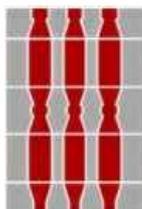


Regione Umbria



Provincia di Terni



Comune di  
Castel Giorgio



Comune di  
Orvieto



Committente:



**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "PHOBOS"**  
- Comune di Castel Giorgio ed Orvieto (TR) -

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI**

N° Documento:

PEOS\_OC\_11\_0

ID PROGETTO:

**PEOS**

DISCIPLINA:

**PD**

TIPOLOGIA:

**R**

FORMATO:

**A4**

Elaborato:

**Relazione impatto acustico**

FOGLIO:

-

SCALA:

-

Nome file:

PEOS\_OC\_11\_0\_impatto\_acustico\_Rev.1.pdf

**Progettazione:**



**NEW DEVELOPMENTS S.r.l.**  
piazza Europa, 14  
87100 Cosenza (CS)

**il tecnico:**

P.I. Eugenio Piccolo  
Tecnico Competente Acustica Ambientale  
(N. iscrizione elenco nazionale 8539)

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	01/09/2022	PRIMA REVISIONE	EP	RWE	RWE
00	31/05/2021	PRIMA EMISSIONE	EP	RWE	RWE

## Sommario

A.1 Premessa.....	2
A.2 Riferimenti tecnici e Normativi.....	3
A.2.1 Normativa Italiana .....	3
A.2.2 Normativa Regione Umbria .....	5
A.2.3 Norme UNI, EN, ISO .....	6
A.3 Descrizione Del Progetto .....	7
A.3.1 Il Territorio .....	7
A.3.2 Il Progetto .....	7
A.4 Rilievo e Caratterizzazione del Clima Acustico – Ante Operam .....	10
A.4.1 Strumentazione Utilizzata.....	10
A.4.2 Metodologia di Misura .....	12
A.4.3 Il Rumore .....	13
A.4.4 Misure Fonometriche: il Clima Acustico Ante Operam .....	13
A.5 Previsione di Impatto Acustico - Post Operam.....	17
5.1 Il Rumore degli Aerogeneratori .....	17
A.5.2 Il Software di Simulazione Mithra.....	19
A.5.3 Dati di Input e Simulazione .....	19
A.5.4 Calcolo del rumore ambientale post operam.....	24
A.6 Conclusioni .....	25

## Allegati

- Allegato A - Schede di rilievo misure
- Allegato B – Mappa 3D del modello software
- Allegato C - Mappa acustica orizzontale con curve di iso livello – Post Operam
- Allegato D - Mappa acustica verticale con curve di iso livello – Post Operam
- Allegato E - Mappa di calcolo dei ricettori
- Allegato F - Caratteristiche sonore aerogeneratori
- Allegato G - Certificato di taratura fonometro

## A.1 Premessa

Lo scopo del presente documento, richiesto dalla normativa vigente, è quello di illustrare la previsione d'impatto acustico, effettuata mediante simulazioni, del progetto del parco eolico che la società **RWE Renewables Italia S.R.L.** si propone di realizzare.

Ricadente nel territorio dei Comuni di **Castel Giorgio (TR) e Orvieto (TR)**, il parco eolico, della potenza nominale complessiva pari a **42 MW** e costituito da **7 aerogeneratori da 6,0 MW/cad e opere connesse**, sarà denominato "**Phobos**" ed è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in pieno accordo con il piano programmatico Comunitario e Nazionale.

La valutazione dell'impatto acustico viene effettuata in relazione alla presenza antropica dell'area presa in esame e alle attività che vi si svolgono. Tale analisi è condotta con lo scopo di prevedere, mediante il calcolo dei livelli di immissione di rumore, gli effetti acustici ambientali "post operam" generati nel territorio circostante dall'esercizio dell'opera in progetto.

Tale documento è stato redatto basandosi su:

- normative di riferimento: leggi nazionali, regionali e normativa tecnica di settore;
- informazioni di tipo progettuale: caratteristiche dell'opera in progetto, ubicazione e caratterizzazione;
- informazioni sul territorio: ubicazione e caratterizzazione dei ricettori, classificazione acustica dei Comuni interessati, grado di sensibilità del territorio, presenza di altre sorgenti di emissione.

Partendo dall'analisi degli strumenti urbanistici dei comuni interessati all'opera si è proceduto, previa verifica mediante sopralluoghi e indagini, all'individuazione di eventuali ricettori o ricettori sensibili e quindi dei punti più adeguati in cui effettuare le misura fonometriche al fine di caratterizzare il clima acustico ante operam.

Le caratteristiche del territorio e dell'opera da realizzare; gli strumenti utilizzati, i metodi di misurazione operati e i risultati di tale indagine preliminare, nonché delle simulazioni previsionali d'impatto acustico post operam saranno illustrati nei capitoli successivi.

## A.2 Riferimenti tecnici e Normativi

### A.2.1 Normativa Italiana

- Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995: “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”.
- DPCM 1 Marzo 1991: “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- DPCM 14 Novembre 1997: “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” dell’inquinamento acustico”.
- DPCM 31 marzo 1998: “Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa sulla Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995 e da una serie di decreti attuativi della legge quadro (DPCM 14 Novembre 1997, DM 16 Marzo 1998, DPCM 31 marzo 1998, DPR n. 142 del 30/3/2004), che rappresentano gli strumenti legislativi della disciplina organica e sistematica dell’inquinamento acustico.

La legge quadro dell’inquinamento acustico stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. Essa delinea le direttive, da attuarsi tramite decreto, su cui si debbono muovere le pubbliche amministrazioni e i privati per rispettare, controllare e operare nel rispetto dell’ambiente dal punto di vista acustico.

Il DPCM del 14 Novembre del 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell’ambiente esterno dall’insieme delle sorgenti presenti nell’area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono riportate nella legge quadro n. 447/95 e riportati di seguito nelle tabelle 1-2-3. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d’uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

**Tabella 1 -Classificazione del territorio comunale (art.1)**

CLASSI	AREE
I	<b>aree particolarmente protette:</b> rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II	<b>aree destinate ad uso prevalentemente residenziale:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
III	<b>aree di tipo misto:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
IV	<b>aree di intensa attività umana:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	<b>aree prevalentemente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	<b>aree esclusivamente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

**Tabella 2 - Valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art.2)**

Classi di destinazione d'uso del territorio		Periodo di riferimento	
		giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 3 - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art.3)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Periodo di riferimento	
		Giorno (06:00-22:00)	Notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Per quanto concerne i valori limite differenziali di immissione, il suddetto decreto stabilisce che tali valori, definiti dalla legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447, non sono applicabili nelle aree classificate come classe VI della Tabella 1 e se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali.

