

**STABILIMENTO OSPEDALIERO DI CITTA' DI CASTELLO**



Cofely Italia S.p.A.

Viale Giorgio Ribotta 31 - 00144 Roma

**IMPIANTO DI TRIGENERAZIONE  
ALIMENTATO A GAS NATURALE**

PROGETTAZIONE:



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia



PROGETTAZIONE:

**BIONOISE®**



**PROGETTO DEFINITIVO**

**VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO  
STATO DI FATTO E DI PROGETTO**

Data

Giu. 2016

Pagine

36

Pratica

16031\_BRI

Identificativo

Relazione.docx

Elaborato

DR04

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DI ANALISI .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'AREA.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>STRUMENTI NORMATIVI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CENSIMENTO RICETTORI.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>SORGENTI DI RUMORE ATTIVE IN ZONA – STATO ATTUALE.....</b>	<b>13</b>
6.1	MONITORAGGIO ACUSTICO .....	13
6.1.1	<i>Caratterizzazione del clima acustico attuale .....</i>	<i>16</i>
6.1.2	<i>Restituzione dei dati.....</i>	<i>17</i>
6.2	MODELLAZIONE SORGENTE ACUSTICA-STATO ATTUALE .....	19
6.3	ANALISI ACUSTICA MEDIANTE SOFTWARE DI SIMULAZIONE MITHRA .....	21
6.4	PREVISIONI LIVELLI ACUSTICI STATO ATTUALE .....	25
6.5	PREVISIONI LIVELLI ACUSTICI POST OPERAM.....	28
6.6	OPERE DI MITIGAZIONE PREVISTE.....	33
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>35</b>



Cofely Italia S.p.A.  
Viale Giorgio Ribotta 31  
00144 Roma

Pratica

16031\_BRI



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia



## **ALLEGATI:**

**Allegato A – Report fonometrici di misura**

**Allegato B – Schede tecniche apparati trigenerazione**

## **TAVOLE:**

**Tavola DR04T1 – Inquadramento ricettori**

**Tavola DR04T2 – Punti di misura**

**Tavola DR04T3 – Inquadramento cartografico – estratto PCCA**

**Tavola DR04T4 – Propagazione acustica – stato attuale**

**Tavola DR04T5 – Propagazione acustica – stato di progetto**

**Tavola DR04T6 – Mitigazioni acustiche area trigenerazione**

## 1 INTRODUZIONE

Il presente studio analizza la situazione attuale di clima acustico nell'area del comparto Ospedaliero in Città di Castello; lo studio ha lo scopo di valutare le condizioni acustiche nell'area ospedaliera con particolare riferimento alle emissioni dell'area tecnica della centrale termica rispetto agli edifici residenziali limitrofi. L'area oggetto di studio ricade integralmente nel territorio del comune di Città di Castello (PG).

Lo studio acustico viene eseguito attraverso modellazione dell'area con software di propagazione acustica Mithra 5.1, valutando i livelli di immissione ai ricettori nella condizione attuali e confrontandoli con i limiti di legge; la calibrazione del modello matematico è stata eseguita mediante monitoraggio di lungo periodo dell'attuale clima acustico in punti significativi, sia all'interno del complesso ospedaliero che presso ricettori abitativi in zona.

Sulla situazione attuale è stato poi inserito il modello previsionale del nuovo trigeneratore a gas dislocato nei pressi dell'area tecnica della centrale termica esistente, valutando al conformità delle soluzioni progettuali ai limiti di legge.

I risultati dello studio vengono utilizzati ai fini della richiesta di A.U.A. presso i competenti uffici regionali

Lo studio è stato eseguito dal team coordinato da Strani Ing. Giancarlo titolare dello studio BIONOISE Ingegneria Ambientale in Ellera (PG), tecnico competente in acustica Regione Umbria. (B.U.R. n. 26 del 12/06/2002 Det. Dirig. 22/05/2002 n. 4337).



Figura 1.1: Rappresentazione dell'area di studio

## 2 METODOLOGIA DI ANALISI

Le principali fasi del presente studio acustico possono essere così riepilogate:

- individuazione e caratterizzazione dei ricettori nell'area interessata dall'intervento, attraverso sopralluoghi di dettaglio all'interno dell'area di studio;
- definizione della situazione acustica ai ricettori nella condizione attuale, attraverso monitoraggio acustico di lungo periodo presso punti significativi per la taratura del modello di propagazione; ai monitoraggi di lungo periodo si sono aggiunti vari punti di misura di breve periodo in posizioni significative;
- censimento delle principali sorgenti di rumore presenti nell'area ospedaliera, costituite dagli impianti della centrale termica;
- misure di caratterizzazione acustica delle sorgenti di rumore con specifici rilievi in banda di terzi d'ottava;
- definizione della situazione acustica attuale ai ricettori, attraverso il calcolo dei livelli equivalenti mediante utilizzo di software previsionale;
- valutazione acustica previsionale della situazione post operam derivante dall'applicazione di un nuovo cogeneratore a gas metano in sostituzione di alcune caldaie attuali, in assetto trigenerativo per produzione di energia elettrica, calore e raffrescamento estivo;

I principali riferimenti normativi tenuti in considerazione sono:

- D.P.R. 30 marzo 2004 n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- Piano di Classificazione Acustica Comunale Città di Castello;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 29/11/2000, Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle



relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, G.U. n. 285 del 6/12/00.

L'analisi previsionale di impatto ambientale da inquinamento acustico, comporta la determinazione dei valori di livello equivalente continuo (Leq) su opportuni periodi temporali in corrispondenza degli edifici esposti (ricettori); tale livello si intende come valore di immissione ad un metro dalla facciata dell'edificio interessato.

Il Leq viene definito dall'espressione:

$$Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 Li(t)} dt \quad \text{dB(A)}$$

dove:

$T = t_2 - t_1$  è il periodo di osservazione

$Li(t)$  = livello istantaneo di pressione sonora.

Il livello equivalente è generalmente considerato come l'indicatore fisico più idoneo a quantificare il grado di disturbo da rumore ambientale ed è preso a riferimento anche nella tabella C del D.P.C.M. del 14 novembre 1997; il territorio è suddiviso in sei classi di destinazione d'uso, per ognuna delle quali è fissato un limite massimo del Leq in corrispondenza di due periodi temporali: diurno, dalle 6:00 alle 22:00 e notturno dalle 22:00 alle 6:00.

Il calcolo del livello equivalente continuo presuppone:

- la conoscenza dei livelli di rumore all'origine, ovvero in prossimità della sorgente;
- lo studio delle modalità di propagazione dell'energia sonora tra le sorgenti ed i ricettori (edifici);
- la conoscenza della durata degli eventi (intervallo di funzionamento per le sorgenti fisse e transiti per i flussi veicolari) in corrispondenza dei ricettori.

Per quanto riguarda il territorio circostante alla struttura in esame occorre conoscere:

- conformazione morfologica del terreno;
- proprietà di riflessione e di assorbimento acustico del terreno ;



Cofely Italia S.p.A.  
Viale Giorgio Ribotta 31  
00144 Roma

Pratica

16031\_BRI



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia



- distribuzione geometrica del piano orizzontale degli edifici esposti e loro altezza relativa al piano stradale;
- influenza delle condizioni meteorologiche locali.

Per le sorgenti puntiformi o superficiali (macchinari) è stato assunto il livello di potenza sonora  $L_w$ , determinato in base a misurazioni specifiche di caratterizzazione della sorgente.



### 3 DESCRIZIONE DELL'AREA

Il complesso Ospedaliero Città di Castello in Via Luigi Angelini 10 - 06012 Città di Castello, gestito dal Servizio Sanitario Nazionale USL Umbria 1, è stato realizzato in epoca recente con il raggruppamento in questa unica struttura delle aree ospedaliere nel territorio alto tevere.

L'area ospedaliera è costituita pertanto da un nuovo complesso sviluppato in direzione nord-sud con relativi parcheggi e viabilità di raccordo alle arterie locali.

Nella zona nord-est si colloca l'area tecnica della centrale termica ospedaliera con annessa area gas tecnici; il complesso ospedaliero verrà dotato di un nuovo sistema di efficientamento energetico costituito da un sistema di trigenerazione a gas metano, realizzato e gestito dalla società COFELY.

L'area esterna a sud del Polo Ospedaliero presenta su zona pianeggiante ampi parcheggi su posizioni piano altimetriche sfalsate, contornati da alcuni ricettori sparsi ad uso abitativo e servizi.

Nella Tavola DR04T1 sono riportati tutti i ricettori abitativi e di servizi censiti nell'area di studio esterna al perimetro complesso Ospedaliero.

In Fig. 3.1 è riportato una vista esterna del Polo Ospedaliero.



Figura 3.1: Area Polo Ospedaliero

#### 4 STRUMENTI NORMATIVI DI RIFERIMENTO

La normativa alla quale fare riferimento per la verifica dei valori ammissibili nell'area oggetto di analisi, è di seguito riepilogata:

- D.L. n. 447 del 26 Ottobre 1995, Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.R. n. 142 del 30 aprile 2004, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" attuato con il PCCA del Comune di PERUGIA approvato il 14/07/2008 con D.C.C. n. 143;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 29 novembre 2000, Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, G.U. n. 285 del 6/12/00;
- D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- D.P.R. 12 aprile 1996, Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale, G.U. n. 210 del 7/9/96;

La zonizzazione acustica approvata dal Comune di Città di Castello, pone il territorio circostante la zona oggetto di studio prevalentemente in classe III, mentre l'area del complesso ospedaliero è posta in classe I; i limiti assoluti di immissione per tali classi sono come riportati in Tab. 4.1.

Tab. 4.1 – Valori limite di immissione come da DPCM 14.11.97 (Leq in dB(A))

<i>Classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>Tempi di riferimento</i>	
	<b>Diurno 6:00 – 22:00</b>	<b>Notturmo 2 2:00 – 6:00</b>
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 Tav. 951.004 di inquadramento cartografico, è riportato un estratto del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Città di Castello.

Ai fini della legge “quadro sull'inquinamento acustico” si definiscono:

- **"Valori limite di immissione"** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

I valori limite di immissione sono ulteriormente suddivisi in:

1. **valori limite assoluti**, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
2. **valori limite differenziali**, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

- **"Valori limite di emissione"** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

Altre definizioni rilevanti ai fini della valutazione previsionale di clima acustico sono sull'esecuzione delle misure. Nel D.M. 16.03.1998 sono indicati:

- **Tempo di riferimento (TR):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 06.00 e le ore 22.00 e quello notturno compreso tra le ore 22.00 e le ore 06.00.

- **Tempo di osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di misura (TM):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.
- **Livello di rumore ambientale (LA):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

## 5 CENSIMENTO RICETTORI

L'analisi previsionale di impatto ambientale da inquinamento acustico, comporta la determinazione dei valori di livello equivalente continuo (Leq) in corrispondenza degli edifici esposti (valori di immissione ai ricettori).

Come indicato al Cap. 3 l'area esterna al Polo Ospedaliero, presenta una serie di ricettori sparsi, costituiti da pochi edifici abitativi ed edifici ad uso servizi pubblici o ricettivi; il tutto come da tavola di inquadramento DR04T1 allegata.

