



**A6**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO  
AMBIENTALE**


**IMPIANTO DI RECUPERO DEL LETAME  
E FRAZIONE UMIDA DEI RIFIUTI  
PER LA PRODUZIONE DI COMPOST ED ENERGIA  
MODIFICA DI PROGETTO DI IMPIANTO PER IL SOLO RECUPERO DEL  
LETAME GIA' AUTORIZZATO CON A.U. DELLA PROVINCIA DI  
GROSSETO EX D.D. 582 DEL 23/02/2009**

**COMUNE DI CAMPAGNATICO  
PROVINCIA DI GROSSETO**

**MARCOPOLO Engineering S.p.A.**  
Via XI Settembre, 37  
12011 Borgo San Dalmazzo (CN)

## VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO AMBIENTALE

Impianto a ciclo chiuso di valorizzazione energetica  
ed agronomica di scarti zootecnici/ agroindustriali  
presso Campagnatico (GR)

| Revisione | Data di emissione | Tecnico competente in acustica<br>ambientale  |
|-----------|-------------------|---|
| 0         | 13 febbraio 2008  | <br>Ing. Enrico NATALINI |

## INDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 0.  | PREMESSA .....                                 | 4  |
| 1.  | DESCRIZIONE IMPIANTO .....                     | 4  |
| 2.  | DESCRIZIONE TEMPORALE EMISSIONI SONORE.....    | 9  |
| 3.  | DESCRIZIONE COSTRUTTIVE LOCALI.....            | 10 |
| 4.  | DESCRIZIONE RICETTORI.....                     | 10 |
| 5.  | COLLOCAZIONE TERRITORIALE E DELL'IMPIANTO..... | 13 |
| 6.  | LIMITI APPLICABILI.....                        | 13 |
| 7.  | SITUAZIONE ANTE OPERAM.....                    | 15 |
| 8.  | VALUTAZIONE PREVISIONALE.....                  | 16 |
| 9.  | RISULTATI DELLA MODELLIZZAZIONE.....           | 21 |
| 10. | ANALISI DEI RISULTATI.....                     | 24 |
| 11. | DESCRIZIONE PROVVEDIMENTI TECNICI.....         | 24 |
| 12. | TECNICI COMPETENTI .....                       | 24 |

## **0. Premessa**

Il presente lavoro viene eseguito allo scopo di soddisfare le richieste della normativa vigente in materia di valutazione dell'impatto acustico relativo a nuovi impianti adibiti ad attività produttive.

Tali attività risultano ex legge soggette a VIAA (Valutazione di Impatto Acustico Ambientale) in conformità all'art. 8 L. 447/95 e devono essere valutate a cura di un professionista abilitato a tale funzione, secondo il disposto dell'art. 2 legge 447/95.

## **1. Descrizione impianto**

Oggetto della presente valutazione di impatto acustico-ambientale è un impianto a ciclo chiuso di valorizzazione energetica ed agronomica di scarti zootecnici/ agroindustriali, che sorgerà in area agricola del comune di Campagnatico (GR).

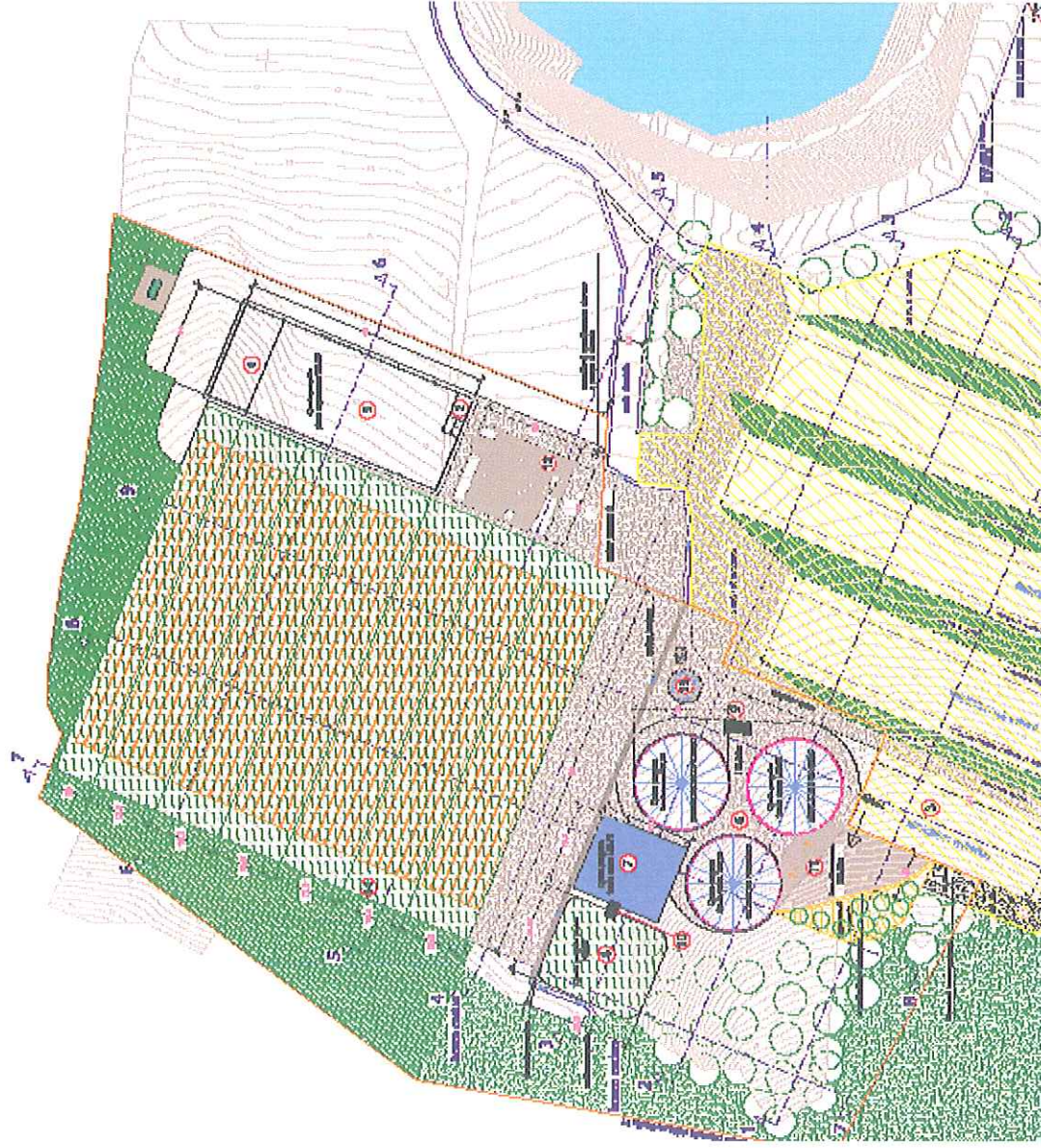
L'impianto sarà installato su area di proprietà dell'Azienda Agricola Annonese adiacente alla zona destinata alle stalle.