Il **DM Ambiente 16.03.98** *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*. Emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al decreto).

## A.2.2 Normativa Regione Umbria

- **L. R. 6 giugno 2002, n. 8** *“Disposizioni per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico”*;
- **R.R. 13 agosto 2004, n. 1** *“Regolamento di attuazione della l.r. 8/2002”*;
- **Legge Regionale n° 1/2015 – Art. 196** – *“Requisiti acustici passivi degli edifici”*;
- **Regolamento regionale n°2/2015 – Art. 128** – *“Progetto acustico”*.

## A.2.3 Norme UNI, EN, ISO

- Normativa UNI 9884 del 1997: *“Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”*.
- UNI 9884-1991 – *“Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”*.
- EN 60651-1994 - *Class 1 Sound Level Meters* (CEI 29-1).
- EN 60804-1994 - *Class 1 Integrating-averaging sound level meters* (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - *Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*.
- EN 61094/2-1993 - *Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*.
- EN 61094/3-1994 - *Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*.
- EN 61094/4-1995 - *Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones*.
- EN 61260-1995 - *Octave-band and fractional-octave-band filters* (CEI 29-4).
- IEC 942-1988 - *Electroacoustics - Sound calibrators* (CEI 29-14).
- ISO 226-1987 - *Acoustics - Normal equal - loudness level contours*.

## A.3 Descrizione Del Progetto

### A.3.1 Il Territorio

L'area interessata dal parco eolico oggetto dell'indagine, nella regione Umbria e provincia di Terni, è a cavallo tra i comuni di Castel Giorgio e Orvieto, in zona collinare a Sud del comune di Castel Giorgio (Tr) e a Nord del comune di Bolsena (Vt). La zona presenta vaste aree scarsamente antropizzate ed utilizzate principalmente a scopo agricolo.

### A.3.2 Il Progetto

Come già accennato in precedenza, il parco eolico da realizzare conterà di 7 aerogeneratori capaci di una potenza nominale di 6,0 megawatt ciascuno, per un totale di 42 megawatt, che saranno installati in zone in ricadenti nel territorio dei comuni di Castel Giorgio (Tr) e Orvieto (Tr). In seguito gli aerogeneratori verranno individuati con la sigla WTG. Nella tabella che segue è specificato il numero identificativo di ogni aerogeneratore, la relativa posizione georeferenziata e il comune in cui ricade l'installazione:

**Tabella 4 – Coordinate posizione e comune installazione aerogeneratori**

Aerogeneratori	Coordinate		Comune
	N	E	
WTG.01	42°40'55.64"N	11°59'28.33"E	Castel Giorgio
WTG.02	42°40'12.18"N	11°59'55.80"E	Castel Giorgio
WTG.03	42°40'7.52"N	12° 0'28.46"E	Castel Giorgio
WTG.04	42°39'59.29"N	12° 1'35.11"E	Orvieto
WTG.05	42°39'44.43"N	12° 0'41.64"E	Orvieto
WTG.06	42°39'25.46"N	12° 3'4.14"E	Orvieto
WTG.07	42°39'15.45"N	12° 2'10.04"E	Orvieto

La zona, a circa 15 chilometri da Orvieto scalo , si estende per circa 6 chilometri da Est a Ovest con altezze sul livello del mare variabili tra i 550 e i 630 metri ed è raggiungibile dal centro dell'abitato prendendo la direzione Nord/Est "via Bagnorese" e imboccando poi a Gabelletta la SR71 in direzione Bolsena per circa 10 km.

Nella figura che segue è inquadrata la zona con le posizioni degli aerogeneratori:



**Figura 1 – corografia dell’area del parco in progetto - estratto della carta IGM**

Gli aerogeneratori o turbine eoliche producono energia elettrica utilizzando la forza naturale del vento per mantenere in rotazione un generatore elettrico. Essi sono costituiti da un rotore, le cui pale ruotano intorno a un asse orizzontale, unito ad un giunto di trasmissione meccanica o moltiplicatore di giri che, a sua volta, è collegato a un generatore elettrico; entrambi sono ubicati nella navicella collocata in cima alla torre.

I principali componenti di un generatore eolico sono:

- Il rotore (costituito da 3 pale), che può funzionare a velocità costante o variabile;
- Le pale, realizzate in fibra di vetro e rinforzate in poliestere o in resina epossidica;
- Il controllo di potenza automatico in funzione della velocità del vento, con bloccaggio alle alte velocità (sicurezza meccanica); il controllo si realizza andando ad agire sull'angolo di inclinazione delle pale (pitch) o sulla loro aerodinamica (stall);
- Il moltiplicatore di giri (in alcuni casi, si ricorre alla trasmissione diretta assegeneratore elettrico);

- Il sistema di orientamento automatico secondo la direzione di provenienza del vento, basato su sensori di monitoraggio;
- La torre tubolare in acciaio.

La potenza degli aerogeneratori varia tra alcune centinaia di kilowatt e alcuni megawatt, essendo il diametro della turbina il parametro fondamentale: ad una maggior lunghezza delle pale, corrisponde una maggiore area spazzata dal rotore e dunque una maggiore energia prodotta. L'energia prodotta da un aerogeneratore varia dunque in funzione del potenziale eolico specifico di ciascun sito (col cubo della velocità del vento), del fattore di disponibilità della stessa macchina (capacità di operare in presenza del vento: tipicamente maggiore del 98%) e della disposizione delle macchine nel parco eolico (per effetto dell'interferenza tra le macchine).

