si stimano indicativamente circa 1.000.000 h così ripartite:

- per i montaggi meccanici 575.000 h comprensive delle attività di montaggio delle coibentazioni.
- per le attività civili circa 235.000 h
- per i montaggi elettrici 200.000 h.

Durante le attività di cantiere, si stima la presenza media giornaliera di circa n. 180 unità per le maestranze, con picchi di circa n. 350.

In relazione al numero di automezzi da/per la Centrale, si prevedono fino a n. 12 camion/giorno nei primi 12 mesi, che scenderanno n. 8 camion/giorno, sempre come dato medio, nei rimanenti mesi.

5.2 Caratteristiche emissive del cantiere

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 indotto, costituito sia dai veicoli pesanti, adibiti al trasporto del materiale, sia dai veicoli leggeri, utilizzati per il trasporto delle maestranze.

I potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono quindi essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la demolizione dei manufatti esistenti, 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

L'emissione sonora dello scappamento dei motori a combustione interna è di solito la componente più significativa del rumore, ma talune macchine operatrici generano rumore anche per effetto della lavorazione che svolgono.

Nell'evoluzione di un cantiere siffatto, 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 (scavatrici, trattori, ruspe, 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 un traffico pesante connesso all'approvvigionamento dei grandi componenti e della fornitura di materiale da costruzione.

Occorre evidenziare che la produzione di rumore è limitata al normale orario lavorativo, nel solo periodo diurno.

Tra le attività di realizzazione della Centrale si sono valutate come più impattanti le attività di preparazione del sito e di scavo, che vedranno coinvolti macchinari destinati alla movimentazione terra. A fini cautelativi, la simulazione è stata condotta considerando una fase avanzata di realizzazione, con una quota prossima a quella finale del rilevato stesso.

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 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.

I macchinari considerati per la simulazione dell'emissione sonora delle attività, con i rispettivi livelli di potenza sonora, sono riportati in Tabella 12.

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

Tabella 12 -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	107.2	100	Banca Dati CPT, rif.: 937-(IEC-54)-RPO-01
Pala caricatrice gommata (134 kW)	2	102.3	100	Banca Dati CPT, rif.: 970-(IEC-64)-RPO-01
Autocarro ribaltabile da 20 m ³ (pot. 230 kW)	4	101.1	100	Banca Dati CPT, rif.: 948-(IEC-14)-RPO-01
Rullo compattatore (101 kW)	1	113.1	100	Banca Dati CPT, rif.: 979-(IEC-62)-RPO-01

Sorgente	N°	Livello potenza sonora [dB(A)]	% utilizzo	Fonte dei dati
Motolivellatrice (motorgrader)	1	104.9	100	Banca Dati CPT, rif.: 959-(IEC-61)-RPO-01

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 prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego¹⁴. Nella simulazione, in termini ampiamente cautelativi si sono ignorati entrambi aspetti, considerando quindi tutte le sorgenti attive con continuità sull'intero TR diurno.

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 previsionale

Nella seguente tabella è riportato il livello d'immissione specifica del cantiere L_{Cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 12.

Tabella 13 - Livello di immissione specifica del cantiere per le fasi di preparazione del sito e scavi – Valori in dB(A)

Punto	Contributo cantiere L_{Cant}
11	37.8
12	< 25
13	30.8
14	40.6
15	43.0
16	36.0
17	38.6
18	51.1
19	28.5
I10	32.6

Le considerazioni esposte dimostrano come, anche con le assunzioni ampiamente cautelative indicate, il rumore prodotto dal cantiere per la realizzazione della nuova unità FS7 presso la Centrale di Fusina, calcolato nei punti esterni alla recinzione Enel risulti

¹⁴ 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.

particolarmente contenuto. In particolare, nei punti I1, I3 ed I4 rappresentativi di potenziali ricettori, tale contributo resterà ovunque contenuto entro i 41 dB, valore ampiamente compatibile con i limiti di immissione diurni e tale da non alterare significativamente la rumorosità attuale, come si vede dal confronto dei livelli di Tabella 13 con quelli di Tabella 3 e Tabella 4.

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.

Enel richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale¹⁵. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (carterature, oculati posizionamenti nel cantiere, ecc.) e dovranno essere attuati gli interventi manutentivi previsti.

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° 12 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 traffico che attualmente scorre sulla 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 8.

¹⁵ 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".