L'impianto sarà costituito dai seguenti elementi principali:

- un capannone per la vagliatura e l'insacchettamento;
- digestori anaerobici Mesad;
- vasca stoccaggio frazione liquida digestato;
- platea coperta stoccaggio digestato;
- stazione di pompaggio;
- unità di co-generazione.

Nel disegno nella pagina a seguire si riporta il layout dell'impianto.





*Planimetria impianto*

In linea generale il principio di funzionamento dell'impianto si basa sulla decomposizione di materiale organico, la quale dà luogo a biogas che mantenuto opportunamente in depressione, dopo un trattamento depurativo, giunge ad un motore in grado di convertire l'energia chimica in energia elettrica.

La movimentazione del materiale e lo stivaggio verrà fatto mediante pala meccanica. Analogamente la fase di carico nelle tramogge di carico dei digestori anaerobici, avverrà con l'ausilio della pala.

La digestione anaerobica è un processo biologico naturale, che avviene in assenza di ossigeno, e attraverso una serie di reazioni biologiche consente la produzione di energia elettrica - termica dal biogas prodotto.

I digestori hanno forma cilindrica e diametro variabile con altezza 6 metri. La struttura è in calcestruzzo armato rivestito da particolari resine per renderlo resistente agli attacchi corrosivi del biogas.

I digestori scaricano, mediante sistema di troppo pieno o mediante pompaggio, il materiale digerito e stabilizzato, tecnicamente chiamato "digestato", che viene inviato al sistema di centrifugazione, per separare la frazione solida del letame digerito dall'acqua.

A fianco dei digestori verrà posizionato un separatore a coclea.

La frazione solida così ottenuta viene stoccata su apposita platea impermeabilizzata, per la maturazione aerobica, con rivoltamenti periodici.

La frazione liquida del digestato, viene stoccata in apposita vasca, per essere successivamente in parte riciclata all'interno dei digestori MESAD, ai fini di ottimizzare l'umidità della miscela iniziale;

Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica viene collettato, mediante soffianti, alle unità di cogenerazione.

L'intero impianto (cogenerazione, quadri elettrici...) è posizionato su platea in calcestruzzo.

### **Impianto di cogenerazione**

- Gruppo motore: motore a 4 tempi, 20 cilindri prodotto dalla Jenbacher AG, tipo JGS 320 GS-B.L con potenza nominale di 990 kWe accoppiato ad un generatore sincrono di energia elettrica a 400V. Il tutto è racchiuso, insieme agli elementi costituenti il generatore, all'interno di un cabinato/container.







*Cabinato gruppo motore (foto tratta da impianto analogo)*

- Aerorefrigeranti posti sul tetto del container: ventilatori per il raffreddamento posti in una struttura metallica
- Soffianti: turbo soffiante modello MICO 160/5 prodotte dalla Savio S.p.A. con motore elettrico 30 kW 2 poli 50Hz e velocità di circa 4700 rpm, pressione compresa tra 35 e 95 kPa e portata compresa tra 450 e 2900 mc/h. Il gruppo verrà ospitato sotto una struttura senza alcun contenimento per le emissioni sonore.

### Mezzi di movimentazione

I mezzi di movimentazione sono rappresentati dai trattori e dalle pale meccaniche per il trasporto e lo scarico dei materiali.

### Separatori

Impianto di separazione solido-liquido su biogas da allevamento Rexnord modello PSS 3.2 780. Composto da un corpo in ghisa sferoidale ed unità vibrante elettrica da 0,2 HP, coclea, filtri e motoriduttore da 4 kW.

Il motore è racchiuso, insieme a tutti gli elementi costituenti il generatore, all'interno di un cabinato/container con caratteristiche fonoisolanti. Il livello di pressione sonora dichiarato dal costruttore misurato secondo standard DIN 45635 (analogo agli standard ISO del gruppo 3740 per la misura della potenza sonora) a 1m con propagazione in campo libero su piano riflettente.

**Livello sonoro**

|              |                               |    |
|--------------|-------------------------------|----|
| Aggregato b) | $dB(A)$ <i>re</i> 20 $\mu Pa$ | 96 |
| 31,5 Hz      | $dB$                          | 85 |
| 63 Hz        | $dB$                          | 87 |
| 125 Hz       | $dB$                          | 95 |
| 250 Hz       | $dB$                          | 90 |
| 500 Hz       | $dB$                          | 91 |
| 1000 Hz      | $dB$                          | 89 |
| 2000 Hz      | $dB$                          | 90 |
| 4000 Hz      | $dB$                          | 87 |
| 8000 Hz      | $dB$                          | 91 |

|                   |                               |     |
|-------------------|-------------------------------|-----|
| Gas di scarico a) | $dB(A)$ <i>re</i> 20 $\mu Pa$ | 116 |
| 31,5 Hz           | $dB$                          | 104 |
| 63 Hz             | $dB$                          | 116 |
| 125 Hz            | $dB$                          | 131 |
| 250 Hz            | $dB$                          | 110 |
| 500 Hz            | $dB$                          | 109 |
| 1000 Hz           | $dB$                          | 107 |
| 2000 Hz           | $dB$                          | 107 |
| 4000 Hz           | $dB$                          | 104 |
| 8000 Hz           | $dB$                          | 103 |

**Potenza sonora**

|                      |                       |      |
|----------------------|-----------------------|------|
| Aggregato            | $dB(A)$ <i>re</i> 1pW | 117  |
| superficie di misura | $m^2$                 | 102  |
| Gas di scarico       | $dB(A)$ <i>re</i> 1pW | 124  |
| superficie di misura | $m^2$                 | 6,28 |

Il container che ospita il gruppo motore ha pareti con caratteristiche fonoisolanti, essendo costituite da pannelli tipo sandwich con lamiera forata sul lato interno, lamiera cieca sul lato esterno e materiale fonoassorbente all'interno. Il potere fonoisolante del cabinato è stimabile, in funzione dei materiali utilizzati, non inferiore a 30 dB(A) (valore supportato dai rilievi effettuati all'esterno del cabinato per impianti analoghi).