I principali ricettori o gruppi di ricettori, possono essere così riepilogati (la numerazione corrisponde a quella introdotta nel modello previsionale):

- R10-R11 abitazioni a Sud-Est del Polo Ospedaliero verso la centrale termica;
- R12-R13 abitazioni a Nord-Est del Polo Ospedaliero;
- R14-R15 abitazioni ad Est del Polo Ospedaliero;
- R41-R50 abitazioni a sud del Polo Ospedaliero;
- R17-R37 padiglioni del Polo Ospedaliero;
- R38-R40 abitazioni ad Ovest del Polo Ospedaliero;
- R51 e successivi, abitazioni sparse a distanze rilevanti dal Polo Ospedaliero

## 6 SORGENTI DI RUMORE ATTIVE IN ZONA – STATO ATTUALE

Per completare il quadro dei dati di analisi restano da definire le caratteristiche acustiche di tutte le sorgenti presenti in zona; tale attività è stata svolta con un prolungato lavoro di caratterizzazione delle sorgenti sonore, sia con monitoraggi di lungo periodo, sia con misure brevi in punti significativi e a ridosso delle sorgenti stesse.

In particolare, come descritto nel seguito, sono stati eseguiti monitoraggi di lungo periodo (24 ore) in una posizione nelle vicinanze dell'area centrale termica (punto M1). A tali monitoraggi si sono aggiunti 6 punti di misura di breve periodo in aree esterne al Polo Ospedaliero o prospicienti la centrale termica, allo scopo di disporre di un rilevante numero di punti di riscontro per la taratura del software.

### 6.1 Monitoraggio acustico

La campagna di misure si è svolta nel periodo dall'4 maggio al 5 maggio 2016, previa individuazione delle postazioni di misura significative, durante il tempo di riferimento diurno (6.00÷22.00) e notturno (22.00÷6.00). La campagna è stata caratterizzata da una misura di circa 24 ore descritta nel seguito.

All'inizio e alla fine del ciclo di misure è stata effettuata l'operazione di calibrazione degli strumenti che hanno fornito una deviazione massima di 0,1 dB tra l'inizio e la fine dei rilievi, valore inferiore al limite stabilito dalla normativa vigente pari a 0,5 dB.

Per la misura di 24 ore, eseguita nella posizione corrispondente alla pertinenza della civile abitazione (R10), il microfono, munito di cuffia antivento, è stato collocato su un asta telescopica in prossimità dell'edificio.

Parallelamente sono state eseguite una serie di misurazioni fonometriche di breve periodo (6 posizioni) per una dettagliata caratterizzazione del clima acustico in aree specifiche del Polo Ospedaliero con particolare riferimento alla centrale termica ad alle emissioni dei

singoli apparati. Nella tabella seguente 6.1.1 sono riepilogati in punti di misura riportati come localizzazione nella tavola DR04T2. (Fig. 6.1.1 e 6.1.2)

Tab. 6.1.1: Punto di monitoraggio ambientale

Punto di misura	Descrizione posizione	Leq
P1	Esterno CT, davanti griglia ventilazione	67,0
P2	Esterno CT, zona batterie raffreddamento	71,1
P3	Corte area CT in direzione R10	56,4
P4	Corte area CT in direzione R10	55,5
P5	Fronte CT a ridosso padiglione osp.	48,7
P6	Copertura CT, in prossimità canne fumarie (1)	71,8



Fig. 6.1.1: Emissione camino CT (P6)



Fig. 6.1.2: Emissioni batterie raffreddamento (P2)

Per la misura di 24 ore, eseguita nella posizione corrispondente al ricettore abitativo (R10), il microfono è stato posizionato su asta telescopica con cuffia antivento nella pertinenza dell'edificio stesso.

I rilievi sono stati eseguiti dagli Ing. Giancarlo Strani (Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della LQ 447/95) e Ing. Giacomo Girolmetti.





Fig. 6.1.3: Punto di monitoraggio M1 (R1)

## Strumentazione di misura

Le rilevazioni fonometriche sono state eseguite con la seguente strumentazione:

### FONOMETRO 1

- Fonometro integratore di precisione: 01dB Italia Tipo SOLO Blu Classe 1 S/N 60981;
- microfono di precisione a condensatore da 1/2" intercambiabile: Gras Tipo MCE 212 Classe1 S/N 43800;
- calibratore acustico: Bruel&Kjaer Tipo 4231; S/N 2022359
- accessori: centralina trasmissione dati SCS9003 con palo telescopico e cuffia microfonica per esterni;
- software: Noise Monitoring
- Calibrazione eseguita in data 12/07/2012 presso Centro LAT della U.S.L. 7 di Siena; certificato n. LAT N° 164.

Strumento conforme agli standard IEC 65651, IEC 60804, IEC 61672-1, IEC 1260, ANSI S1.11 ed ANSI S1.4.

### FONOMETRO 2

- Fonometro integratore di precisione: 01dB Italia Tipo SOLO Blu Classe 1 S/N 60981
- Microfono di precisione a condensatore da 1/2" intercambiabile: Gras Tipo MCE 212 Classe1 S/N 90578

- Calibratore acustico: Bruel&Kjaer Tipo 4231 S/N 2022359
- Accessori: cavalletto
- Software: dB SLM 32; dBTrait
- Calibrazione eseguita in data 12/07/2012 presso Centro LAT della U.S.L. 7 di Siena; certificato n. LAT N° 164 F0719\_12

Strumento conforme agli standard IEC 65651, IEC 60804, IEC 61672-1, IEC 1260, ANSI S1.11 ed ANSI S1.4.

I certificati di taratura delle catene fonometriche sono in possesso dell'Ing. Strani Giancarlo.

La catena di misura dei singoli strumenti, è in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994. I dati del monitoraggio di 24 ore sono stati inviati ad apposito server attraverso una centralina SCS9003 provvista di modem GPRS e successivamente elaborati mediante software Noise Monitoring.

#### *6.1.1 Caratterizzazione del clima acustico attuale*

Le misure di lungo periodo sono state effettuate in presenza di condizioni meteorologiche tali da non alterare la significatività dei dati (assenza di pioggia, neve, nebbia; velocità del vento < 5m/s).

La metodologia utilizzata è stata quella delle misure in continuo della durata di 24 h. La strumentazione è stata impostata per l'archiviazione con scansione oraria del Leq, di L<sub>Max</sub>, di L<sub>Min</sub>.e dei parametri statistici L<sub>5</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>95</sub>; inoltre si è proceduto all'acquisizione e memorizzazione della Time History ad intervalli di 1 secondo. I dati memorizzati dallo strumento di monitoraggio di 24 ore, sono stati inviati al server via modem UMTS ed analizzati mediante software Noise Monitoring per la determinazione dei SEL e dei relativi LeqA complessivi per il periodo diurno e notturno.

Analogamente per le misure di breve periodo all'interno del Polo Ospedaliero, sono stati acquisiti gli stessi parametri, memorizzati sullo strumento ed elaborati con software specifici, generando i singoli report di misura per i punti citati al par. precedente.

### 6.1.2 Restituzione dei dati

I risultati dei rilievi fonometrici di monitoraggio sono riportati in allegato A; in particolare sono presenti per l'intero arco di 24 ore, per il tempo di riferimento diurno e per quello notturno i seguenti andamenti grafici:

- andamento temporale orario del Leq.
- andamento temporale del livello di pressione sonora ponderato A rilevato con costante di tempo fast, andamento progressivo del livello equivalente ponderato A e valore finale del Leq.

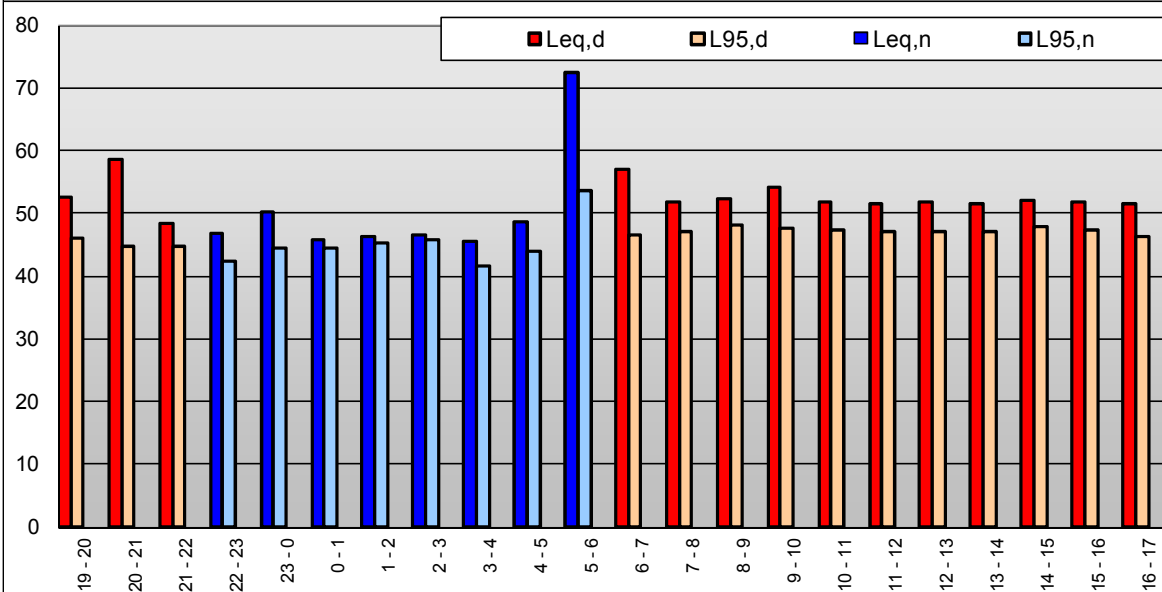
Nella Fig. 6.1.3.1 seguente è riportata la sintesi dei valori orari rilevati nel punto di monitoraggio R1 in prossimità del ricettore abitativo R10. Occorre annotare un valore anomalo del livello acustico tra le ore 5:00 e 6:00 del mattino del 05/05/2016, probabilmente dovuto all'attività di smaltimento rifiuti da cassoni scarrabili posti in prossimità dell'area centrale termica.

Punto di  
misura  
**P1**

## RILIEVI FONOMETRICI AMBIENTE ESTERNO

<b>Toponimo:</b>	CITTÀ DI CASTELLO (PG) - VIA ANGELINI		
	PRESIDIO OSPEDALIERO		
<b>Livello di rumore:</b>	AMBIENTALE		
<b>Periodo di riferimento:</b>	22 ORE		
<b>Condizioni meteo:</b>	DIURNE	NOTTURNE	
	20°C - POCO NUVOLOSO	10°C - POCO NUVOLOSO	
<b>Esecutore delle misure:</b> Ing. Strani Giancarlo		Inizio	04/05/15 h.18:26
		Fine:	05/05/15 h.16:59

### Andamento Leq orari - DIURNO/NOTTURNO



Leq globale	
DIURNO	NOTTURNO
52.9	63.6

L95 globale	
DIURNO	NOTTURNO
46.8	47.0

Fig. 6.1.3.1 Andamento LeqA orario nel punto di monitoraggio (M1)

## 6.2 Modellazione sorgente acustica-stato attuale

### Sorgenti puntuali (impianti)

Le principali sorgenti di rumore censite sono riconducibili alla presenza degli apparati di centrale termica ed alle Unità Trattamento Aria (U.T.A.) in copertura dei vari padiglioni ospedalieri.