Gli aerogeneratori utilizzati nel progetto del parco eolico Phobos sono i Siemens Gamesa SG 6.0-170 le cui caratteristiche specifiche sono illustrate nella tabella che segue:

**Tabella 5 – Coordinate posizione ricettori**

<b>Modello tipo SIEMENS Gamesa SG 6.0-170</b>	
Altezza mozzo dal piano campagna (Hub) [m]	115
Lunghezza lame [m]	85
Diametro del rotore [m]	170
Altezza complessiva dal piano campagna [m]	200
Wind class	IIIA
Sovrastruttura	Tubolare in acciaio
Velocità di cut-off [m/s]	25,0
Velocità di cut-in [m/s]	3,0
Potenza nominale [MW]	6,0

## A.4 Rilievo e Caratterizzazione del Clima Acustico – Ante Operam

La campagna di rilievi nel sito oggetto dell'indagine è stata effettuata in data 5 febbraio 2021. Le misure sono finalizzate a quantificare i livelli di rumore ambientale prima dell'installazione delle nuove sorgenti.

### A.4.1 Strumentazione Utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da :

**N° 1 Fonometro integratore/analizzatore Bruel & Kjaer 2260** le cui caratteristiche principali sono:

- Fonometro di classe 1 per le normative CEI ed ANSI
- Gamma di frequenza, 6.3 Hz –20 kHz, in tempo reale in bande di 1/3 d'ottava
- Statistiche a banda larga
- Annotazioni in tempo reale ed esclusione dei dati
- Controllo della registrazione sonora su PC
- Velocità di campionamento fino a 1 s
- Funzionamento a distanza tramite collegamento modem
- Controllo della calibrazione ad iniezione di carica (CIC)
- Statistiche spettrali
- Registrazione automatica dell'evento
- Velocità di campionamento fino a 100 ms

Campi di utilizzo:

- Misure sonore globali
  - Analisi dettagliate in bande d'ottava ed 1/3 d'ottava
  - Monitoraggio del rumore
  - Valutazione dei tentativi di riduzione del rumore
  - Raccolta dati sul campo per ulteriori analisi
- Ricerca e sviluppo

## N° 1 calibratore Bruel & Kjaer 4231



Figura 2 – Fonometro HD 2110



Figura 3 – calibratore Bruel & Kjaer 4231

In allegato copia dei certificati di taratura (All. G)

## A.4.2 Metodologia di Misura

In via preliminare sono stati individuati tutti i fabbricati che ricadono nell'area oggetto del progetto, fino a 3 km di distanza dagli aerogeneratori, ed estrapolati quelli accatastati come abitazione risultati nel numero di 122 unità; tuttavia, in fase di sopralluogo in sito, è risultato che molte di queste abitazioni sono non continuativamente abitate, disabitate o ruderi.

Nessuno dei suddetti fabbricati risulta essere ad una distanza inferiore ai 500 metri dagli aerogeneratori in progetto.

Siccome per esperienza e studi similari precedenti sappiamo che il rumore prodotto dalle pale eoliche si abbatte dopo qualche centinaio di metri si è scelto di comprendere in questo studio acustico le sole abitazioni ricadenti in un'area di raggio compreso tra i 500 e i 600 metri da ciascun aerogeneratore.

I fabbricati accatastati come abitazione ricadenti nella suddetta area sono risultati 16; sono stati dunque numerati e georeferenziati e saranno i **ricettori** oggetto di indagine nella simulazione preliminare del post operam illustrata nel capitolo dedicato in questa relazione.

**Tabella 6 – Coordinate posizione e comune in cui ricadono i ricettori**

Ricettori	Coordinate		Comune
	N	E	
id 60	42°40'58.53"N	11°59'2.89"E	Castel Giorgio
id 84	42°41'9.87"N	11°59'44.61"E	Castel Giorgio
id 42	42°41'2.63"N	11°59'49.82"E	Castel Giorgio
id 69	42°40'31.59"N	11°59'53.49"E	Castel Giorgio
id 89	42°40'17.20"N	12° 1'29.89"E	Orvieto
id 109	42°40'9.27"N	12° 1'52.71"E	Orvieto
id 122	42°40'8.14"N	12° 1'55.49"E	Orvieto
id 100 - id 97	42°39'53.01"N	12° 1'9.27"E	Orvieto
id 36	42°39'27.60"N	12° 0'47.82"E	Bolsena
id 79 - id 81 - id 83	42°39'3.25"N	12° 1'49.71"E	Orvieto
id 50	42°39'27.40"N	12° 2'26.62"E	Orvieto
id 85	42°39'22.94"N	12° 2'32.35"E	Orvieto
id 68	42°39'16.68"N	12° 2'33.01"E	Orvieto
id 31	42°39'13.18"N	12° 2'48.72"E	Orvieto
id 73	42°39'12.62"N	12° 3'18.52"E	Orvieto
id 32	42°39'42.19"N	12° 3'6.45"E	Orvieto

### **A.4.3 Il Rumore**

Viene definito rumore qualunque suono produca sull'uomo effetti indesiderati, che disturbano o che siano dannosi, provocando conseguenze negative sia dal punto di vista fisiologico che psicologico. Gli effetti dell'impatto sonoro variano in relazione all'uso del territorio; di conseguenza, le aree e gli ambienti di vita e di lavoro possono essere classificate in fasce a diversa sensibilità al rumore, in base all'intensità degli effetti. Come abbiamo precedentemente illustrato la normativa vigente individua, nei comuni nei quali sia stata adottata la classificazione o zonizzazione acustica, delle classi e aree con diversa destinazione d'uso in relazione alle quali esistono diversi valori limite di rumorosità, emissione (il rumore emesso da una sorgente sonora e misurato nelle sue vicinanze) ed immissione (il rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, quello misurato ad esempio presso i ricettori). Il rumore di cui si parla è chiaramente riferito a quello di origine antropica e la normativa è tesa a tutelare gli ambienti di vita e di lavoro. In riferimento alla normativa c'è da rilevare che dei tre comuni con ricettori interessati dall'opera, allo stato attuale, solo Orvieto ha adottato un piano di zonizzazione acustica.