Lo scarico è dotato di dispositivo di silenziamento che permette un abbattimento alla bocca di circa 30 dB. La direttività è considerata con versore in direzione verticale al terreno ed una riduzione dell'emissione sonora a -10 dB entro un angolo simmetrico rispetto al versore principale di 45°

Soffianti: Soffiante Savio modello MI-CO 160/5. Dall'estratto dei dati tecnici delle turbo soffianti prodotte dalla Savio S.p.A. si ottengono i seguenti dati espressi come livelli di pressione sonora rilevati in condizioni di campo libero ad 1m di distanza:



| Unità     | Livello di pressione sonora<br>[dB(A)] |
|-----------|--|
| Motore    | 79                                     |
| Soffiante | 84                                     |

### *Mezzi di movimentazione*

Trattore: il mezzo previsto è un trattore Merlo modello MULTIFARM con carro tipo Corsetto da 200 q.li. Motore diesel turbo aftercooler della Deutz da 85 kW (115 CV).

Per tale mezzo si ipotizza un livello di potenza sonora di 105 dB(A) in fase operativa.



Pala gommata: il mezzo è una pala gommata CAT modello 928G con motore diesel Caterpillar 3116T turbocompresso a 6 cilindri e potenza di 102 kW. Per tale mezzo si ipotizza un livello di potenza sonora di 112 dB(A) in fase operativa



## **2. Descrizione temporale emissioni sonore**

Il funzionamento dell'impianto di produzione dell'energia è di tipo continuo, salvo malfunzionamenti, per cui le emissioni sonore sono costanti (in funzione del regime di funzionamento) su entrambi i periodi di riferimento nell'arco delle 24 ore.

Tutta l'attività di stoccaggio e carico/scarico materiali avvengono invece in periodi limitati della giornata (esclusivamente in periodo diurno) ed in particolare si prevedono i seguenti movimenti dei mezzi in funzione dell'attività svolta:

| <i>Operazione</i>  | <i>Mezzo</i> | <i>Tempo</i> |
|--|--------------|--------------|
| Accumulo materiale interno capannone pre-lavorazione materiale | pala         | 1 h          |
| Carico tramogge  | pala         | 3 h          |
| Scarico lettiere   | trattore     | 2 h          |
| Trasporto e scarico frazione solida digestato su VC            | trattore     | 2 h          |
| Trasporto VC alla vagliatura e insacchettamento                | trattore     | 2 h          |

### **3. Descrizione costruttive locali**

Ai fini acustici nell'impianto risultano essere di interesse due tipologie di costruzioni: container insonorizzati e fabbricati di stoccaggio e trattamento.

I primi sono costituiti da pannelli sandwich con pannello fonoassorbente e garantiscono mediamente livelli di perdita per inserzione di circa 30 dB(A). Sono utilizzati presso l'impianto di cogenerazione ospitando il gruppo motore e per la centrifuga.

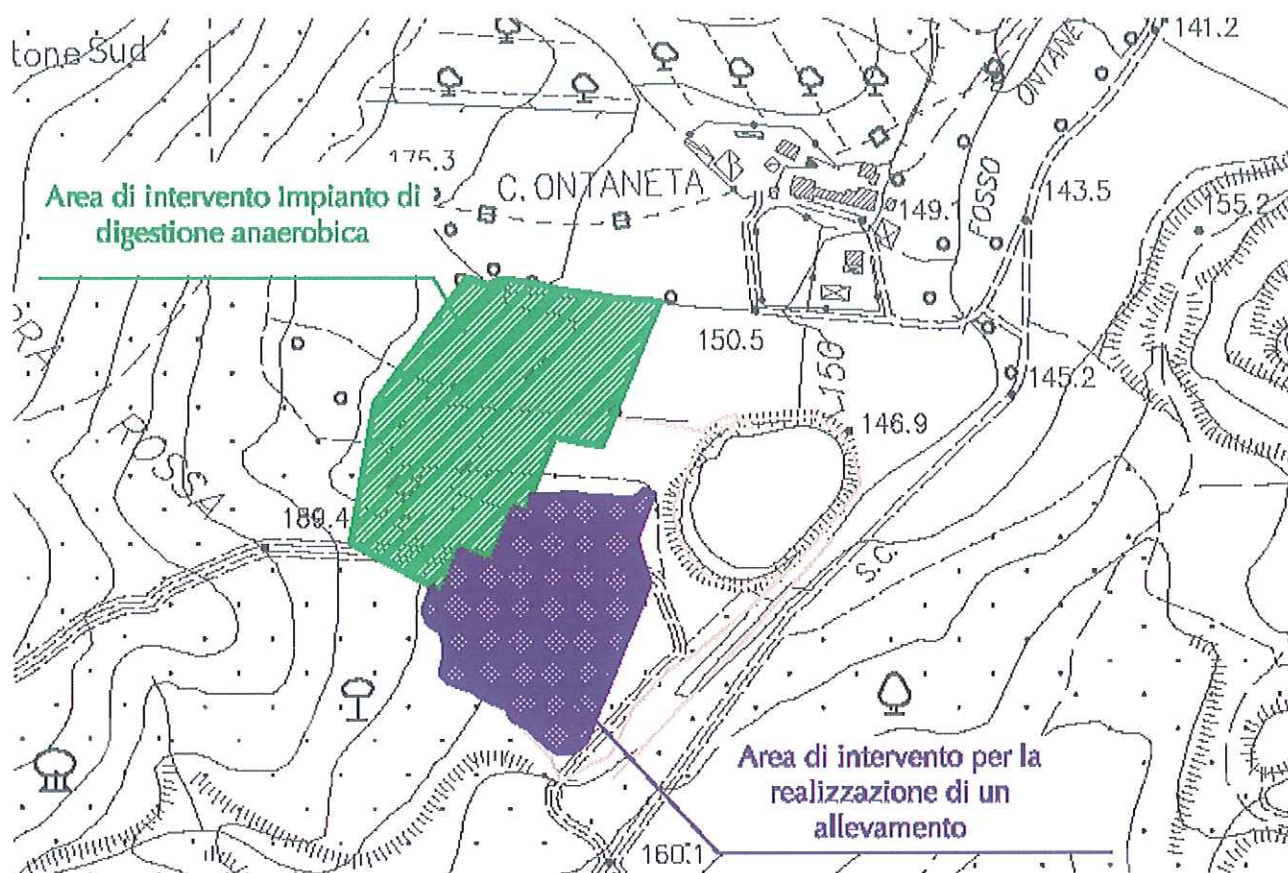
I fabbricati sono invece tipiche strutture industriali in calcestruzzo.