Si riepilogano nel seguito le sorgenti di rumore inserite nel software di simulazione acustica:

- Sorgenti superficiali di ingresso aria su griglie porta locale centrale termica
- Sorgente superficiale gruppi frigo su copertura C.T.
- Sorgenti puntiformi corrispondenti ai ventilatori dei gruppi frigo
- Sorgente puntiforme sulla sommità del camino di espulsione fumi, corrispondente al rumore residuo del cogeneratore.
- Sorgenti puntiformi su batterie di raffreddamento cogeneratore
- Sorgenti superficiali sulle griglie di espulsione aria U.T.A.
- Varie sorgenti puntiformi e superficiali dovute ad emissioni sonore minori

Per l'assegnazione delle caratteristiche di emissione alle sorgenti di rumore nel modello previsionale, è necessario disporre dello spettro acustico in termini di potenza sonora ponderata A. Dalle rilevazioni specifiche di caratterizzazione sonora delle singole sorgenti eseguite in banda di terzi d'ottava, sono state calcolate le potenze sonore  $L_{WA}$  in banda d'ottava da inserire nel software previsionale.

In Tab. 6.2.3 è riportata una sintesi degli spettri sonori della potenza delle sorgenti; in Fig. 6.2.1 è riportato un esempio di calcolo della potenza sonora sorgente.

Tabella 6.2.3: Potenza sonora A delle sorgenti (estratto)

SPETTRO DELLE SORGENTI										
n°	Sorgente puntiforme	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw
1	Camino 1	84.2	76.1	86.8	78.2	72.7	62.2	49.2	42.6	80.9
2	Camino 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
3	Camino 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
4	Camino 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
5	Camino 5	84.2	76.1	86.8	78.2	72.7	62.2	49.2	42.6	80.9
6	Camino 6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
23	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
24	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
25	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
26	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
27	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
28	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
29	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
30	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
31	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
32	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
33	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
34	Vent B2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
35	Vent B2	90.6	89.0	87.0	82.1	84.7	77.1	70.5	60.8	87.4
n°	Sorgente superficiale	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw/m2
7	Ventilazione CT1	70.3	65.7	70.0	69.6	65.7	64.3	61.9	55.9	71.9
8	Ventilazione CT2	70.3	65.7	70.0	69.6	65.7	64.3	61.9	55.9	71.9
65	Batteria raffr 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
66	Batteria raffr 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
67	Batteria raffr 2	84.5	85.2	83.3	77.4	72.3	67.2	60.9	53.8	79.6
68	Batteria raffr 2	84.5	85.2	83.3	77.4	72.3	67.2	60.9	53.8	79.6
69	Batteria raffr 3	84.5	85.2	83.3	77.4	72.3	67.2	60.9	53.8	79.6
70	Batteria raffr 3	84.5	85.2	83.3	77.4	72.3	67.2	60.9	53.8	79.6
71	Batteria raffr 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
72	Batteria raffr. 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9

valore <i>Leq misurato</i>		67.0	
		LpA	Lp
31.5 Hz	-39.4	24.1	63.5
63 Hz	-26.2	39.1	65.3
125 Hz	-16.1	44.6	60.7
250 Hz	-8.6	56.4	65.0
500 Hz	-3.2	61.4	64.6
1 kHz	0	60.7	60.7
2 kHz	1.2	60.7	59.5
4 kHz	1	57.9	56.9
8 kHz	-1.1	49.8	50.9
16 kHz	-6.6	31.9	38.5
		<b>66.9</b>	<b>71.9</b>
		Lwa	Lw
31.5 Hz		32.1	71.5
63 Hz		47.1	73.3
125 Hz		52.6	68.7
250 Hz		64.4	73.0
500 Hz		69.4	72.6
1 kHz		68.7	68.7
2 kHz		68.7	67.5
4 kHz		65.9	64.9
8 kHz		57.8	58.9
16 kHz		39.9	46.5
		<b>74.9</b>	<b>79.9</b>

Fig 6.2.1: Calcolo potenza sonora LwA sorgente finestra CT

### 6.3 Analisi acustica mediante software di simulazione MITHRA

Allo scopo di ottenere una previsione più accurata della propagazione acustica sull'area di studio, è stato utilizzato un software di analisi matematica (Mithra 5.1) per ottenere un modello previsionale della propagazione delle onde sonore nel territorio.

L'analisi delle aree in oggetto è stata effettuata con il modello di simulazione MITHRA 5 v.5.1 (licenza BioNoise n. 29235).



Tale modello è sviluppato dalla società francese 01dB MVI Technologies Group sulla base delle seguenti norme e standard:

- CSTB 92
- ISO 9613-2
- NMPB 96

La norma di riferimento scelta dal presente studio è la ISO 9613-2.

Di seguito si riporta una descrizione dei principi e metodi di calcolo generali utilizzati dal software, dei metodi di caratterizzazione del livello di emissione della sorgente, dei metodi di calcolo della propagazione ai ricettori.

La modellazione della propagazione acustica nello spazio, particolarmente su zone edificate, deve integrare tutti i parametri che influenzano la propagazione, fra gli altri, la topografia, il luogo, gli schermi, la natura del terreno, ed in certi casi il vento e l'eterogeneità dell'atmosfera.

L'algoritmo del MITHRA usa un certo numero di ipotesi esemplificative permettendo l'uso di un modello a raggio che segue una traccia inversa dal ricettore alla sorgente.

Il MITHRA software è basato su questo veloce algoritmo per indagare sui percorsi acustici tra fonti del rumore e ricettori, in un luogo urbano complesso. I percorsi sono rappresentati da raggi diretti, diffratti, riflessi (dal terreno o da facciate verticali) o da una combinazione di questi. Non essendo limitato nel suo ordine di riflessione e diffrazione, l'algoritmo è adattato bene alla predizione del rumore del traffico. Il calcolo acustico è fatto per ciascun raggio dal ricettore che taglia una sorgente lineare. Se il passo angolare è sufficientemente piccolo (alcuni gradi), si suppone che la topografia rappresentata da segmenti intersecati dal raggio non varia nel cono angolare; in altre parole che il mezzo della propagazione non varia nel cono. In queste condizioni il problema è riportato a quello del calcolo su una sezione tra una fonte puntuale ed un ricettore. Per questo è necessario definire il potere acustico associato alla sezione considerata, l'attenuazione dalla divergenza geometrica ( $A_{div}$ ), l'assorbimento dell'aria ( $A_{atm}$ ), diffrazione ( $A_{dif}$ ), effetti del terreno ( $A_{ground}$ ), assorbimento delle superfici verticali ( $A_{ref}$ ) su cui il raggio è stato riflesso nel piano orizzontale.

### Calcolo secondo ISO 9613-2 (modello di simulazione MITHRA)

Il livello di pressione sonora in una sezione trasversale è calcolato con la formula seguente:

$$L_p = L_w - A_{div} - A_{atm} - A_{ground} - A_{screen} - A_{ref}$$

dove:

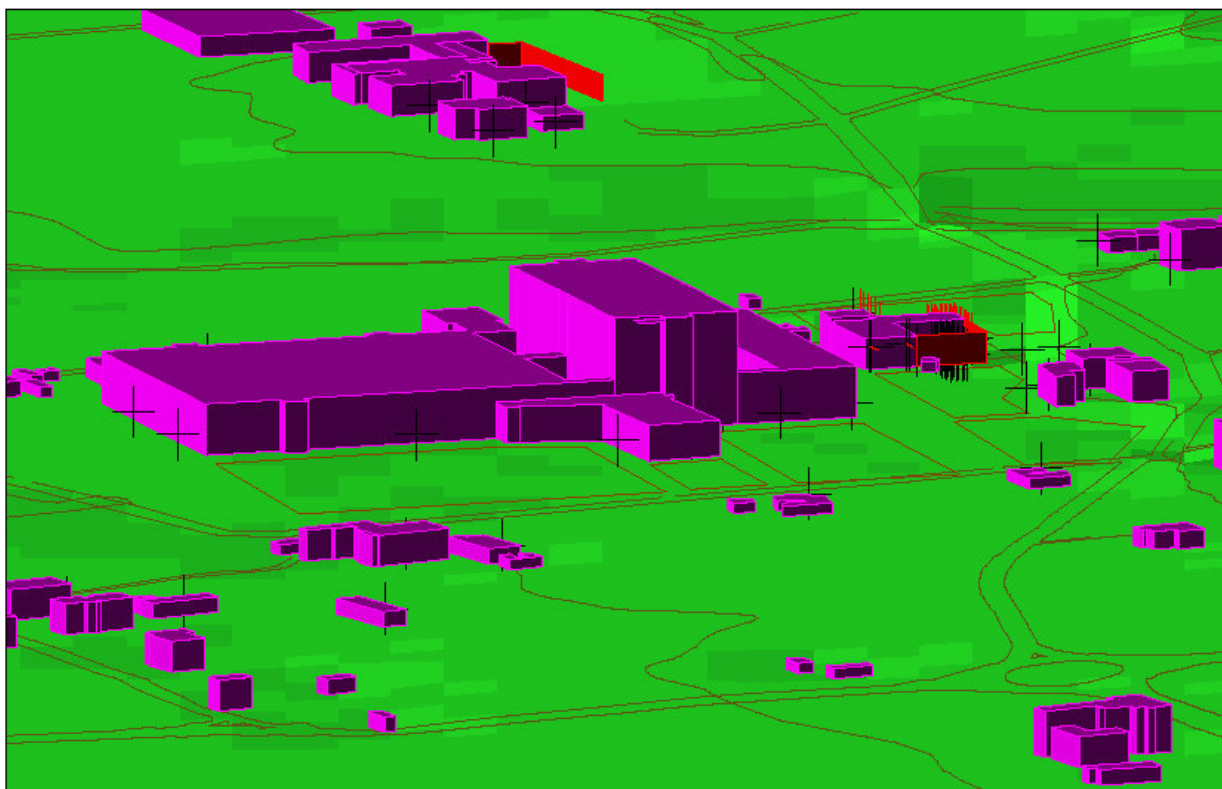
*Aground* è l'attenuazione dovuta all'effetto del terreno con condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono

*Ascreen* è l'attenuazione dovuta alla diffrazione con condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono.

Per una corretta elaborazione della propagazione acustica nell'area interessata dal progetto, sono stati assunti i seguenti parametri:

- Tipo di terreno: assorbente ( $\sigma=600$ )
- Numero di raggi: 100
- Distanza di propagazione: 2.000 m
- Numero di intersezioni: 20
- Numero di riflessioni: 20
- Temperatura: 15°C
- Umidità: 70%
- Condizioni meteo: prevalenza venti NNE e SSO.

Mediante un'accurata ricostruzione dell'andamento planimetrico dell'area ospedaliera ed inserimento dei corpi edificio con relativi apparati tecnologici è stato possibile ricostruire il modello 3D dell'area di studio come riportato in Fig 6.3.1 e 6.3.2.