### **A.4.4 Misure Fonometriche: il Clima Acustico Ante Operam**

Nell'indagine di misure fonometriche per la caratterizzazione acustica di un territorio ci si confronta generalmente con la valutazione del rumore ambientale, ossia col rumore prodotto da tutte le sorgenti sonore presenti sul territorio stesso (naturali ed antropiche), effettuando le misure negli ambienti o nelle aree utilizzate dall'uomo. Nel corso di questa campagna di misure si è evidenziato che, essendo l'area oggetto di esame in territorio collinare adibito prevalentemente ad attività agricole, il rumore di origine antropica risulta essere in prevalenza quasi inesistente; al di là del rumore di qualche trattore o macchinario agricolo i suoni percepiti sono principalmente attribuibili alla fauna (bovini, caprini, uccelli...) e animali da cortile domestici e da cortile (cani, galline, ecc.), o al soffiare del vento.

Fanno eccezione i punti vicini alla viabilità: strade statali, provinciali o comunali.

Ciò premesso, nell'individuazione dei punti di misura, si è scelto di posizionarsi presso abitazioni o aree limitrofe acusticamente compatibili, sul lato del prospetto potenzialmente più esposto alla propagazione del rumore proveniente dalla installazione degli aerogeneratori.

Durante questa campagna sono dunque state effettuate un totale di 4 misure in 4 diversi punti georeferenziati; ciascuna misura sarà dunque successivamente associata e presa come riferimento, per uno o più ricettori vicini tra loro e dunque con condizioni acustiche assimilabili, per effettuare il calcolo del rumore ambientale Post Operam.

Tabella 7 – Coordinate posizione punti di misura

Nome Misura	Ricettore	Coordinate	
		N	E
MISURA_1	id 100 - id 97	42°39'12.10"N	12° 2'51.28"E
	id 36		
	id 50		
	id 85		
	id 68		
	id 31		
	id 73		
MISURA_2	id 89	42°40'8.65"N	12° 2'0.93"E
	id 109		
	id 122		
MISURA_3	id 79 - id 81 - id 83	42°39'3.23"N	12° 1'50.28"E
MISURA_4	id 60	42°40'51.88"N	11°59'6.11"E
	id 84		
	id 42		
	id 69		

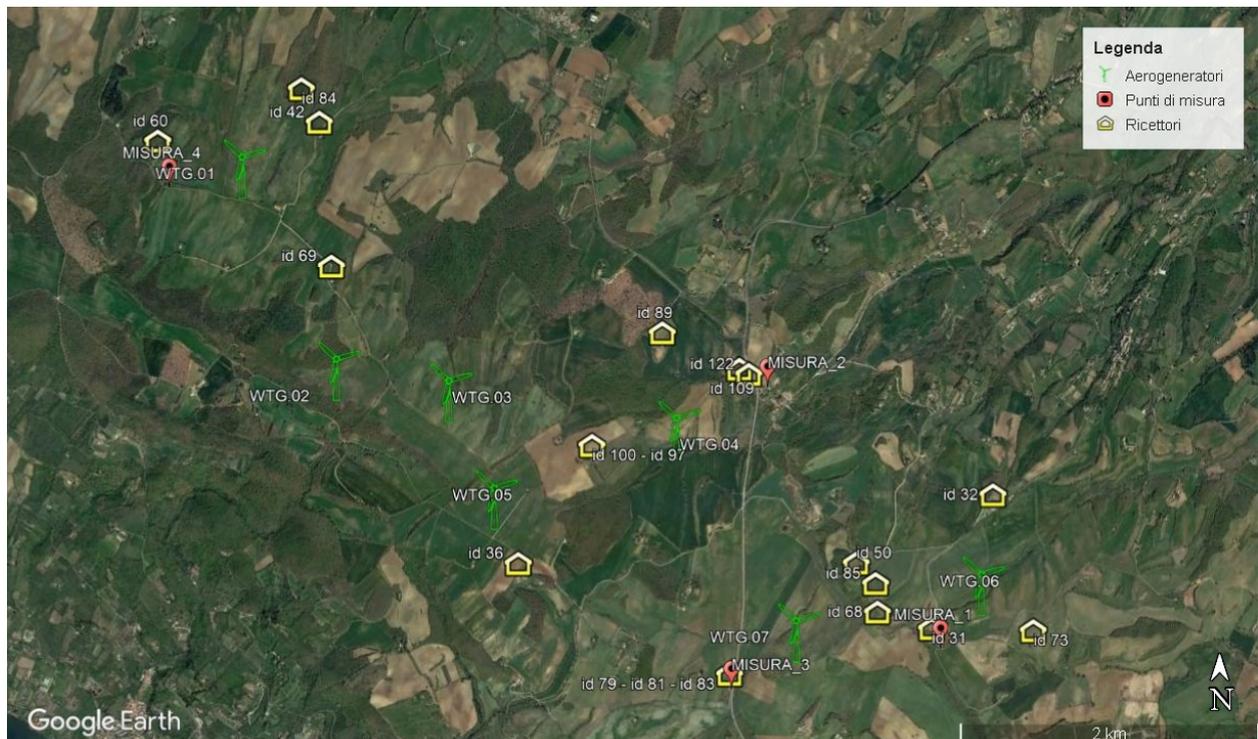


Figura 4 – Aerofoto con posizione aerogeneratori, ricettori e punti di misura

La campagna di misure si è svolta in data 15 maggio 2021 durante il periodo diurno in un tempo di osservazione di circa 6 ore (dalle 11:30 alle 17:30). Vista la scarsa “variabilità acustica” della zona ciascuna misura ha avuto la durata di 15 minuti, tempo ritenuto sufficiente per caratterizzare il sito; per lo stesso motivo si è ritenuto di non effettuare misure durante il periodo notturno.

Le misure, effettuate con condizioni meteo ottimali di cielo sereno e vento inferiore ai 5 m/s, sono state realizzate utilizzando 1 fonometro con microfono dotato di cuffia antivento posizionato in campo libero ad un’altezza di circa 1,5 metri dal terreno. Il fonometro è stato settato per registrare il livello equivalente ponderato “A” (Leq(A)) con costante Fast, inoltre, per ogni misura, sono stati registrati i livelli minimo e massimo (Lmax, Lmin) e i percentili L1 L30 L50 e L95. Prima e dopo ogni misura lo strumento è stato sottoposto a verifica di calibrazione.