### **4. Descrizione ricettori**

L'area di studio ha caratteristiche prettamente agricolo-boschive e la presenza di insediamenti abitativi è scarsa ed associata ad insediamenti produttivi di tipo agricolo o di allevamento

In particolare il ricettore più vicino all'area destinata al nuovo impianto è un insediamento (Cascina Ontaneta) costituito da edifici a destinazione d'uso residenziale e da edifici per l'attività produttiva.

Il ricettore dista oltre 500m dall'area di intervento.



*Collocazione ricettori*

A seguire si riporta una vista aerea della zona e fotografia degli edifici costituenti il ricettore individuato vista dalla proprietà Annonese





*Potenziati ricettori sensibili*



*Ricettore visto dalla proprietà Annonese*

## 5. Collocazione territoriale e dell'impianto

L'impianto è collocato sul territorio comunale di Campagnatico in area agricola molto decentrata e lontana dai centri abitati di Campagnato, Paganico e Montorsaio, come visibile dalla foto aerea a seguire.



*Collocazione territoriale area di studio*

Il profilo altimetrico risulta movimentato e l'area di insediamento dell'impianto è in posizione leggermente più elevata rispetto al ricettore.

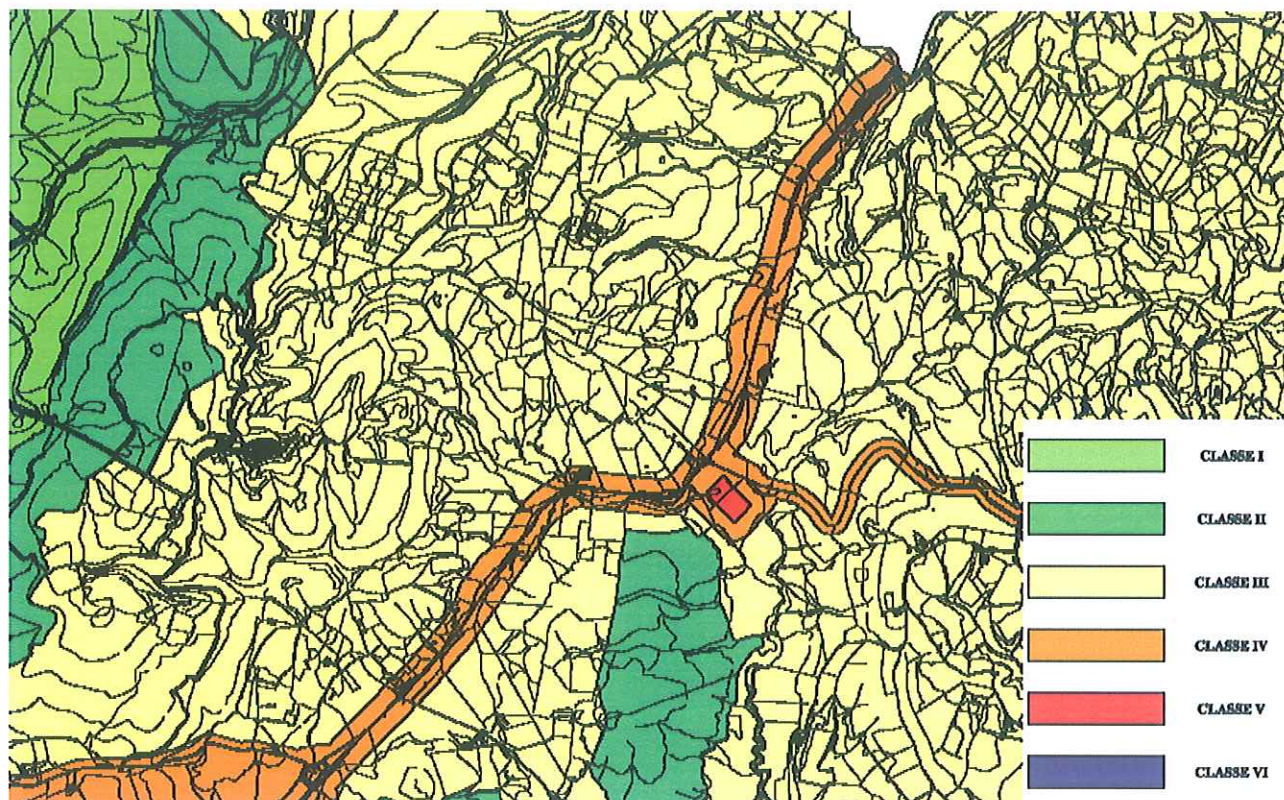
Non sono presenti nelle immediate vicinanze dell'impianto rilevanti infrastrutture viarie.

## 6. Limiti applicabili

Il comune di Campagnatico ha approvato in via definitiva il proprio piano di classificazione, il quale prevede per l'area in esame comprensiva sia dell'impianto sia del ricettore, l'inserimento in classe III.



Si riporta a seguire uno stralcio del Piano di Classificazione Acustica del comune di Campagnatico:



*Stralcio Piano di Classificazione Acustica*

Risultano quindi applicabili i seguenti limiti ex DPCM 14 novembre 1997:



*Limiti ex DPCM 14 novembre 1997 - Classe III*

| <i>Periodo di riferimento</i>             | <i>Diurno<br/>[Ore 6-22]</i> | <i>Notturmo<br/>[Ore 22-6]</i> |
|---|------------------------------|--------------------------------|
| <i>Limite assoluto di immissione</i>      | <i>60</i>                    | <i>50</i>                      |
| <i>Limite differenziale di immissione</i> | <i>5</i>                     | <i>3</i>                       |

## **7. Situazione ante operam**

Ad oggi l'area in esame è di tipo agricolo e le uniche sorgenti sonore significative sono rappresentate dalle varie fasi delle attività zootecniche ed agricole svolte anche con l'ausilio di macchinari in particolari mezzi di trasporto agricoli.

Al fine di determinare le condizioni acustiche del sito ante l'installazione dell'impianto in esame sono stati condotti alcuni rilievi fonometrici in conformità al DM 16 marzo 1998.