Fig

6.3.1: Modello 3D dell'area ospedaliera

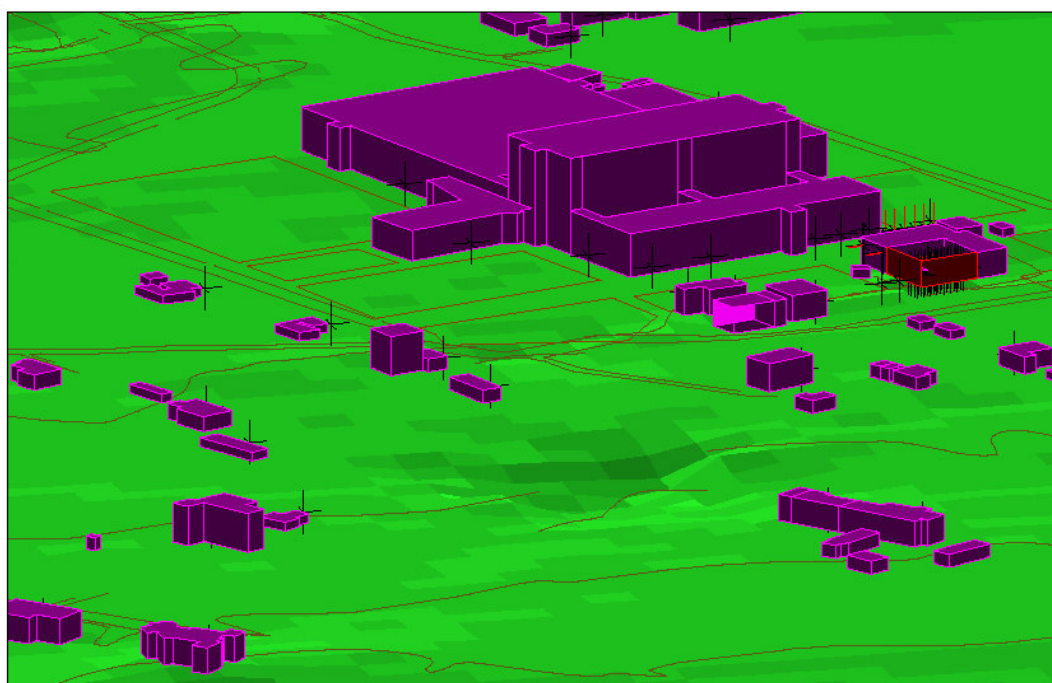


Fig 6.3.2: Dettaglio modello 3D dell'area centrale termica

#### 6.4 Previsioni livelli acustici stato attuale

Il modello di propagazione acustica è stato creato introducendo l'emissione delle sorgenti sonore secondo i criteri indicati al par. precedente.

In Tabella 6.4.1 sono riportati i valori di immissione diurni e notturni ai ricettori nello stato attuale così come ricreato nel software di modellazione.

Nella Tav. DR04T4 sono riportati gli andamenti delle isofoniche nel periodo diurno e notturno, rappresentate come sezioni orizzontali alle altezze di 5,0 m (scala 1:2000).

La calibrazione del modello con le misure eseguite in opera ha permesso di determinare una confidenza dell'ordine di +/- 0,5 dBA riferita al punto di monitoraggio M1.

Tabella 6.4.1: Livelli di immissione Diurni/Notturni – Stato attuale

Ricettore	Descrizione	Informazioni	Lp dB(A) D	Lp dB(A) N
10	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	50.4	45.9
		Primo piano ( 4.5 m)	52	47.7
11	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	50.6	46.2
		Primo piano ( 4.5 m)	52.3	48.1
12	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	53.1	50.5
		Primo piano ( 3.5 m)	54.2	51.5
		piano 2( 6.5 m)	55.2	52.5
13	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	47.3	44
14	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	41.9	38.2
		Primo piano ( 5.0 m)	43.5	39.8
15	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	39.3	35.5
16	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	40.6	37.5
		Primo piano ( 4.5 m)	42.1	39
17	Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	47.2	42.7
		Primo piano ( 5.5 m)	49.5	45.1
		piano 2( 8.5 m)	51.8	48.3
18	Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	49	44.7
		Primo piano ( 5.5 m)	51.5	47.2
		piano 2( 8.5 m)	54.2	51
19	Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	50.2	46.7
		Primo piano ( 5.5 m)	53	49
		piano 2( 8.5 m)	56.7	54.1
20	Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	49	45.5
		Primo piano ( 5.5 m)	51.5	47.9

	piano 2( 8.5 m)	55.9	53.3
21 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	44	40.5
	Primo piano ( 5.5 m)	47.4	43.7
	piano 2( 8.5 m)	48	44.4
	piano 3 (11.5 m)	49	45
	piano 4 (14.5 m)	52	49.7
	piano 5 (17.5 m)	53.2	52.1
	piano 6 (20.5 m)	54.6	53.6
22 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	45.1	41.5
	Primo piano ( 5.5 m)	48.5	44.8
	piano 2( 8.5 m)	48.6	45.1
	piano 3 (11.5 m)	48.2	44.2
	piano 4 (14.5 m)	51.7	49.4
	piano 5 (17.5 m)	53	51.8
	piano 6 (20.5 m)	54.2	53.2
23 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	43.9	40.3
	Primo piano ( 5.5 m)	47.2	43.4
	piano 2( 8.5 m)	47.3	43.7
	piano 3 (11.5 m)	48	43.9
	piano 4 (14.5 m)	51.1	48.8
	piano 5 (17.5 m)	52.1	51
	piano 6 (20.5 m)	52.9	52.2
24 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	44.5	40.8
	Primo piano ( 5.5 m)	47.8	43.9
	piano 2( 8.5 m)	48.1	44.3
	piano 3 (11.5 m)	47.8	43.9
	piano 4 (14.5 m)	50.6	48.4
	piano 5 (17.5 m)	51.2	49.7
	piano 6 (20.5 m)	52	51.1
25 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	42.5	39.2
	Primo piano ( 5.5 m)	43.8	40.4
	piano 2( 8.5 m)	45.5	41.9
26 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	34.2	31.7
	Primo piano ( 5.5 m)	41.2	37.7
	piano 2( 8.5 m)	41.1	37.6
27 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	34.3	31.7
	Primo piano ( 5.5 m)	40.1	36.7
	piano 2( 8.5 m)	39.8	36.5
28 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	29.2	25.5
	Primo piano ( 5.5 m)	32.1	28.3
	piano 2( 8.5 m)	37.8	33.8
29 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	34.8	30.9

	Primo piano ( 5.5 m)	38.1	34.1
30 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	21.3	17.5
	Primo piano ( 5.5 m)	23.4	19.4
31 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	35	32.4
	Primo piano ( 5.5 m)	23.8	20.1
	piano 2( 8.5 m)	30.4	26.7
32 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	18.7	15.2
	Primo piano ( 5.5 m)	21.4	17.8
	piano 2( 8.5 m)	27.2	23.5
33 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	19.3	15
	Primo piano ( 5.5 m)	21.9	17.6
	piano 2( 8.5 m)	27.7	23.4
34 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	19.6	15.2
	Primo piano ( 5.5 m)	21.5	17.1
	piano 2( 8.5 m)	23.2	19.4
35 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	22.4	19
	Primo piano ( 5.5 m)	24	20.5
	piano 2( 8.5 m)	24.6	20.7
36 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	32.4	28.6
37 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	28.7	24.9
38 Casolare	Piano terra ( 1.8 m)	35.2	31.9
	Primo piano ( 4.5 m)	36.2	32.9
39 Casolare	Piano terra ( 1.8 m)	32.2	28.7
	Primo piano ( 4.5 m)	33.6	30
40 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	29.3	26.8
43 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	36.6	34.1
44 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	36.6	32.7
45 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	43.9	41.3
46 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	43.9	40.1

Il complesso dei dati ottenuti dal software di modellazione acustica ha permesso di analizzare i contributi ai singoli ricettori, derivanti dalle numerose sorgenti sonore attive nell'area tecnica ospedaliera; in particolare sono state analizzate le posizioni più significative con due strumenti di analisi acustica specifica, disponibili all'interno del software stesso.

Il primo strumento è la determinazione del contributo delle singole sorgenti sonore al livello globale presso un ricettore; tale strumento permette di identificare le sorgenti



maggiormente responsabili del livello acustico in facciata di un ricettore e valutare le priorità di intervento.

Il secondo strumento, piuttosto raffinato, analizza il tracciamento raggi acustici sorgente-ricettore, evidenziando il contributo energetico in dBA dei singoli raggi; in questo caso oltre alla priorità delle sorgenti si può rilevare il contributo di riflessioni di facciata, riflessioni del terreno, ecc., allo scopo sempre di determinare la miglior combinazione degli interventi di mitigazione acustica.

Il complesso delle elaborazioni ha permesso di determinare i valori di immissione diurni e notturni verso i ricettori abitati esterni; dai risultati ottenuti, tutti i ricettori abitativi mostrano valori in facciate nei limiti di zonizzazione acustica diurna e notturno per aree in classe III (60 dBA diurni e 50 dBA notturni). Per quanto riguarda i valori acustici in facciata dei padiglioni ospedalieri più esposti verso l'area della centrale termica, si rilevano valori massimi intorno ai 50 dBA notturni e 47 dBA notturni.

Non si rilevano valori critici, oltre i limiti, per le aree adibite a degenza.

## **6.5 Previsioni livelli acustici post operam**

Il modello di propagazione acustica calibrato alla situazione “stato attuale” è stato implementato introducendo gli elementi tecnici corrispondenti ai macchinari ed impianti costituiti dal sistema di trigenerazione a gas metano.

L'intervento in progetto consiste in un'opera di efficientamento globale della produzione energetica del complesso ospedaliero, attraverso l'installazione di un gruppo di cogenerazione per produzione combinata di energia elettrica ed energia termica; parte dell'energia termica verrà utilizzata per la produzione del freddo attraverso specifico assorbitore dislocato all'interno dei locali di centrale termica.. La produzione termica del gruppo andrà a sostituire in larga misura la necessità di utilizzo delle caldaie attuali con miglioramento dei rendimenti energetici e miglioramento dell'impatto ambientale.

I componenti del nuovo impianto di cogenerazione possono essere così riepilogati:



- Cogeneratore a gas metano in container insonorizzato, costituito da motore-alternatore di fornitura AB Energy mod. ECOMAX 5 NGS da 530 kWe. (Fig. 6.5.1)
- Sistema di scambiatori di recupero termico acqua motore per alimentazione utenze ospedaliere.
- Batteria di dissipazione calore sulla copertura del container insonorizzato (Fig. 6.5.2)
- Assorbitore per recupero energia termica utile alla produzione del freddo, collocato all'interno di un'area tecnica dei locali CT
- Torre evaporativa tipo EVAPCO mod. LPT-849I a basso numero di giri, collocata nell'area schermata delle batterie di raffreddamento esistenti a ridosso della CT.

Le specifiche schede tecniche degli apparati citati, comprensivi di spettri di emissione sonora, sono riportate in Allegato B.

Nel modello di simulazione acustica utilizzato per la rappresentazione dello stato attuale nell'area ospedaliera, sono stati inseriti i macchinari sopra descritti costituenti il sistema di trigenerazione. Ricostruita nel modello previsionale la geometria dei macchinari, riportati nella tavola DR04T6, sono state assegnate le potenze sonore degli apparati stessi, le cui distribuzioni in banda d'ottava della potenza sonora sono riportate nella Tab. 6.5.1 seguente. In Fig. 6.5.3 è riportata la vista 3D da modello di simulazione dell'area centrale termica con impianto trigenerazione.