Per ogni misura sono state anche prodotte le rispettive schede di rilievo che vengono fornite in allegato (all. A)

I valori registrati per ogni misura sono illustrati nella tabella che segue:

**Tabella 8 – Valori risultati dalle misure**

Nome misura	Lmax (dB)	Lmin (dB)	L95	LeqA (dB)
MISURA_1	54.3	30.6	32.7	<b>39.8</b>
MISURA_2	65.4	35	40.9	<b>50.4</b>
MISURA_3	80.3	31	34.4	<b>56.1</b>
MISURA_4	51.5	32.4	36.4	<b>41.8</b>

Analizzando i risultati ottenuti dai valori registrati è facile notare che siamo di fronte ad un clima acustico esistente decisamente poco rumoroso, a prescindere dai valori di Lmax superiori a 50 dB registrati in tutte le misure e dovuti principalmente a singoli eventi rumorosi (in particolare il valore di 80 dB registrato nella Misura\_3, dovuto al passaggio delle vetture sulla statale ai bordi della quale è stata effettuata la misura), c’è da evidenziare i valori del percentile L95 che rappresenta il rumore di fondo, quel rumore cioè che viene registrato per il 95% del tempo di misura: i valori di L95 registrati nelle 4 misure sono racchiusi in un range che va dai 31 ai 35 dB. Se si confrontano i valori di Leq ottenuti con la tabella OCSE che mette in rapporto le sorgenti di rumore con l’intensità sonora si scopre che a 38/45 decibel (range dei valori registrati nelle misure 1 e 4) corrisponde il rumore percepito in una stanza da letto silenziosa, al fruscio delle foglie o, al più, una stanza di soggiorno tranquilla e intorno ai 50 dB (come per la Misura\_2) la corrispondenza è quella di un frigorifero domestico. Solo per la Misura\_3 i valori di leq registrati sono

---

risultati oltre i 55 dB poiché, come detto in precedenza, la misura è stata effettuata a bordo strada ed è stata fortemente influenzata dal passaggio dei mezzi, principalmente auto e moto.

## A.5 Previsione di Impatto Acustico - Post Operam

Per il calcolo dell'impatto acustico del parco eolico sulla zona oggetto dell'indagine i metodi possibili erano diversi come, ad esempio, il codice semi-empirico sviluppato da Keast e Potter, in grado di prevedere l'emissione acustica in dipendenza dalla distanza, dalle caratteristiche e dalle condizioni operative dell'aerogeneratore; oppure altre simulazioni di tipo matematico che, a mio parere possono essere valide per la singola sorgente ma aumentano la percentuale di errore in caso di studi in cui debba essere preso in considerazione il contributo di più sorgenti sonore funzionanti in contemporanea, come nel caso degli aerogeneratori di un parco eolico; nel nostro caso è stato utilizzato il software di simulazione Mithra della 01db-Stell le cui caratteristiche ed attendibilità, nonché i dati input del modello, verranno descritti in seguito.

### 5.1 Il Rumore degli Aerogeneratori

Il rumore acustico prodotto da un aerogeneratore è da imputare ai macchinari alloggiati nella navicella (moltiplicatore, generatore, macchine ausiliarie) e al movimento delle pale nell'aria. Il rumore dei macchinari è particolarmente contenuto negli ultimi modelli di generatori e perciò trascurabile rispetto al rumore aerodinamico. Quest'ultimo, del tipo banda larga, è provocato principalmente dallo strato limite del flusso attorno al profilo alare della pala. Diversi studi hanno mostrato che a distanza di poche centinaia di metri (che sono le distanze tipiche di confine per limitare eventuali rischi per gli abitanti delle aree circostanti), questo è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo.

Figura 5 – Distribuzione spaziale del rumore prodotto da un moderno aerogeneratore in terreno aperto e pianeggiante (fonte ISES Italia)

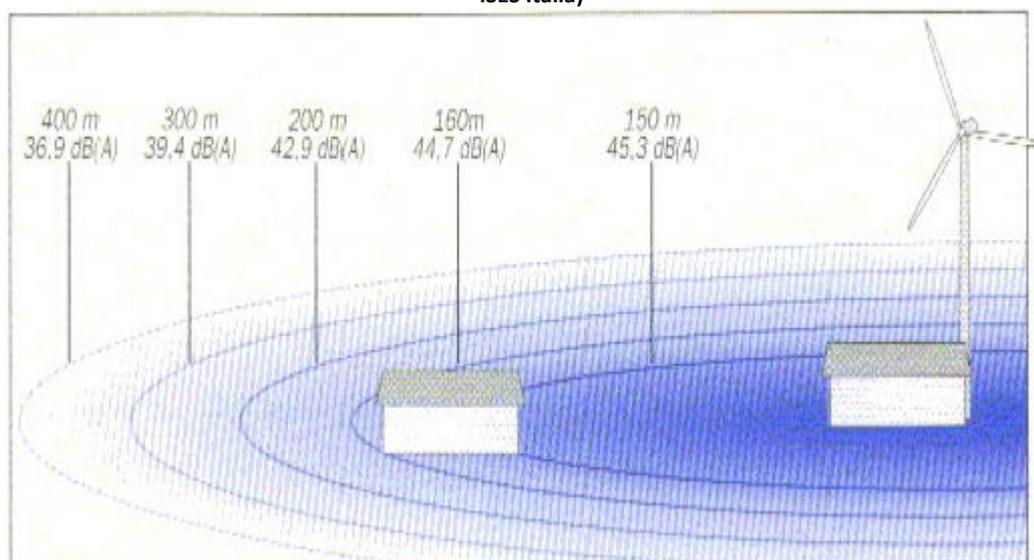
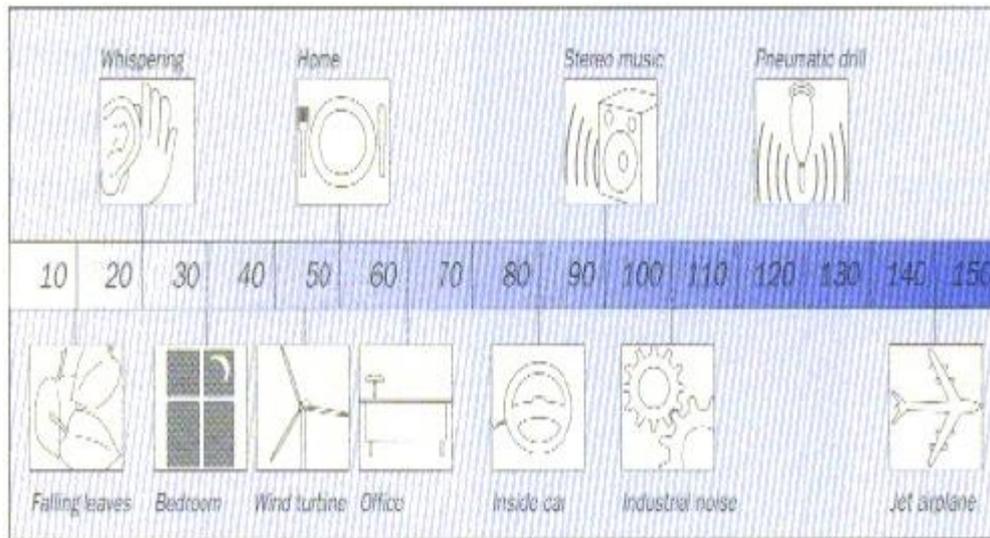