Le misure sono state eseguite utilizzando la seguente strumentazione:

- Analizzatore di frequenza in tempo reale Larson Davis modello 2900 matricola 0834
- Preamplificatore microfonico modello 201 matr. 371029
- Capsula microfonica Bruel&Kjaer modello 4189 matr. 2371123
- Calibratore acustico Bruel&Kjaer modello 4231 matr. 2085254

Gli strumenti sono periodicamente tarati come richiesto dalla normativa di riferimento e sono calibrati prima e dopo la serie di rilievi con verifica di scostamenti inferiori a 0,3 dB.

Sono state inoltre condotte verifiche di calibrazione prima e dopo la misura.

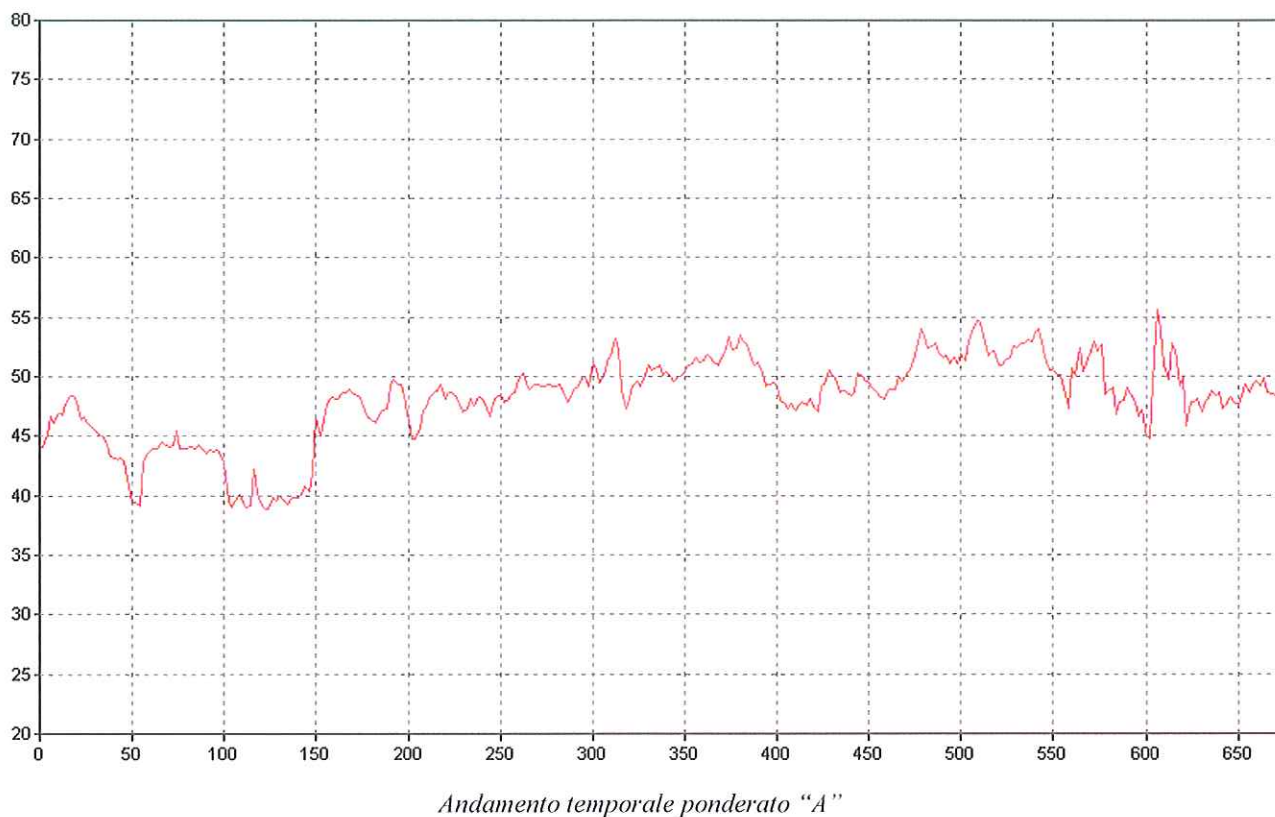
Le misure sono state eseguite il giorno 1 febbraio 2008 tra le ore 9 e le ore 10 con le seguenti condizioni ambientali:

- Tempo meteorologico: sereno, poco nuvoloso.
- Temperatura: compresa tra 6 e 7 °C
- Vento: assente.

Il rilievo è stato eseguito lungo il confine di proprietà dell'Azienda Agricola Annonese ad un'altezza di circa 4m. Durante il rilievo erano in corso, ad una certa distanza lavori di movimentazione terra con ruspe e camion.

Il rilievo ha fornito un livello equivalente pari a 49,3 dB(A). Non sono presenti componenti tonali o impulsive.

A seguire si riporta l'andamento temporale e le caratteristiche in frequenza del segnale registrato.



## 8. Valutazione previsionale

Al fine di poter valutare i livelli di pressione sonora presso i ricettori precedentemente individuati, con l'impianto funzionante a regime, si è provveduto a costruire un modello matematico per simulare l'emissione sonora dell'impianto Marcopolo nell'area di studio.

La valutazione è stata effettuata mediante l'ausilio del software acustico previsionale IMMI versione 6.3 prodotto dalla Woelfel GmbH utilizzando i più noti algoritmi di calcolo derivati da standard nazionali ed internazionali suggeriti dalla direttiva europea sulla modellizzazione acustica.

Il modello utilizzato si basa su equazioni di tipo semi-empirico, ossia ottenute partendo da una raccolta di dati sperimentali supportati da fondamenti teorici.

Si tratta dunque di relazioni semplici, che hanno il vantaggio di poter prendere in considerazione aspetti anche complessi della propagazione acustica (effetto del terreno, diffrazioni, riflessioni multiple) senza per questo richiedere una mole eccessiva di dati.

IMMI si avvale di tecniche di calcolo improntate alle teorie classiche del “ray-tracing” (tracciamento dei raggi) e delle “sorgenti immagine”.

In sostanza, tali tecniche permettono di costruire delle funzioni di trasferimento parametriche fra sorgente e ricevitore (ray-tracing classico) o anche, al contrario, fra ricevitore e sorgente (ray tracing inverso, tecnica utilizzata da IMMI) attraverso le quali è possibile tenere in opportuno conto la divergenza geometrica e le attenuazioni in eccesso.