Fig. 6.5.1. Cogeneratore mod Ecomax NGS



Fig. 6.5.2. Dissipatore calore

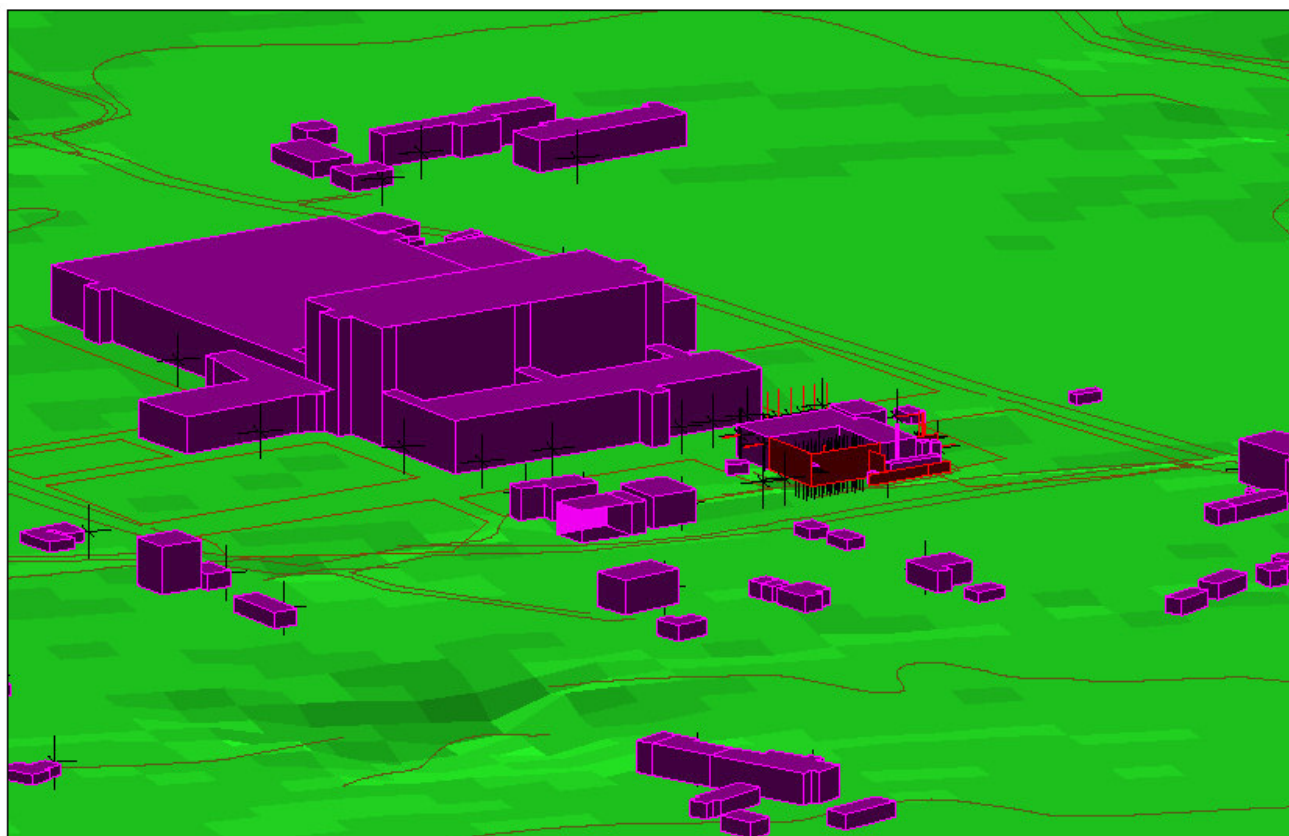


Fig. 6.5.3. Vista 3D area trigeneratore

Tabella 6.5.1: Potenza sonora A delle sorgenti (estratto)

73	Climiniera cogeneratore	74.2	66.1	76.8	68.2	62.7	52.2	39.2	32.6	70.9
75	Ventilatore cog	80.0	79.2	75.5	78.2	76.5	78.4	77.9	77.4	84.6
76	Ventilatore cog	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
77	Ventilatore cog	80.0	79.2	75.5	78.2	76.5	78.4	77.9	77.4	84.6
78	Ventilatore cog	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
80	Ventilatore Evapco	76.3	74.7	70.6	68.1	69.5	67.8	66.7	63.0	74.7
74	Testata container cog	87.3	88.7	76.4	72.0	70.6	69.7	68.4	65.5	78.4
79	Aspirazione sotto cabina	91.7	99.1	78.6	68.8	66.8	63.6	63.4	62.1	83.7

Per gli elaborati del modello di propagazione acustica dello stato di progetto si rimanda alla tavola DR04T5, dove sono riportati gli stessi andamenti delle isofoniche dello stato attuale, ma nelle condizioni post installazione trigeneratore, sia per il periodo diurno che quello notturno.

I valori puntuali ai ricettori, distinti tra periodo diurno e notturno, sono riportati nella Tab. 6.5.2.

Tabella 6.5.2: Livelli di immissione Diurni/Notturni – Stato di progetto (estratto)

Ricettore	Descrizione	Informazioni	Lp dB(A)	Lp dB(A)
			D	N
10	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	50.3	45.9
		Primo piano ( 4.5 m)	51.8	47.6
11	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	50.7	46.4
		Primo piano ( 4.5 m)	52.3	48.2
12	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	54.2	52
		Primo piano ( 3.5 m)	55.3	53.2
		piano 2( 6.5 m)	56.3	54.1
13	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	51.1	48.9
14	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	44.6	41.1
		Primo piano ( 5.0 m)	41	37.6
15	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	41.3	38.8
16	Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	42.8	40.3
		Primo piano ( 4.5 m)	47	42.7
17	Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	49.2	44.9

	Primo piano ( 5.5 m)	51.7	48.3
	piano 2( 8.5 m)	49	44.8
18 Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	51.5	47.3
	Primo piano ( 5.5 m)	54.5	51.4
	piano 2( 8.5 m)	50.2	46.8
19 Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	53	49.1
	Primo piano ( 5.5 m)	57	54.4
	piano 2( 8.5 m)	49	45.5
20 Padiglione est	Piano terra ( 1.8 m)	51.5	47.9
	Primo piano ( 5.5 m)	56.5	53.8
	piano 2( 8.5 m)	44.3	41.1
26 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	41.4	38.2
	Primo piano ( 5.5 m)	41.4	38.2
	piano 2( 8.5 m)	34.7	32.9
27 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	40.2	37.1
	Primo piano ( 5.5 m)	40.2	37.2
	piano 2( 8.5 m)	28.8	25.2
28 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	31.6	28
	Primo piano ( 5.5 m)	37.4	33.7
	piano 2( 8.5 m)	35	31.4
29 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	38.4	34.6
	Primo piano ( 5.5 m)	21.6	18
30 Padiglioni centrali	Piano terra ( 1.8 m)	23.6	20
	Primo piano ( 5.5 m)	35.4	33.5
31 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	24	20.5
	Primo piano ( 5.5 m)	30.5	26.9
	piano 2( 8.5 m)	19	15.7
32 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	21.7	18.4
	Primo piano ( 5.5 m)	27.5	24.1
	piano 2( 8.5 m)	19.7	16
33 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	22.4	18.6
	Primo piano ( 5.5 m)	28.1	24.3
	piano 2( 8.5 m)	21.6	19.3
34 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	24.3	22.4
	Primo piano ( 5.5 m)	27.4	26.1
	piano 2( 8.5 m)	29.3	28.6
35 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	31.2	30.3
	Primo piano ( 5.5 m)	32	30.6
	piano 2( 8.5 m)	33.5	30.9
36 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	37.3	35.7
37 Padiglioni ovest	Piano terra ( 1.8 m)	37.4	34.4
38 Casolare	Piano terra ( 1.8 m)	44	41.6

	Primo piano ( 4.5 m)	44.1	40.6
39 Casolare	Piano terra ( 1.8 m)	50.3	45.9
	Primo piano ( 4.5 m)	51.8	47.6
40 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	50.7	46.4
43 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	52.3	48.2
44 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	54.2	52
45 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	55.3	53.2
46 Abitazione	Piano terra ( 1.8 m)	56.3	54.1

Analizzando in dettaglio il confronto ai singoli ricettori, si rileva come il complesso degli interventi impiantistici dotati delle necessarie mitigazioni acustiche, porti ad una condizione generale di rispetto dei limiti di legge ai ricettori interessati. In particolare gli interventi previsti sui macchinari della centrale di trigenerazione e la presunta riduzione dell'attuale emissione della centrale termica (non considerata cautelativamente nella modellazione) portano al totale rispetto dei limiti assoluti diurni e notturni ai ricettori di zona. Per quanto riguarda i padiglioni ospedalieri più direttamente a ridosso dell'area centrale termica, non si rilevano sostanziali modificazioni rispetto allo stato acustico attuale.

## 6.6 Opere di mitigazione previste

Nel presente paragrafo viene fornita una descrizione delle opere di abbattimento acustico passive, previste sui macchinari costituenti la nuova unità di trigenerazione a gas..

In dettaglio, i dispositivi previsti si possono articolare nelle seguenti tipologie:

- Schermi acustici in pannelli fonoassorbenti-fonoisolanti posti sopra al muro di contenimento laterale al gruppo di trigenerazione; è previsto un muro in CLS armato di altezza 1,0 m sulla cui sommità verrà disposto uno schermo in pannelli fonoassorbenti-fonoisolanti di un ulteriore metro di altezza.
- Schermi acustici in pannelli fonoassorbenti-fonoisolanti posti davanti alla zona di accesso al container del trigeneratore, di altezza 5,0 m, a costituire una delimitazione dell'area con passaggio operatore e possibilità di smontaggio per manutenzioni alle macchine.

- Container silenziato di alloggiamento gruppo generazione a gas con livello di emissione garantito di 55 dBA a 10 m
- Silenziatore gas di scarico gruppo generazione del tipo risonante-assorbente ad elevato abbattimento
- Posizionamento della batteria di raffreddamento EVAPCO all'interno dell'area schermata acusticamente, dove sono attualmente disposte le batterie di raffreddamento della centrale termica.

Il complesso degli interventi descritti è individuato graficamente nella tavola allegata DR04T6.



## 7 CONCLUSIONI

Il presente lavoro aveva come scopo lo studio del clima acustico attuale nell'area polo ospedaliero Città di Castello con particolare riferimento alla valutazione acustica previsionale degli impianti necessari all'installazione di una nuova unità di trigenerazione alimentata a gas metano.

Il lavoro di indagine ha riguardato l'area ospedaliera con particolare attenzione all'area prospiciente la centrale termica – trigenerazione, verificando la situazione attuale al complesso ricettori abitativi nell'area ed alle aree ospedaliere, intese come padiglioni specialistici-degenze.

Complessivamente sono stati eseguiti sia monitoraggi di lungo periodo (24 ore), numerose misure di breve periodo, censiti circa 30 ricettori abitativi-servizi nell'area esterna al Polo Ospedaliero, censiti numerosi ricettori in posizione significative dei padiglioni ospedalieri ed eseguite varie misure di caratterizzazione acustica delle sorgenti attuali.

Tutto il materiale raccolto allo stato attuale, ha permesso di calibrare un modello di propagazione acustica nell'area, determinando poi l'impatto della nuova unità di trigenerazione a gas metano.

La situazione acustica attuale dell'area ospedaliera evidenzia il totale rispetto dei limiti di legge ai ricettori intesi come valori assoluti diurni e notturni dettati dalla zonizzazione acustica vigente che pone le aree esterne all'ospedale in Classe III.

Il complesso dei dati acustici ottenuti per la situazione di progetto, evidenzia il rispetto dei limiti assoluti di zona, diurni e notturni, presso i ricettori abitativi più prossimi all'area tecnica di centrale termica. I livelli assoluti ai ricettori, soprattutto nel periodo diurno, permettono di affermare di essere al disotto del limite di applicabilità del criterio differenziale.