Figura 6 – confronto con i livelli sonori relativi ad altre sorgenti (fonte ISES Italia)



Col tempo, l'affinarsi delle tecnologie di produzione delle pale eoliche ha permesso di migliorarne l'efficienza in termini di produzione di energia elettrica e di riduzione del rumore permettendo di creare parchi eolici in cui, a fronte di un numero inferiore di aerogeneratori, si ha un notevole apporto positivo in termini di costo benefici.

Tabella 9 – confronto vecchi e moderni aerogeneratori (EOLICO, AVIFAUNA E RUMORE di Lorenzo Partesotti)

CARATTERISTICHE	ANNI 80	OGGI
VELOCITÀ DI ROTAZIONE (media tra diversi modelli di turbine)	70 rpm (giri/minuto)	20 rpm (giri/minuto)
LUNGHEZZA DELLE PALE	8 / 10 m	> 40 m
NUMERO DI AEROGENERATORI	fino a 5300 in una sola centrale (Altmon Pass – California)	5 / 50 turbine
AERODINAMICITÀ DELLE PALE	Efficienze modeste	Efficienze elevate

Le emissioni sonore di turbine eoliche con piccole pale con elevati numeri di giri al minuto - mediamente almeno 1 giro al secondo/60 giri al minuto - tipiche degli anni 80 e primi anni 90, erano molto più elevate di quelle attuali proprio per gli evidenti motivi fisici legati all'alto numero di giri, oltre che per le modeste efficienze dei profili alari di seguito perfezionati; oggi il basso numero di giri/minuto delle pale delle moderne turbine, pure in abbinamento con l'affinamento dei profili alari permette di contenere entro modestissimi livelli le emissioni sonore delle attuali turbine.

La caratterizzazione acustica degli aerogeneratori in commercio è effettuata sulla base di dati forniti dalle case costruttrici. Gli aerogeneratori per il parco eolico in progetto saranno tutti Siemens Gamesa SG 6.0-170.

I dati relativi alle emissioni sonore degli aerogeneratori in progetto sono stati estratti dal documento al documento "D2359593-002 SGRE ON SG 6.0-170 Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0 - AM-6, N1 - N7, IEC Ed3.pdf" fornito dal produttore, da questo si evince che la potenza sonora (LWA) espressa dal Gamesa SG 6.0-170 è di 106,0 dB(A) all'hub, con vento a partire dai 9 m/s fino al cut out; la potenza sonora è stata registrata all'altezza del mozzo come richiesto dall' IEC 61400-11 ed. 3.0 2012 ("Wind turbine generator systems – part 11").

Il documento di cui sopra è inserito come allegato F della presente relazione

## A.5.2 Il Software di Simulazione Mithra

Come anticipato all'inizio di questo capitolo, per simulare l'impatto acustico prodotto dall'installazione dei 7 aerogeneratori del parco eolico in progetto, è stato utilizzato il software previsionale Mithra della 01Db-Stell. Il software mithra viene impiegato per la previsione del rumore da traffico stradale, ferroviario e da impianti industriali ed è capace di simulare diverse tipologie di sorgenti sia lineari che puntuali. È basato sul metodo del "ray tracing" inverso e il sistema di calcolo integra il metodo ISO 9613-2. L'area sottoposta ad analisi viene divisa in una moltitudine di superfici di piccola entità e, ognuna di queste, viene collegata ad un punto detto ricettore. Da ogni singolo ricettore partono omnidirezionalmente i raggi che, dopo eventuali molteplici riflessioni e diffrazioni, intercettano la sorgente rumorosa. Il percorso di ogni singolo raggio descrive di quanto viene attenuata l'onda incidente a partire da una determinata sorgente di rumore.

Tale metodo permette in pratica di stabilire quanto ogni singola sorgente contribuisce ad aumentare la rumorosità in un punto ben determinato. La tolleranza di questo programma previsionale si può stimare nell'ordine di 1,0-1,5 dB(A), che viene ritenuta allo stato attuale, soddisfacente. Questo errore è dovuto alla tolleranza propria della fase di digitalizzazione delle variabili topografiche e all'eventuale incompletezza delle informazioni fornite in ingresso.

## A.5.3 Dati di Input e Simulazione

Al fine di procedere alla simulazione, il software previsionale deve essere opportunamente configurato con una serie di dati di input:

- La cartografia digitalizzata tridimensionale della zona oggetto di studio;
- La posizione di tutte le sorgenti, eventualmente concorsuali, e le relative caratteristiche emmissive;
- La posizione dei ricettori sui quali effettuare il calcolo e verificare i valori.

In questo studio la cartografia 3d è stata dapprima elaborata poi ripulita da tutti gli elementi superflui ed adattata al software che accetta in input il formato dxf.