Il modello è basato su relazioni matematiche semi-empiriche del tipo

$$Li = Le + A$$

dove  $Li$  è il livello sonoro di immissione,  $Le$  è il livello di emissione della sorgente e  $A$  rappresenta la sommatoria degli effetti acustici dovuti al percorso fra sorgente e ricevitore (divergenza geometrica, riflessione, diffrazione...).

Il problema della previsione si suddivide quindi in due sotto-problemi:

- modellizzazione della sorgente
- modellizzazione della propagazione

Gli algoritmi utilizzati per la modellizzazione sono ormai definiti in modo dettagliato da norme nazionali o internazionali, e tali norme sono state implementate in IMMI.

Nel caso specifico si è fatto ricorso allo standard internazionale ISO 9613 “dedicato” al problema della propagazione in ambiente esterno, senza fare riferimento né descrivere alcuna tecnica di modellizzazione specifica per le sorgenti.

Ora, se da un lato è di grande importanza che il modello sia il più possibile fedele alla situazione reale, è altrettanto importante, ai fini dell'applicazione delle leggi vigenti, che esso sia in qualche misura “normalizzato”, ossia basato su algoritmi fondanti di indiscussa validità e testati attraverso seri confronti.

Molti paesi, proprio allo scopo di ridurre quei margini, anche consistenti, di incertezza legati all'applicazione di algoritmi diversi e talvolta non sufficientemente validati, hanno messo a punto norme tecniche o linee guida che stabiliscono le regole matematiche fondamentali di un modello.

Tale obiettivo è stato ritenuto di grande importanza per più motivi:

- Ridurre i margini di variabilità nei risultati;



- ❑ Semplificare il lavoro dei professionisti, che dovendo “applicare” in termini ingegneristici i principi dell’acustica devono trovare “strumenti di lavoro” sufficientemente pratici;
- ❑ Offrire modelli di calcolo validi per il particolare contesto nazionale.

Il presente lavoro è stato condotto utilizzando l' algoritmo di cui abbiamo parlato sopra (ISO 9613-2) del quale facciamo seguire una sintetica descrizione.

### ***Modello ISO 9613***

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

E’ dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato “A” in condizioni meteorologiche “favorevoli alla propagazione del suono<sup>1</sup>”; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti “sul lungo periodo” tramite una correzione forfettaria.

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

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

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

---

<sup>1</sup>

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove  $d$  è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre  $H_{\max}$  è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $L_{AT}(DW)$  in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_c - A$$

dove  $L_W$  è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme,  $D_c$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuta ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

con

- $A_{div}$  attenuazione per la divergenza geometrica
- $A_{atm}$  attenuazione per l'assorbimento atmosferico
- $A_{gr}$  l'attenuazione per effetto del terreno
- $A_{bar}$  l'attenuazione di barriere
- $A_{misc}$  l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

La condizione di propagazione ottimale, corrispondente alle condizioni di “sottovento” e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

*Direzione del vento compresa entro un angolo di  $\pm 45^\circ$  rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spira dalla sorgente verso il ricevitore. Velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.*

Allo scopo di calcolare un valore medio di lungo-periodo  $L_{AT}(LT)$ , la norma ISO 9613 propone di utilizzare la seguente relazione:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

dove  $C_{met}$  è una correzione di tipo meteorologico derivante da equazioni approssimate che richiedono una conoscenza elementare della situazione locale.

Un argomento molto più importante è la possibilità di determinare una incertezza associata alla previsione: a questo proposito la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella tabella sottostante.

| Altezza media di ricevitore e sorgente<br>[m] | Distanza<br>$0 < d < 100$ m | Distanza<br>$100 \text{ m} < d < 1000$ m |
|---|-----------------------------|--|
|   |                             |  |
| $0 < h < 5$                                   | $\pm 3$ dB                  | $\pm 3$ dB                               |
| $5 < h < 30$                                  | $\pm 1$ dB                  | $\pm 3$ dB                               |

Nello specifico si è fatto uso dello standard ISO 9613 per la simulazione delle sorgenti costituenti l'impianto di cogenerazione: in particolare considerata la distanza sorgente ricevitore si sono valutate tutte le sorgenti quali sorgenti puntuali ad eccezione del cabinato del gruppo motore la cui modellizzazione è consistita nella creazione del cabinato stesso con le superfici emittenti (sorgenti superficiali) a partire dai valori di emissione del motore (come riportato al paragrafo 1) ed un valore di insertion loss pari a 30 dB.

Ulteriori parametri principali utilizzati per il modello matematico sono stati i seguenti:

- ☐ fattore terreno  $G$  pari a 1 ad esclusione dell'area dell'impianto Marcopolo.
- ☐ condizioni di propagazione sottovento
- ☐ temperatura media di 10°C
- ☐ umidità relativa media pari al 60%.
- ☐ fattore meteo di influenza locale è stato genericamente posto pari a  $C_0 = 2$  dB in periodo diurno e  $C_0 = 0$  dB in periodo notturno.

Alle sorgenti sonore più significative costituenti l'impianto sono stati assegnati i valori di potenza sonora calcolati dai livelli di pressione sonora riportati al paragrafo 3.