Si ringrazia il personale Cofely addetto agli impianti energetici per la collaborazione in fase di esecuzione delle misure e sopralluoghi tecnici.





Cofely Italia S.p.A.  
Viale Giorgio Ribotta 31  
00144 Roma

Pratica

16031\_BRI



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia



Ellera di Corciano 27 maggio 2016.

Il gruppo di lavoro

Strani Ing. Giancarlo  
Bionoise Ingegneria Ambientale



Girolmetti Ing. Giacomo

Ambrogio Arch. Cosimo



Cofely Italia S.p.A.  
Viale Giorgio Ribotta 31  
00144 Roma

Pratica  
16031\_BRI



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia

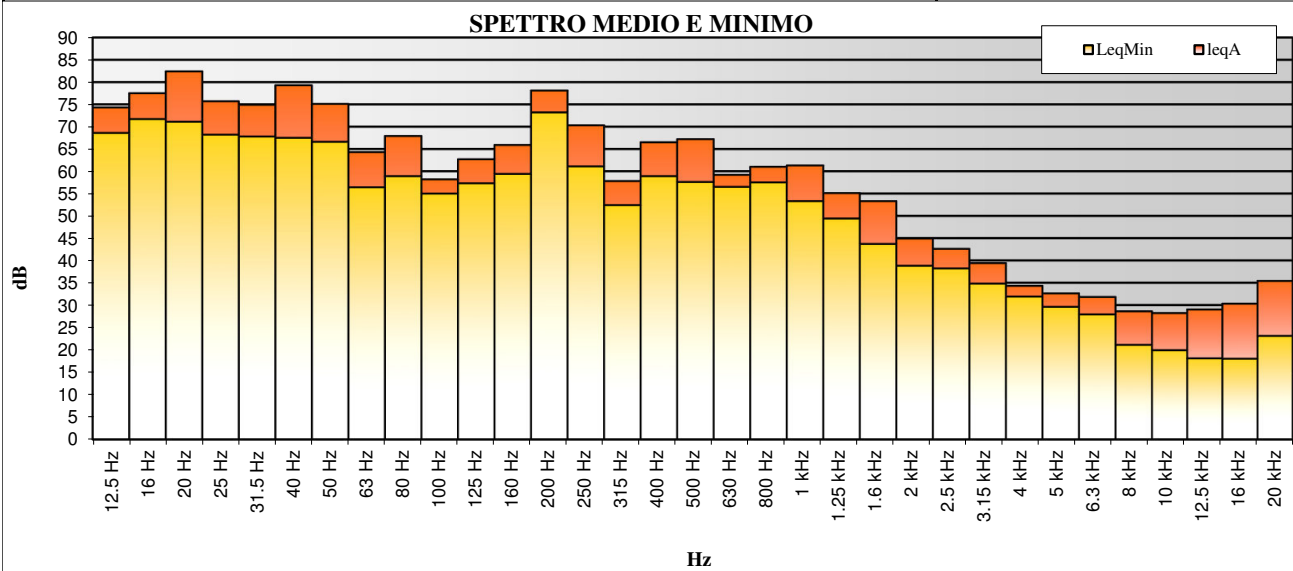


## ALLEGATO A

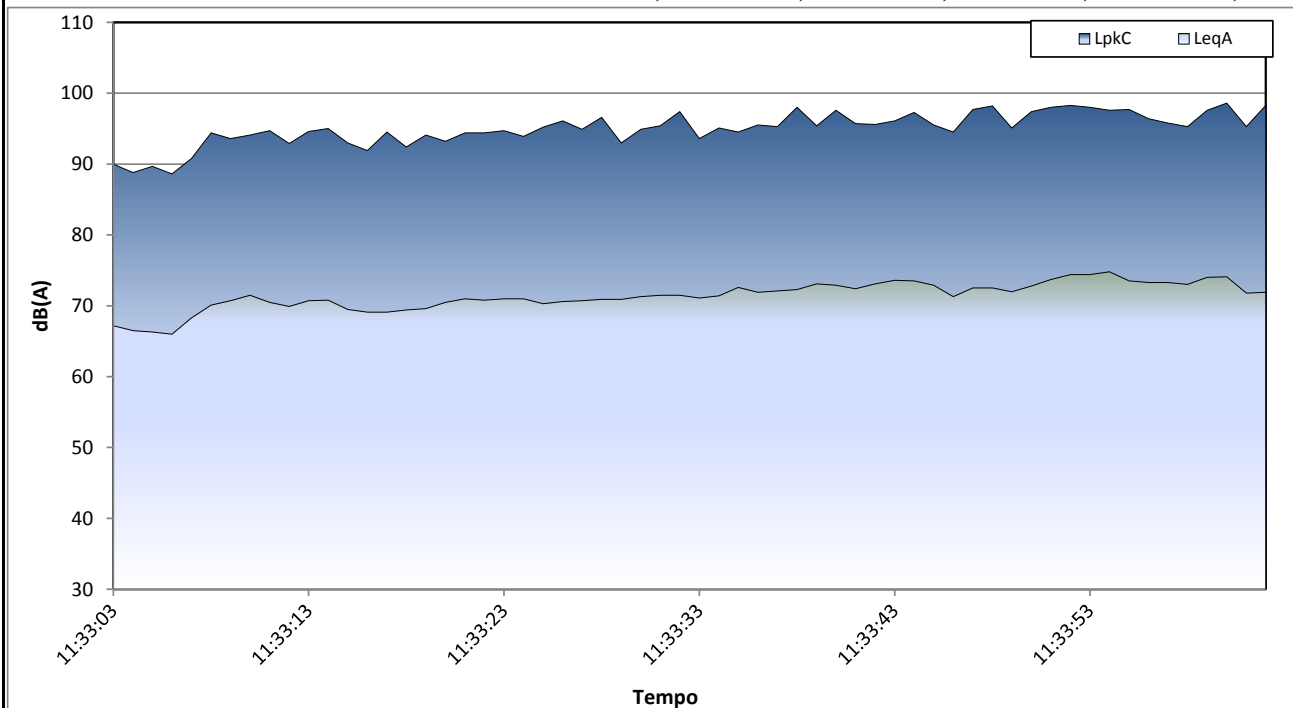
### REPORT FONOMETRICI DI MISURA

- Report monitoraggio M1
- Report misure puntuali P1 – P6

PUNTO N.

**P6****RILIEVI FONOMETRICI AMBIENTE ESTERNO****Località:****CITTÀ DI CASTELLO (PG) - VIA ANGELINI****Condizioni Meteo:****POCO NUVOLOSO - 15°C****Livello di rumore:****AMBIENTALE****Periodo di riferimento:****DIURNO****LeqA = 71.8 dB(A)****Esecutori delle misure:** Ingg. Strani Giancarlo, Girolmetti GiacomoInizio: 16/5/16 11:33  
Fine: 16/5/16 11:34

Lmin	Lmax	Picco	SEL	L5	L10	L50	L95	L99
66.0	74.8	98.6	89.6	74.0	73.5	71.3	66.4	65.9

**Punto di Misura:**

Facciata padiglione ospedaliero antistante centrale termica

**Sorgenti di rumore:**

Centrale termica



Cofely Italia S.p.A.  
Viale Giorgio Ribotta 31  
00144 Roma

Pratica

16031\_BRI



Str. del Colle 1/a  
Fraz. Fontana  
06132 Perugia



## ALLEGATO B

### SCHEDE TECNICHE APPARATI DI TRIGENERAZIONE

- Scheda motore
- Emissioni sonore torre evaporativa



## Descrizione Tecnica

impianto di cogenerazione

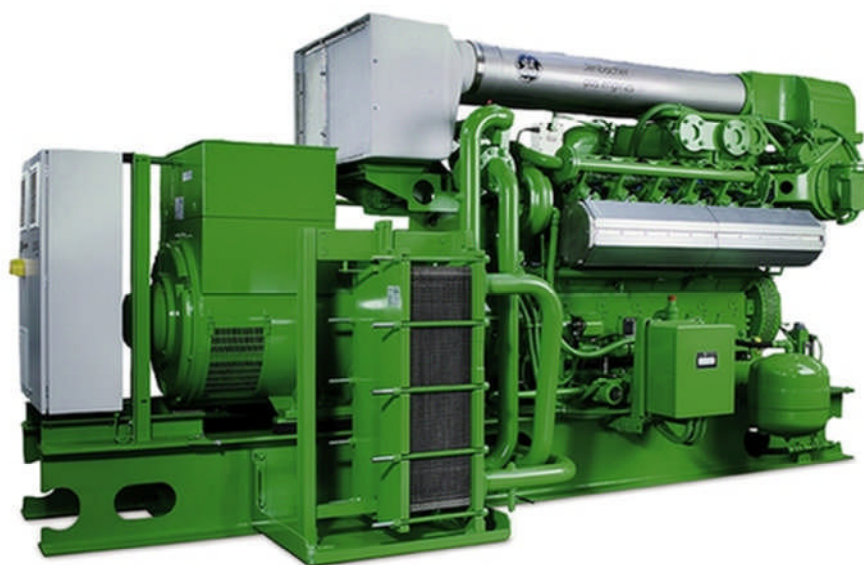
# JMS 312 GS-N.L

Grid Code Statico

---

## Polien

---



**Potenza elettrica**

**530 kW el.**

**Potenza termica**

**314 kW**

### Emissioni

NOx < 250 mg/Nm<sup>3</sup> (5% O<sub>2</sub>)



<b>0.01 Dati Tecnici (al modulo)</b>	<b>3</b>
Dimensioni principali e pesi (al modulo)	4
Raccordi	4
Potenza / Consumo	4
<b>0.02 Dati Tecnici del Motore</b>	<b>5</b>
Potenze termiche	5
Dati gas di scarico	5
Dati aria di combustione	5
Livello sonoro	6
Potenza sonora	6
<b>0.03 Dati Tecnici del Generatore</b>	<b>7</b>
Reattanze e costanti di Tempo (saturato)	7
<b>0.04 Dati Tecnici recupero calore</b>	<b>8</b>
Dati generali - Circuito acqua calda	8
dati generali - circuito acqua di raffreddamento	8
<b>variante di connessione C</b>	<b>9</b>
<b>0.10 Condizioni di riferimento</b>	<b>10</b>



## 0.01 Dati Tecnici (al modulo)

Dati con:

**Pieno** **Carico parziale**  
**carico**

Potere calorifico inferiore del gas (PCI)		kWh/Nm <sup>3</sup>		9,5		
				100%	75%	min.
Potenza introdotta		kW	[2]	1.357	1.050	866
Quantità di gas		Nm <sup>3</sup> /h	*)	143	111	91
Potenza meccanica		kW	[1]	548	411	329
Potenza elettrica		kW el.	[4]	530	396	316
Potenze termiche recuperabili						
~ Primo stadio intercooler		kW		33		
~ Olio		kW		73		
~ Acqua di raffreddamento motore		kW		208		
~ Gas di scarico raffreddati a 452 °C		kW		~		
Potenza termica complessiva		kW	[5]	314		
Potenza erogata complessiva		kW totale		844		
Potenza termica da dissipare						
~ Secondo stadio intercooler		kW		69		
~ Olio		kW		~		
~ Calore insuperficie	ca.	kW	[7]	52		
Consumo elettrico specifico del motore		kWh/kWel.h	[2]	2,56		
Consumo specifico del motore		kWh/kWh	[2]	2,48		
Consumo olio motore	ca.	kg/h	[3]	0,16		
Rendimento elettrico		%		39,1%		
Rendimento termico		%		23,1%		
Rendimento complessivo		%	[6]	62,2%		
Circuito acqua calda:						
Temperatura di mandata		°C		90,0		
Temperatura di ritorno		°C		80,0		
Portata nominale		m <sup>3</sup> /h		26,9		

\*) Valore indicativo per il dimensionamento della tubazione,  $Sm^3 = Nm^3 \times 1,055$

[ ] Spiegazioni: vedi voce 0.10 - Parametri tecnici

I dati termici si riferiscono alle condizioni di riferimento riportate nell'allegato 0.10. In caso di scostamenti da queste condizioni, possono esserci variazioni nei bilanci termici. Questi scostamenti devono essere considerati nel dimensionamento dei circuiti di dissipazione ( emergenza, intercooler, ...). Sulla tolleranza del  $\pm 8$  % inerente la potenza termica recuperabile si consiglia di considerare per il progetto del recupero un'ulteriore tolleranza del +5 %.