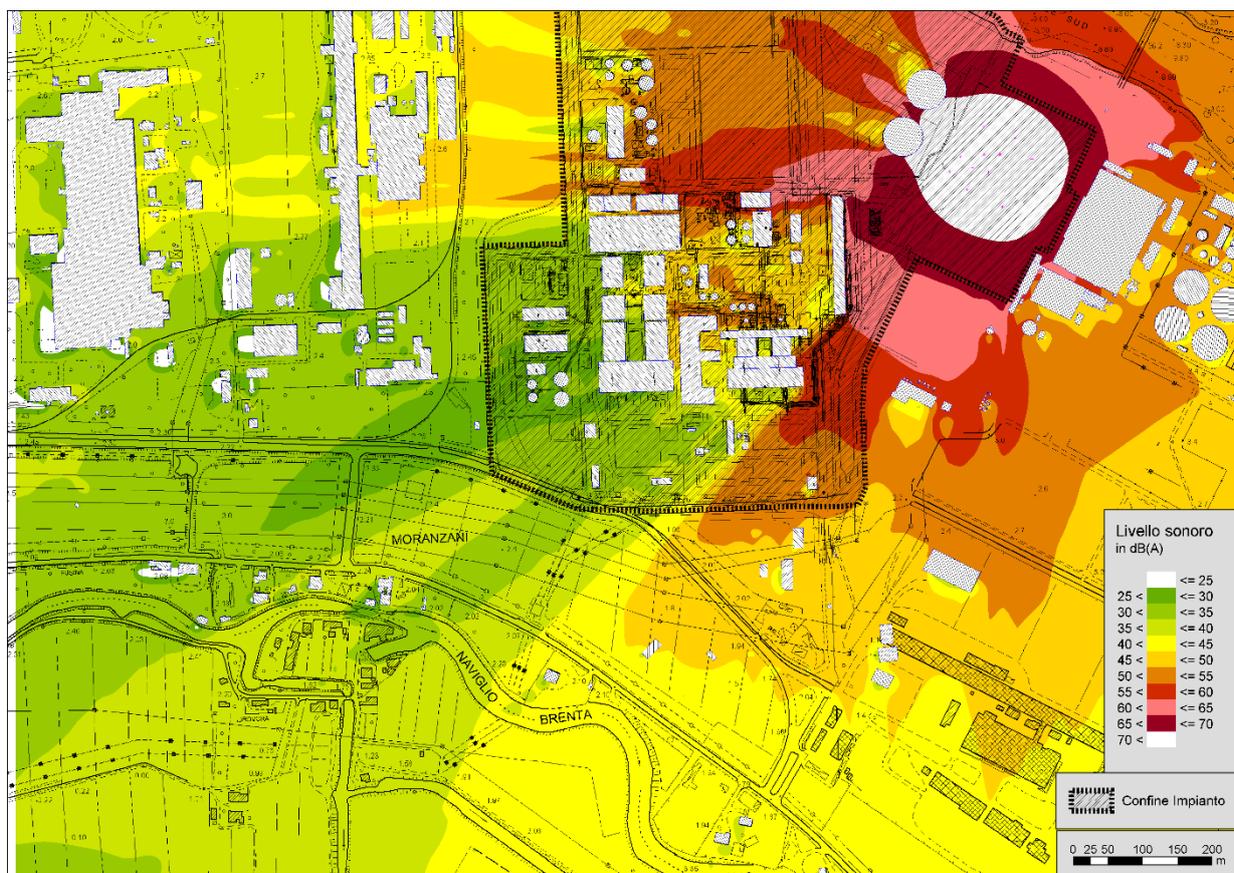


Figura 8 – C.le di Fusina - Cantiere per la realizzazione della nuova unità FS7 - Curve isofoniche di immissione specifica nell'area circostante all'altezza di 4 m dal suolo per la fase di preparazione del sito e scavi.

6 CONCLUSIONI

Presso la Centrale Enel di Fusina è prevista l'installazione di un nuovo ciclo combinato, di taglia massima pari a 840 MW_e nell'area d'impianto ad oggi occupata dalla dismessa unità FS5, in sostituzione ai gruppi esistenti. La nuova unità si chiamerà Fusina FS7. In una prima fase è previsto l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), per una potenza complessiva di 560 MW_e.

Lo studio ha considerato per la situazione *ante operam* quella con le unità FS1÷FS4 in servizio e per la situazione *post operam* quella con la sola unità FS7 nelle due fasi operative: fase 1 (ciclo aperto) e fase 2 (ciclo combinato – CCGT).

Lo studio eseguito si è basato su una campagna sperimentale per la caratterizzazione del livello di rumore con le unità FS1÷FS4 in servizio e su alcuni rilievi speditivi eseguiti in una situazione assimilabile alla situazione di Centrale inattiva, almeno per i ricettori dislocati lungo Via Moranzani. I risultati di tale attività, insieme a quelli forniti dalla simulazione modellistica previsionale del rumore prodotto dalla nuova unità FS7 hanno consentito di valutarne l'impatto acustico e verificare il rispetto dei limiti di legge.

La Centrale ricade nel comune di Venezia, che possiede il piano di classificazione acustica del proprio territorio.

Sono state sviluppate simulazioni considerando il funzionamento continuativo sulle 24 ore della nuova unità.

Lo studio ha riguardato l'insieme dei punti considerati nell'ambito della campagna sperimentale.

I livelli assoluti di immissione risultano, in tutti i punti considerati, minori dei relativi limiti di zona, sia in periodo diurno che notturno.

Il criterio differenziale, valutato come differenza aritmetica tra il livello di emissione *post operam* e l'analogo valore *ante operam* presso i punti rappresentativi dei ricettori situati lungo Via Moranzani risulterà ovunque minore del limite più restrittivo stabilito dal DPCM 14/11/1997, pari a + 3 dB notturni.