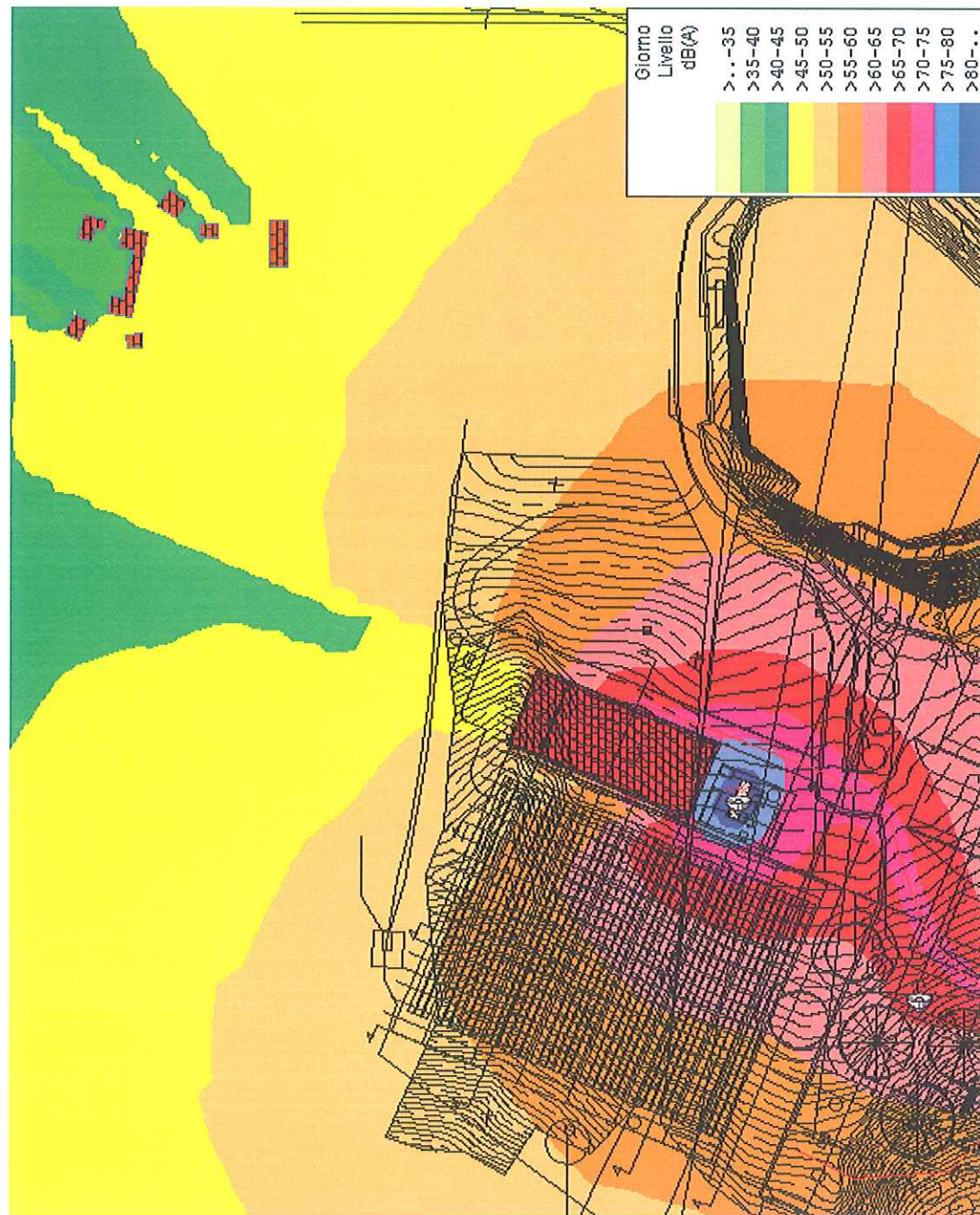
I mezzi per la movimentazione materiali, sono invece stati simulati con la libreria britannica BS 5228 specifica per cantieri ed attività all'aperto con uso di macchinari che permette di definire dei tempi di attività, importantissimo nei casi di questi macchinari utilizzati solo per tempi parziali.

In particolare si sono supposti i tempi parziali di utilizzo dei mezzi indicati al paragrafo 4 nel solo periodo diurno.

I tempi sopra indicati sono stati spalmati sul tempo di riferimento diurno ed applicati nel modello come percentuale di attività nel periodo temporale in esame.

## **9. Risultati della modellizzazione**

A seguito dell'impostazione del modello matematico come descritto al punto precedente, si procede a rappresentare i risultati previsionali in forma di mappe acustiche sull'area in esame ad un'altezza di 4m.



Mappa acustica periodo diurno - h 4m





*Mappa acustica periodo notturno - h 4m*



Come si può notare immediatamente dalle mappe acustiche le zone in prossimità dell'unico ricettore presentano livelli di pressione sonora inferiori a 50 dB(A) in periodo diurno ed a 40 dB(A) in periodo notturno.

Tali livelli determinano quindi la conformità ai limiti di immissioni assoluti previsti dal piano di classificazione acustica pari rispettivamente a 60 dB(A) e 50 dB(A) nei due periodi di riferimento.

Per quel che concerne il rispetto del limite differenziale si ritiene che questo non sia applicabile.

Infatti secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento laddove il livello di rumorosità ambientale misurato nell'ambiente abitativo sia inferiore a 50 dB(A) in periodo diurno e 40 dB(A) in periodo notturno, il criterio differenziale non risulta applicabile.

Tale condizione è verificata in entrambi i casi da cui ne discende la condizione di non applicabilità.

A questo si aggiunga inoltre che tale verifica è stata condotta all'esterno degli edifici e non all'interno come richiesto dalla normativa.

## **10. Analisi dei risultati**

Dall'analisi dei livelli previsionali ottenuti attraverso il modello matematico si evidenzia che le emissioni sonore prodotte dall'esercizio dell'impianto a ciclo chiuso rispettano i limiti della vigente normativa

Si è inoltre stimato che si riscontrino le condizioni di non applicabilità del criterio differenziale sia in periodo diurno sia in periodo notturno presso l'unico ricettore presente..

## **11. Descrizione provvedimenti tecnici**

Alla luce della valutazione effettuata e del conseguente rispetto dei limiti, non risulta necessario alcun intervento di tipo tecnico, rispetto al progetto previsto.

## **12. Tecnici competenti**

La presente valutazione di impatto acustico è stata redatta sotto la responsabilità del tecnico competente in acustica ambientale Enrico Natalini, riconosciuto dalla Regione Piemonte con D.G.R. 133-14232.

# **ALLEGATO**

## **PARAMETRI MODELLO DI CALCOLO**

| Work area |           |           |            |          |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
|           | from ...  | to ...    | Dimensions | area     |
| x /m      | 2730.00   | 7970.00   | 5240.00    | 7.39 km² |
| y /m      | -57500.00 | -56090.00 | 1410.00    |          |
| z /m      | 100.00    | 200.00    | 100.00     |          |