Dopo aver inserito come elemento le posizioni delle sorgenti, cioè i 7 aerogeneratori, questi elementi sono stati configurati come sorgenti puntiformi omnidirezionali (i mozzi sono snodati e seguono la direzione del vento) con i dati di emissione delle singole frequenze in 1/1 bande d'ottava e potenza sonora complessiva di complessiva di 106,0 dB(A) ad un'altezza di 115 metri dal suolo (altezza del mozzo come da progetto). Nonostante la potenza sonora emessa dagli aerogeneratori non sia continua né di intensità uguale nel tempo – nel caso dei Gamesa SG 6.0-170 per velocità del vento inferiore ai 9 m/s l'emissione diventa via via inferiore arrivando ai 92,0 dB del cut-in wind speed a 3 m/s – si è voluto procedere alla simulazione nella condizione peggiorativa calcolando il funzionamento dell'aerogeneratore 24 ore su 24 alla sua massima velocità con emissioni di 106,0 dB(A); anche la scelta di omnidirezionalità della sorgente rappresenta un elemento peggiorativo, in condizioni reali infatti il vento può soffiare, con intensità e per un tempo, con caratteristiche che variano da luogo a luogo, dunque gli eventuali ricettori che dovessero trovarsi sopravento rispetto all'aerogeneratore avrebbero sicuramente un impatto inferiore di quelli sottovento: nel nostro scenario si è calcolato un impatto uguale e continuo per tutti i ricettori.

Per quanto riguarda i ricettori sui quali effettuare il calcolo di impatto acustico, sebbene non si tratti in tutti i casi di unità permanentemente abitate, si è comunque scelto di utilizzare i 16 ricettori censiti di cui già si è parlato in precedenza e le cui posizioni rispetto agli aerogeneratori sono note. Le posizioni e l'ingombro dei ricettori sono state inserite, come da cartografia fornita, come polilinee che nel software Mithra sono state trasformate in edifici; vista la tipologia di questi ultimi (trattandosi di edifici non moderni e quindi dai solai alti) si è scelto di inserire nei parametri una configurazione con 2 piani fuori terra, questo permette eventualmente di avere più risultati relativi al singolo ricettore indagato. Oltre ai fabbricati censiti come abitazioni/ricettori sono stati inseriti nel software anche tutti gli altri fabbricati (ruderi, capannoni ed altre destinazioni) presenti nell'area di studio, per un totale di 220 fabbricati.

L'allegato B della presente relazione rappresenta il modello 3D, risultante dai dati di input, prodotto dal software di simulazione.

Una volta terminato l'input dei dati si è passati alla generazione della mappa acustica i cui parametri di calcolo sono i seguenti:

- Tipo di terreno S= 600
- Numero di raggi= 100
- Distanza di propagazione= 2000 m
- Numero di intersezioni= 999
- Numero di riflessioni= 7
- Temperatura= 15°
- Umidità= 70%

Il tipo di terreno con S (sigma) uguale a 600 rappresenta un terreno con capacità di assorbimento media; il numero di raggi, la distanza di propagazione e il numero di intersezioni e di riflessioni rappresentano un buon compromesso tra velocità e accuratezza del calcolo; la temperatura e l'umidità sono caratteristiche dei luoghi collinari; per il metodo di calcolo è stato utilizzato il CSTB.92 senza effetti meteorologici.

Inseriti i parametri sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- una mappa di propagazione orizzontale con curve di isolivello (a 5.0 metri d'altezza) con una superficie tale da comprendere tutta l'area studio, circa 7 x 6 km (All. C);
- una mappa di propagazione verticale con curve di isolivello: la mappa rappresenta una sezione di 115 m di altezza x 570 m e consente di apprezzare l'emissione di rumore dell'aerogeneratore WTG.01 e il relativo impatto sul ricettore id 60 (All. D);
- una mappa di calcolo sui ricettori attraverso la quale è possibile consultare i risultati della simulazione, con valori espressi in decibel, rispetto ad ogni singolo ricettore (abitazione) al piano terra ed al piano primo del fabbricato (All. E).

Nelle mappe elaborate, i ricettori (R) e le sorgenti (S) hanno le corrispondenze specificate nelle tabelle che seguono:

**Tabella 10 – Corrispondenza abitazioni - ricettori**

Ricettori	
id 60	R1
id 84	R2
id 42	R3
id 69	R4
id 89	R5
id 109	R6

Ricettori	
id 122	R7
id 100 - id 97	R8
id 36	R9
id 79 - id 81 - id 83	R10
id 50	R11
id 85	R12
id 68	R13
id 31	R14
id 73	R15
id 32	R16

**Tabella 11 – Corrispondenza aerogeneratori - sorgenti**

Aerogeneratori	
WTG.01	S1
WTG.02	S2
WTG.03	S3
WTG.04	S4
WTG.05	S5
WTG.06	S6
WTG.07	S7

I risultati ottenuti dal calcolo di esposizione sui ricettori sono riassunti nella tabella che segue:

**Tabella 12 – Risultati calcolo ricettori**

Ricettore		Piano	Leq (dB)
R1	id 60	Piano terra	<b>37.3</b>
		Primo piano	<b>37.4</b>
R2	id 84	Piano terra	<b>37.3</b>
		Primo piano	<b>37.4</b>
R3	id 42	Piano terra	<b>38.2</b>
		Primo piano	<b>38.2</b>

R4	id 69	Piano terra	<b>37.7</b>
		Primo piano	<b>37.8</b>
R5	id 89	Piano terra	<b>40.4</b>
		Primo piano	<b>40.4</b>
R6	id 109	Piano terra	<b>38.9</b>
		Primo piano	<b>39.0</b>
R7	id 122	Piano terra	<b>38.1</b>
		Primo piano	<b>38.3</b>
R8	id 100 - id 97	Piano terra	<b>36.8</b>
		Primo piano	<b>37.1</b>
R9	id 36	Piano terra	<b>39.2</b>
		Primo piano	<b>39.3</b>
R10	id 79 - id 81 - id 83	Piano terra	<b>37.3</b>
		Primo piano	<b>36.8</b>
R11	id 50	Piano terra	<b>41.3</b>
		Primo piano	<b>41.4</b>
R12	id 85	Piano terra	<b>37.8</b>
		Primo piano	<b>38.0</b>
R13	id 68	Piano terra	<b>38.3</b>
		Primo piano	<b>38.4</b>
R14	id 31	Piano terra	<b>39.8</b>
		Primo piano	<b>39.6</b>
R15	id 73	Piano terra	<b>38.7</b>
		Primo piano	<b>38.7</b>
R16	id 32	Piano terra	<b>41.4</b>
		Primo piano	<b>40.7</b>

## A.5.4 Calcolo del rumore ambientale post operam

Per completare l'indagine è stato calcolato il livello di rumore ambientale futuro, ossia quello immesso da tutte le sorgenti insistenti sui ricettori indagati quando sarà in funzione l'impianto. Il Rumore Ambientale (LA) si ottiene sommando al rumore residuo (Lr) - cioè il Leq registrato durante le misure in sito su ciascuno dei quattro punti (Tabella 8) - al rumore prodotto della futura sorgente (Ls) calcolato dal software di simulazione in corrispondenza dei 16 ricettori di riferimento (Tabella 12); il calcolo è stato effettuato solo sui valori di leq del piano terra.