## Dimensioni principali e pesi (al modulo)

Lunghezza	mm	~ 4.700
Larghezza	mm	~ 2.300
Altezza	mm	~ 2.300
Peso a secco	kg	~ 9.500
Peso pronto per l'esercizio	kg	~ 10.000

## Raccordi

Ingresso ed uscita acqua calda	DN/PN	80/10
Uscita gas di scarico	DN/PN	250/10
Gas di combustione (al modulo)	DN/PN	80/16
Scarico acqua ISO 228	G	1/2"
Scarico condensa	DN/PN	50/10
Valvola di sicurezza acqua motore (ISO 228)	DN/PN	1 1/2"/2,5
Valvola di sicurezza acqua calda	DN/PN	50/16
Riempimento olio lubrificante (tubo)	mm	28
Scarico olio lubrificante (tubo)	mm	28
Riempimento acqua motore (tubo flessibile)	mm	13
Acqua ingresso/uscita primo stadio intercooler	DN/PN	80/10
Acqua ingresso/uscita secondo stadio intercooler	DN/PN	65/10

## Potenza / Consumo

Potenza standard ISO-ICFN	kW	548
Press. media eff. a carico nom. e velocità nom.	bar	15,01
Tipo di gas		Gas naturale
Numero metanico di riferimento Numero metanico minimo	MZ d)	94 60
Rapporto di compressione	Epsilon	12,5
Range ammesso di pressione del gas all'entrata della rampa	mbar	80 - 200 c)
Range di pressione del flusso del gas di combustione ammesso	%	± 10
Velocità massima di variazione pressione gas	mbar/sec	10
Temperatura massima raffreddamento intercooler 2° stadio	°C	40
Consumo specifico del motore	kWh/kWh	2,48
Consumo specifico olio lubrificante	g/kWh	0,30
Temperatura olio mass.	°C	90
Temperatura mass. acqua raffreddamento motore	°C	95
Volume cambio olio	lit	~ 216

c) Pressione di gas inferiore su richiesta

d) Basato sul programma di calcolo del numero metanico AVL 3.1 (calcolato senza N2 e CO2)



## 0.02 Dati Tecnici del Motore

Costruttore		GE Jenbacher
Tipo di motore		J 312 GS-D02
Ciclo di funzionamento		4-tempi
Disposizione cilindri		V 70°
Numero cilindri		12
Alesaggio	mm	135
Corsa	mm	170
Cilindrata	lit	29,20
Velocità nominale	rpm	1.500
Velocità media del pistone	m/s	8,50
Lunghezza	mm	2.400
Larghezza	mm	1.457
Altezza	mm	2.065
Peso a secco	kg	3.200
Peso pronto per l'esercizio	kg	3.530
Momento d'inerzia del volano	kgm <sup>2</sup>	7,77
Senso di rotazione (visto lato volano)		a sinistra
Livello dist. radio sec. VDE 0875		N
Motorino d'avviam.: pot.	kW	7
Motorino d'avviam.: tensione	V	24

### Potenze termiche

Potenza introdotta	kW	1.357
Intercooler	kW	102
Olio	kW	73
Acqua di raffreddamento motore	kW	208
Gas di scarico raffreddati a 180 °C	kW	255
Gas di scarico raffreddati a 100 °C	kW	326
Calore insuperficie	kW	28

### Dati gas di scarico

Temperatura gas di scarico a pieno carico	°C [8]	452
Temperatura gas di scarico a BMEP= 13,5 [bar]	°C	~ 461
Temperatura gas di scarico a BMEP= 9 [bar]	°C	~ 485
Portata gas di scarico umido	kg/h	2.996
Portata gas di scarico secco	kg/h	2.785
Volume gas di scarico umido	Nm <sup>3</sup> /h	2.376
Volume gas di scarico secco	Nm <sup>3</sup> /h	2.114
Contropressione mass. gas di scarico all'uscita motore	mbar	60

### Dati aria di combustione

Portata aria	kg/h	2.902
Volume aria	Nm <sup>3</sup> /h	2.245
Massima perdita di carico ammissibile filtri in aspirazione	mbar	10



## Livello sonoro

Aggregato b)	dB(A) re 20µPa	95
31,5 Hz	dB	80
63 Hz	dB	87
125 Hz	dB	91
250 Hz	dB	91
500 Hz	dB	90
1000 Hz	dB	89
2000 Hz	dB	86
4000 Hz	dB	86
8000 Hz	dB	89
Gas di scarico a)	dB(A) re 20µPa	115
31,5 Hz	dB	108
63 Hz	dB	119
125 Hz	dB	113
250 Hz	dB	117
500 Hz	dB	112
1000 Hz	dB	111
2000 Hz	dB	103
4000 Hz	dB	101
8000 Hz	dB	98

## Potenza sonora

Aggregato	dB(A) re 1pW	115
superficie di misura	m <sup>2</sup>	98
Gas di scarico	dB(A) re 1pW	123
superficie di misura	m <sup>2</sup>	6,28

a) I valori menzionati sono pressioni sonore misurate secondo DIN 45635, distanza 1 m, con propagazione semisferica in ambiente riflettente.

b) I valori menzionati sono pressioni sonore (riferite in condizioni di campo libero) secondo DIN 45635 classe di precisione 3 distanza di misura 1 m.

Gli spettri valgono per moduli fino a una pme di 17,7 bar. (aggiungere un margine di 1 dB su tutti i valori per ogni aumento di 1 bar di pressione).

Con funzionamento a 1200 giri/min sono le stesse, con 1800 giri/min sono da aumentare di 3 dB.

tolleranza macchina ± 3 dB



## 0.03 Dati Tecnici del Generatore

Costruttore		STAMFORD e)
Tipo		CG 634 J e)
Potenza omologata	kVA	927
Potenza meccanica introdotta	kW	548
Potenza attiva a $\cos \phi = 1,0$	kW	530
Potenza attiva a $\cos \phi = 0,8$	kW	525
Potenza apparente a $\cos \phi = 0,8$	kVA	656
Potenza reattiva nominale a $\cos \phi = 0,8$	kVar	393
Corrente nominale a $\cos \phi = 0,8$	A	946
Frequenza	Hz	50
Tensione	V	400
Giri	rpm	1.500
Velocità di fuga	rpm	1.800
Fattore di potenza (ritardo – anticipo)		0,8 - 0,95
Rendimento a $\cos \phi = 1,0$	%	96,7%
Rendimento a $\cos \phi = 0,8$	%	95,7%
Momento d'inerzia del volano	kgm <sup>2</sup>	22,40
Massa	kg	2.300
Livello dist. radio sec. EN 55011 Class A (EN 61000-6-4)		N
Forma costruttiva		B3/B14
Grado di protezione		IP 23
Classe d'isolamento		H
rialzo di temperatura (con potenza meccanica)		F
Temperatura ambientale massima	°C	40

### Reattanze e costanti di Tempo (saturato)

$x_d$ Reattanza sincrona secondo l'asse diretto	p.u.	1,79
$x_d'$ Reattanza transitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,15
$x_d''$ Reattanza subtransitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0,09
$x_2$ reattanza di sequenza inversa	p.u.	0,13
$T_d''$ Costante di tempo subtransitoria della corrente di c.to c.to	ms	25
$T_a$ Costante di tempo - corrente continua	ms	46
$T_{do}'$ Costante di tempo transitoria a vuoto	s	3,03

e) GE Jenbacher si riserva il diritto di modificare il fornitore ed il tipo di generatore. I dati tecnici del generatore potranno essere soggetti a variazioni trascurabili. La potenza elettrica erogata dichiarata verrà garantita.



## 0.04 Dati Tecnici recupero calore

### Dati generali - Circuito acqua calda

Potenza termica complessiva	kW	314
Temperatura di ritorno	°C	80,0
Temperatura di mandata	°C	90,0
Portata nominale	m³/h	26,9
Pressione nominale acqua calda	PN	10
pressione di esercizio min.	bar	3,5
pressione di esercizio mass.	bar	9,0
Perdita di pressione nominale acqua calda	bar	0,60
Tolleranza massima ammissibile temperatura di ritorno	°C	+0/-5
Velocità di variazione mass. ammissibile	°C/min	10

### dati generali - circuito acqua di raffreddamento

Potenza termica da dissipare	kW	69
Temperatura di ritorno	°C	40
Portata acqua di raffreddamento	m³/h	15
Pressione nominale acqua calda	PN	10
pressione di esercizio min.	bar	0,5
pressione di esercizio mass.	bar	5,0
Perdita di carico acqua di raffreddamento	bar	~
Tolleranza massima ammissibile temperatura di ritorno	°C	+0/-5
Velocità di variazione mass. ammissibile	°C/min	10

variante di connessione C

Polien

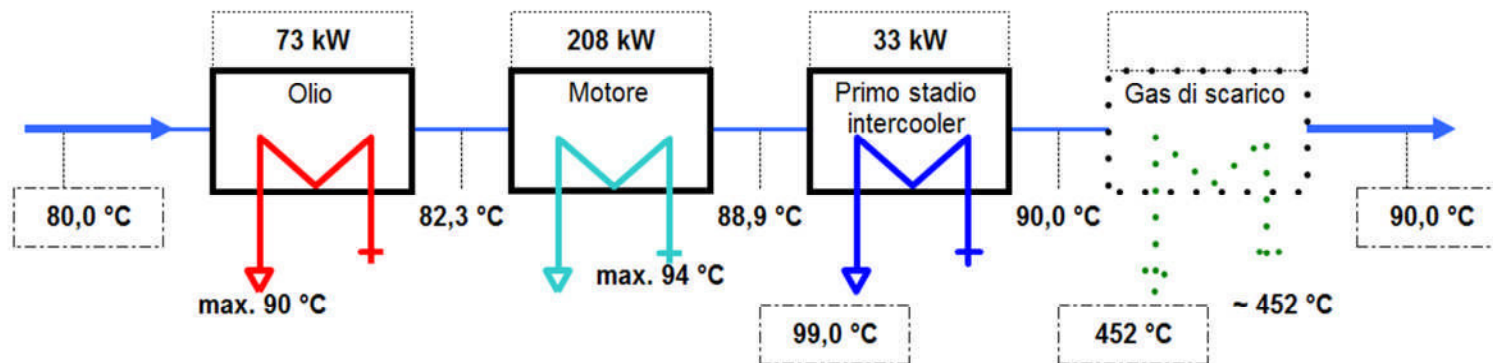
J 312 GS-D02

## Circuito acqua calda

Potenze termiche recuperabili = 314 kW

( $\pm 8\%$  tolleranza + 5% riserva per dispositivi di raffreddamento)