| Attribution of element groups to variants |           |  |  |  |  |  |
|---|-----------|--|--|--|--|--|
| Element group                             | Variant 0 |  |  |  |  |  |
| Group 0                                   | +         |  |  |  |  |  |
| OR_TOPOG_COMM                             | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO5                                    | +         |  |  |  |  |  |
| IMPIANTI                                  | +         |  |  |  |  |  |
| RETINI                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANTA                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO2                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO4                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO6                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO3                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANO0                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PIANTE                                    | +         |  |  |  |  |  |
| STALLE                                    | +         |  |  |  |  |  |
| CURV-NOR                                  | +         |  |  |  |  |  |
| CURV-NOT                                  | +         |  |  |  |  |  |
| CATASTALE                                 | +         |  |  |  |  |  |
| ST_TOPOG_CENTRO                           | +         |  |  |  |  |  |
| CORNICI                                   | +         |  |  |  |  |  |
| 0   | +         |  |  |  |  |  |
| CORNICE                                   | +         |  |  |  |  |  |
| QUOTA                                     | +         |  |  |  |  |  |
| CURVE                                     | +         |  |  |  |  |  |
| CURVE DI LIVELLO                          | +         |  |  |  |  |  |
| CONTORNO                                  | +         |  |  |  |  |  |
| SEZIONI                                   | +         |  |  |  |  |  |
| SEZ_PRECEDENTI                            | +         |  |  |  |  |  |
| LINEE_COSTRUZIONE                         | +         |  |  |  |  |  |
| LINEAFIN                                  | +         |  |  |  |  |  |
| ASSI                                      | +         |  |  |  |  |  |
| TRATT                                     | +         |  |  |  |  |  |
| ASSE                                      | +         |  |  |  |  |  |
| PARETI_CASA                               | +         |  |  |  |  |  |
| CATASTO                                   | +         |  |  |  |  |  |
| FONTE                                     | +         |  |  |  |  |  |
| P.R.G.                                    | +         |  |  |  |  |  |
| MESAD                                     | +         |  |  |  |  |  |
| NDISEGNO                                  | +         |  |  |  |  |  |
| COMMITTENTE                               | +         |  |  |  |  |  |
| SDFTMN                                    | +         |  |  |  |  |  |
| TABELLA                                   | +         |  |  |  |  |  |
| DESTINATARIO                              | +         |  |  |  |  |  |
| OGGETTO                                   | +         |  |  |  |  |  |
| TITOLI                                    | +         |  |  |  |  |  |
| PROGETTISTA                               | +         |  |  |  |  |  |
| FABBRICATI                                | +         |  |  |  |  |  |

| Available grids |          |          |           |           |       |       |    |    |          |          |           |
|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|-------|-------|----|----|----------|----------|-----------|
| Name            | x min /m | x max /m | y min /m  | y max /m  | dx /m | dy /m | nx | ny | Referenc | Height/m | Range     |
| Grid 0          | 6280.00  | 6685.00  | -56595.00 | -56200.00 | 5.00  | 5.00  | 82 | 80 | relative | 4.00     | Rectangle |

| Calculation model |
|-------------------|
|-------------------|



|   |                      |                            |                        |
|---|----------------------|----------------------------|------------------------|
| Adapt assessment area seamlessly to the receiver position                     |                      |                            |                        |
| ...for single points  | No                   |                            |                        |
| ...for grid calculation   | No                   |                            |                        |
| Take selected elements into account no matter where receivers are located: No |                      |                            |                        |
| Free field in front of refl. surfaces/m                                       | 0.00                 |                            |                        |
| House: white border in grid   | No                   |                            |                        |
| Frequency   |                      |                            |                        |
| Type of Spectrum  | Overall level (A)    |                            |                        |
| First frequency band /Hz  | 0.00                 |                            |                        |
| Last frequency band /Hz   | 0.00                 |                            |                        |
| Calculation of receiver   | "reference settings" |                            |                        |
| Calculation of grid   | "reference settings" |                            |                        |
|   |                      |                            |                        |
|   |                      | Optimised setting:         | Optimised setting:     |
| Parameter   | "reference settings" | Receiver calculation (OFF) | Grid calculation (OFF) |
| Projection of line sound sources  | Yes                  | Yes                        | No                     |
| Projection of area sound sources  | Yes                  | Yes                        | No                     |
| Minimum length for sections /m  | 1.00                 | 1.00                       | 1.00                   |
| Add. factor for distance criterion  | 1.00                 | 1.00                       | 1.00                   |
| Limiting range of sound sources   | No                   | No                         | Yes                    |
| minimum level difference /dB  | No                   | No                         | 30.00                  |
| Cut-off limit for insertion loss  | Yes                  | Yes                        | Yes                    |
| Limit according to regulation   | Yes                  | Yes                        | Yes                    |
| Calculate attenuation forVDI 2720, ISO9613                                    |                      |                            |                        |
| lateral pathway   | Yes                  | Yes                        | No                     |
| lateral pathway for image sources   | No                   | No                         | No                     |
| Reflection (max. order)   | 1                    | 1                          | 1                      |
| Image source from projection  | Yes                  | No                         | No                     |
| No refl. if entirely screened   | Yes                  | No                         | No                     |
| Limiting range of reflecting surfaces /m                                      | No                   | 200.00                     | 200.00                 |
| Save rays as help lines   | No                   | No                         | No                     |
| Multiple reflections  | No                   | No                         | No                     |
| Angle increments (x-y)°   |                      |                            |                        |
| Angle increments (z)°   |                      |                            |                        |
| maximum reflection pathway length   |                      |                            |                        |
| as a multiple of the direct distance  |                      |                            |                        |
| Ray splitting on refl. area   |                      |                            |                        |

|  |      |         |       |
|--|------|---------|-------|
| Global parameters                                      |      |         |       |
| Pre-setting of G outside of elements DBOD              |      | 1.00    |       |
| temperature /°   |      | 10      |       |
| relative humidity /%                                   |      | 60      |       |
| Gross living area in m²/inhabitant                     |      | 40.00   |       |
| Average floor height in m                              |      | 2.80    |       |
| Simplified meteorology (Guideline Int. Comp. Methods): | Day  | Evening | Night |
| C0 /dB (local meteorological influence)                | 2.00 | 1.50    | 0.00  |

|   |  |     |  |
|---|--|-----|--|
| Parameters of library: ISO 9613                   |  |     |  |
| down-wind conditions                              |  | Yes |  |
| Apply flat-rate C0                                |  | No  |  |
| Region  |  |     |  |
| Simplified equation (Nr. 7.3.2) for ground effect |  |     |  |
| for frequency-dependent calculation               |  | No  |  |
| for overall A-weighted calculation                |  | Yes |  |
| calculate distance attenuation only               |  | No  |  |

|  |     |  |
|--|-----|--|
| Attenuation due to screening - subtract negative ground effect | Yes |  |
| Accounts for vegetation  | Yes |  |
| Accounts for housing   | Yes |  |
| Accounts for ground effect                                     | Yes |  |

|  |     |  |
|--|-----|--|
| <b>Parameters of library: BS 5228</b>                      |     |  |
| Take soft ground into account for elements of type "Haul"? | Yes |  |
| Accounts for vegetation                                    | No  |  |
| Accounts for housing                                       | No  |  |
| Accounts for ground effect                                 | Yes |  |