Il contributo della nuova unità su tutti questi punti sarà minore del valore più restrittivo dei limiti di emissione, secondo la rispettiva classe acustica di appartenenza.

Per effetto della fermata delle unità esistenti e dell'installazione di macchinari di moderna concezione a ridotta emissione sonora, il contributo delle sorgenti Enel subirà un sensibile calo rispetto alla situazione attuale in ampi settori del territorio circostante. Solo nell'immediato intorno della nuova unità, nella zona a carattere industriale, si avrà il mantenimento o, al più un lieve incremento dei livelli emissivi attuali.

Anche l'impatto delle fasi realizzative, valutato puntualmente per quelle di preparazione del sito e di scavo, ritenute più critiche, risulterà contenuto presso i ricettori e tale da non alterare significativamente la rumorosità dei luoghi.

Si conclude quindi la piena compatibilità dell'opera con i limiti di legge in relazione all'inquinamento acustico.

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 emissione¹⁶, di immissione¹⁷, 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.

I valori da non superare per le "emissioni", sono relativi al rumore prodotto da ogni singola "sorgente"¹⁸ 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.

¹⁶ Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa

¹⁷ 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

¹⁸ Per "sorgente" s'intende anche un insieme di sorgenti acustiche purché appartenenti allo stesso processo produttivo o funzionale

Tabella 14 - 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 15 - 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 *“il 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”*¹⁹ 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*

¹⁹ 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”*.

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 evinceva infatti che le sorgenti sonore costituite dalle arterie stradali, all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza²⁰, "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 infrastruttura²¹ 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.

Leggi regionali

La DGR 21/09/93 n°4313 "Criteri orientativi per le Amministrazioni Comunali del Veneto nella suddivisione dei rispettivi territori secondo l'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" fornisce indicazioni generali per la realizzazione del piano di zonizzazione acustica. La redazione del piano può avvenire attraverso l'applicazione di alcuni principi che tuttavia non sono da ritenersi vincolanti, ma che il decreto stesso indica quali indirizzi da intraprendere in senso generale. Il decreto pertanto fornisce i seguenti criteri per l'individuazione delle classi acustiche:

- Classificazione tramite punteggi parametrici
- Classificazione diretta

²⁰ 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.

²¹ 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

- Classificazione secondo PRG
- Classificazione strade ferrovie
- Fasce di rispetto

La Legge Regionale n. 21 del 10/05/1999 "Norme in materia di inquinamento acustico" stabilisce le disposizioni attuative della legge n. 447/1995 in relazione tra l'altro a: modalità di riconoscimento della figura di tecnico competente, procedure e i criteri per la predisposizione e l'adozione dei piani comunali di risanamento acustico, modalità per la predisposizione della documentazione di impatto acustico.

Un altro testo di riferimento è la LR 13/04/01 n°11 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n° 112" che alla Sezione VII tratta di tutela dell'inquinamento acustico. Sono ribadite le competenze delle province e dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, in relazione ad esempio ai criteri per la predisposizione della documentazione di impatto acustico e alla formazione/aggiornamento dei tecnici competenti.

In tema di impatto acustico, con la Delibera del Direttore Generale ARPAV, DDG n. 3 del 29.01.2008, sono state approvate le linee guida che riportano i criteri da adottare per la elaborazione della documentazione di impatto acustico prevista all'articolo 8 della Legge n. 447 del 1995.

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 16 – Strumentazione utilizzata per le misure.

Strumento	Produttore / Tipo	Matricola costruttore	Estremi certificato
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002717	Certif. LAT 16314913-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314914-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003490	Certif. LAT 16314928-A del 16/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314929-A del 16/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003464	Certif. LAT 16314922-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.). Certif. LAT 16314923-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002716	Certif. LAT 163 14931-A del 16/11/2016 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0003491	Certif. LAT 163 14919-A del 15/11/2016 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002170	Certif. LAT 163 15154-A del 10/01/2017 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Fonometro	Larson Davis tipo 831	N° 0002713	Certif. LAT 16314910-A del 15/11/2016 (fonometro) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).

Strumento	Produttore / Tipo	Matricola costruttore	Estremi certificato
			Certif. LAT 16314911-A del 15/11/2016 (banco filtri) emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Calibratore microfonico	Aclan Mod Cal200	N° 10552	Certif. LAT 163 14927-A del 16/11/2016 emesso da LAT N° 163 (Skylab s.r.l.).
Calibratore microfonico	Aclan Mod Cal200	N° 3409	Certif. LAT 163 14930-A del 16/11/2016 emesso da LAT N° 163 (Skylab 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 SoundPLAN²² 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 diverse normative nazionali ed internazionali. Per l'applicazione in oggetto, il calcolo è stato effettuato in conformità alla norma UNI ISO 9613-2²³. 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 ambientale²⁴.

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;

²² <http://www.soundplan.eu/english>

²³ UNI ISO 9613-2:2006 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo"

²⁴ Al § 1 della ISO 9613-2 si legge: "The method predicts the equivalent continuous A-weighted sound pressure level [...] under meteorological conditions favorable 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 center of the dominant sound source and the center 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 LAT(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."

- 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.