Portata nominale = 26,9 m<sup>3</sup>/h

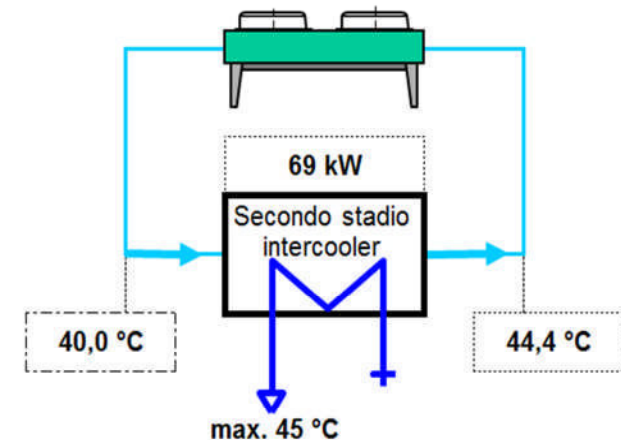


## Circuito a bassa temperatura (calcolato con di glicole 37%)

Potenza termica da dissipare = 69 kW

( $\pm 8\%$  tolleranza + 5% riserva per dispositivi di raffreddamento)

Portata acqua di raffreddamento = 15,0 m<sup>3</sup>/h





## 0.10 Condizioni di riferimento

I dati riportati nelle specifiche tecniche si riferiscono al funzionamento del motore a pieno carico, in accordo alle temperature e al numero metanico di riferimento indicati.  
Lo sviluppo si riserva di poter apportare modifiche a tali prescrizioni.

Le indicazioni di pressione si intendono come sovrappressioni.

- (1) Potenza ISO - standard limitata DIN-ISO 3046 e DIN 6271 riferita alle condizioni standard e a giri nominale.
- (2) secondo la DIN-ISO 3046 e DIN 6271, rispettivamente, con una tolleranza del +5%. La performance di efficienza è basata su un'unità nuova (immediatamente dopo il commissioning/messa in marcia). Gli effetti del deterioramento durante il normale esercizio possono ridotti seguendo un regolare programma di manutenzione.
- (3) Valore medio fra intervalli di cambio olio secondo il calendario di manutenzione, senza la quantità del cambio.
- (4) Secondo normativa VDE 0530 REM / IEC-34.1 con relativa tolleranza, a fattore di potenza  $\cos.\phi = 1,0$
- (5) Per potenza complessiva con tolleranza del  $\pm 8 \%$
- (6) Secondo le condizioni di cui sopra da (1) a (5)
- (7) Valido solo per il modulo (motore e alternatore), impianti periferici non considerati (a fattore di potenza  $\cos.\phi = 0,8$ )
- (8) Temperatura gas di scarico con una tolleranza di  $\pm 8 \%$

### Disturbi radio

Grazie al dispositivo di accensione dei motori a gas vengono rispettati i limiti delle CISPR 12 (30-75 MHz, 75-400 MHz, 400-1000 MHz), e EN 55011, classe B (30-230 MHz, 230-1000 MHz) per i disturbi radio.

### Definizione di potenza

- Potenza ISO-standard limitata:  
E' la potenza utilizzabile in via continuativa dichiarata dalla casa costruttrice per un motore funzionante secondo il numero di giri nominale nelle condizioni di manutenzione eseguite nei tempi e nei modi richiesti dalle indicazioni tecniche. Tale potenza viene misurata sperimentalmente dalla casa costruttrice in condizioni di funzionamento reali e calcolata per le condizioni di riferimento DIN-ISO 3046 e DIN 6271.
- Condizioni di riferimento DIN-ISO 3046 e DIN 6271:

Pressione aria:	1000 mbar o 100 m S.L.M.
Temperatura aria	25 °C o 298 K
Umidità relativa	30 %
- Indicazioni dei volumi in riferimento normale (gas alimentazione, aria comburente, gas di scarico)

Pressione:	1013 mbar
Temperatura:	0°C

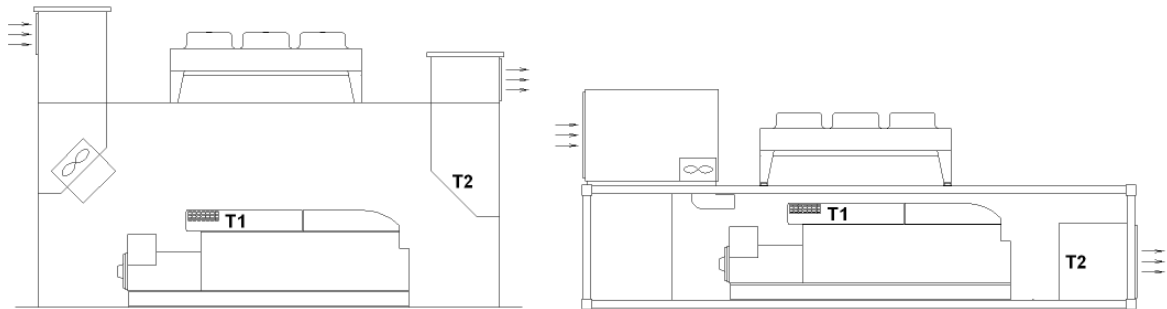
### Riduzione di potenza per motori sovralimentati

Per installazioni superiori a **500 m slm** e/o temperatura d'aspirazione superiori **30 °C (T1)**

Massima temperatura in sala: **50°C (T2)** -> guasto che implica l'arresto

La riduzione de potenza del motore é da definire in base alle condizioni specifiche del progetto.





Se il valore del numero metanico scende al di sotto del suo valore di riferimento ed il sistema rileva la presenza di autodetonazioni, il regolatore „Engine Management“ interviene prima, a pieno carico, modificando opportunamente i tempi di accensione della miscela, poi riducendo la potenza del motore. Il superamento dei limiti di frequenza e di tensione per i generatori secondo la zona A della IEC 60034-1 comporterà una riduzione della potenza.

#### **Condizioni tecniche**

L'impianto, in merito tecnica delle vibrazioni, è progettato secondo la ISO 8528-9 e ne rispetta i limiti indicati.

Il trasporto su ferrovia deve, se appena possibile , essere evitato (**IT1000-0046**).

I mezzi d'esercizio e sistemi periferici per l'esercizio dei motori a gas della GE JENBACHER devono soddisfare le prescrizioni contenute nella **IT 1100-0110, IT 1100-0111 e IT 1100-0112**.

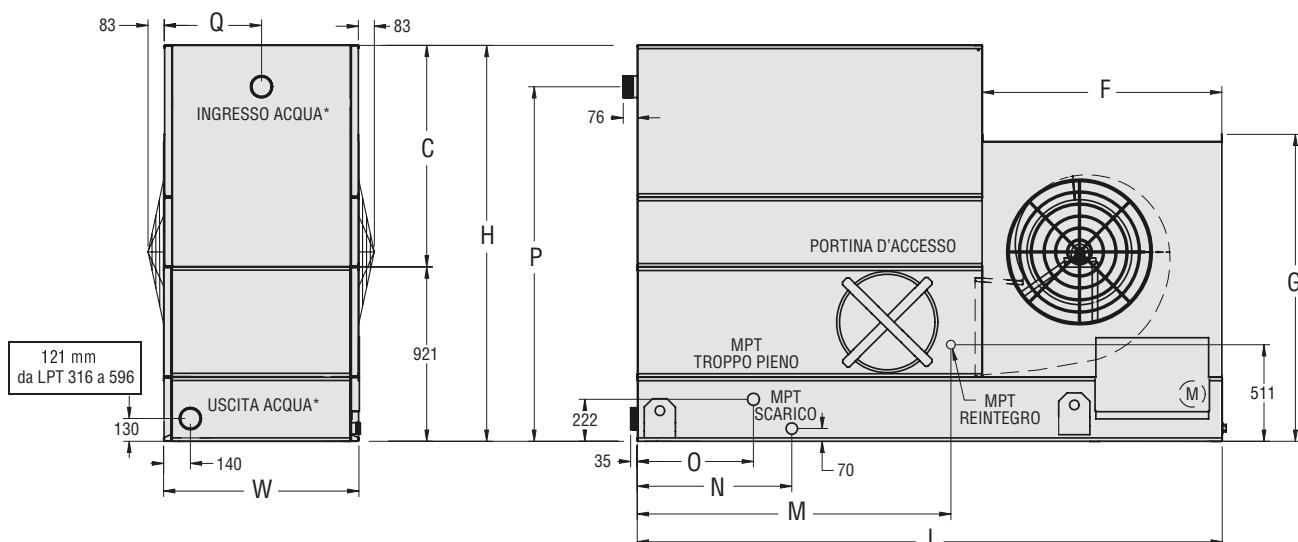
#### **Condizioni limite per impianti di commutazione ed equipaggiamento elettrico**

Umidità relativa dell'aria al 50% con una temperatura massima di +40°.

Altitudine fino a 2.000 m sopra il livello medio del mare.

## DATI TECNICI E DIMENSIONI

\* DN 100 connessioni filettate maschio  
DN 150 connessioni a saldare  
Consultare EVAPCO per connessioni speciali



## Torri evaporative ad altezza ridotta

## Modelli da LPT 316 a 5712

[illegible]



Livelli di pressione sonora (SPL) in dB RE 0.0002 Microbar

Livelli di potenza sonora (PWL) in dB RE 10-12 Watt

MODEL LPT-849I

O

MOTORE 15,00 kW

# MOTORS 1

VELOCIT Massima velocità

Ä:

### 1 DATI PER CELLA

		SOUND PRESSURE LEVEL (dB)												
		Lato		Lato Motore		Lato opposto		Lato opposto al motore		Sopra				Potenza sonora (dB)
		5 ft	50 ft	5 ft	50 ft	5 ft	50 ft	5 ft	50 ft	5 ft	50 ft			Potenza
BANDA		(1.5m)	(15m)	(1.5m)	(15m)	(1.5m)	(15m)	(1.5m)	(15m)	(1.5m)	(15m)			LIVELLO (dB)
63 HZ		73	64	64	61	67	59	64	61	69	59			93
125 HZ		64	59	57	50	65	58	57	50	67	57			88
250 HZ		59	49	54	42	59	48	54	42	64	54			81
500 HZ		60	43	54	41	55	41	54	41	62	50			77
1 KHZ		57	43	52	34	52	34	52	34	55	47			74
2 KHZ		55	40	45	25	49	33	45	25	52	43			70
4 KHZ		55	39	34	22	45	30	34	22	49	42			69
8 KHZ		58	40	42	30	37	30	42	30	52	40			68
dBA calcolati		64	50	56	42	58	46	56	42	63	53			81

Opzioni Suono selezionate Silenziatore Ingresso

- REMARKS:
1. I livelli di pressione sonora sono in accordo alla norma CTI Standard ATC-128
  2. I livelli di potenza sonora sono stati calcolati in base alla sez. n°8 della norma CTI Standard ATC-128
  3. I valori sono relativi alla condizione in campo libero su una superficie piana riflettente con una tolleranza di +/- 2 dB(A)
  4. I livelli di rumorosità possono aumentare con l'utilizzo dell'inverter a seconda del costruttore e del tipo di trasmissione
  5. I livelli sonori sono relativi all'unità con tutti i ventilatori in funzione