Avremo dunque la seguente formula:

$$LA = Lr + Ls$$

poiché si tratta di una somma di decibel diventa

$$LA = 10 \times \text{Log} [10^{Lr/10} + 10^{Ls/10}]$$

I risultati per ogni ricettore sono riportati nella tabella che segue:

**Tabella 13 – Risultati calcolo Rumore Ambientale sui ricettori**

Ricettore	Lr (dBA)	Ls (dBA)	LA (dBA)*
id 60	41.8 (leq misura_4)	37.3 (leq calcolato su R1)	<b>43.0</b>
id 84	41.8 (leq misura_4)	37.3 (leq calcolato su R2)	<b>43.0</b>
id 42	41.8 (leq misura_4)	38.2 (leq calcolato su R3)	<b>43.5</b>
id 69	41.8 (leq misura_4)	37.7 (leq calcolato su R4)	<b>43.0</b>
id 89	50.4 (leq misura_2)	40.4 (leq calcolato su R5)	<b>51.0</b>
id 109	50.4 (leq misura_2)	38.9 (leq calcolato su R6)	<b>50.5</b>
id 122	50.4 (leq misura_2)	38.1 (leq calcolato su R7)	<b>50.5</b>
id 100 - id 97	39.8 (leq misura_1)	36.8 (leq calcolato su R8)	<b>41.5</b>
id 36	39.8 (leq misura_1)	39.2 (leq calcolato su R9)	<b>42.5</b>
id 79 - id 81 - id 83	56.1 (leq misura_3)	37.3 (leq calcolato su R10)	<b>56.0</b>
id 50	39.8 (leq misura_1)	41.3 (leq calcolato su R11)	<b>43.5</b>
id 85	39.8 (leq misura_1)	37.8 (leq calcolato su R12)	<b>42.0</b>
id 68	39.8 (leq misura_1)	38.3 (leq calcolato su R13)	<b>42.0</b>
id 31	39.8 (leq misura_1)	39.8 (leq calcolato su R14)	<b>43.0</b>
id 73	39.8 (leq misura_1)	38.7 (leq calcolato su R15)	<b>42.5</b>
id 32	39.8 (leq misura_1)	41.4 (leq calcolato su R16)	<b>43.5</b>

\*i valori sono arrotondati a 0.5 dB come da normativa

## A.6 Conclusioni

Dall’analisi del clima acustico esistente e dall’elaborazione previsionale del clima acustico post operam tramite simulazione si evidenzia una sensibile variazione in aumento dei livelli sonori in prossimità delle sorgenti, questo è più che normale tenendo conto dei bassi livelli di rumore esistente registrati sui luoghi oggetto di questa indagine.

Nello specifico, analizzando la mappa con curve di iso-livello, si nota come i livelli di rumore previsti siano calcolati in circa 50-55 dB nelle immediate vicinanze della sorgente (sotto la torre o ad alcune decine di metri), livelli che si abbassano a 40-45 dB a circa 250-300 metri per diventare quasi trascurabili superando i 500 metri. Tenendo presente che i livelli di Leq(A) registrati in ante operam sono con vento lieve è facile prevedere che con l’aumento della velocità del vento (solo in questo caso gli aerogeneratori entrano in funzione e quindi iniziano a emettere rumore) aumenterà anche il livello del rumore di fondo; il rumore prodotto dagli aerogeneratori diventa dunque trascurabile prima dei 500 metri previsti dal software in quanto viene a confondersi col rumore di fondo prodotto dal vento stesso sull’ambiente (ad esempio il passaggio del vento tra gli alberi e il fogliame).

Per quanto riguarda l’impatto sui ricettori presenti nell’area di studio e censiti durante i sopralluoghi e degli spazi potenzialmente utilizzati dalle persone, confrontando i dati ottenuti dalla simulazione con i limiti di immissione vigenti si può osservare come i valori di Leq calcolati, varianti tra i 41.5 dB del ricettore (id 100-id 97) e i 56.0 db del ricettore (id 79-id 81-id83), siano al di sotto dei valori limite. Per i ricettori ricedenti nel territorio dei comuni di Castel Giorgio (TR) e Bolsena (VT) i limiti sono di 60 dB per il periodo notturno e 70 dB per il periodo diurno, non avendo ancora i due comuni adottato alcuna classificazione acustica (zonizzazione). I valori dunque con cui confrontarsi, ai sensi dell’art. 8 comma 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”, sono quelli riportati nella tabella che segue:

**Tabella 14 – Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991**

Classi di destinazione d’uso del territorio	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Per quanto riguarda invece i ricettori ricadenti nel territorio del comune di Orvieto (TR), come già detto in precedenza, avendo il comune adottato un piano di classificazione acustica i limiti di immissione con cui confrontarsi sono di 50 dB per il periodo notturno e 60 dB per il periodo diurno, ossia quelli relativi alla zona in cui ricadono i suddetti ricettori che dalla tavola “2.1 -zonizzazione acustica inquadramento generale” risulta essere in *classe di destinazione d’uso III* della tabella che segue:

**Tabella 15 - DPCM del 14 Novembre del 1997– Classificazione acustica del territorio**

Classi di destinazione d’uso del territorio		Emissione		Immissione	
		Giorno (06:00-22:00)	Notte (22:00-06:00)	Giorno (06:00-22:00)	Notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	45	35	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45
III	Aree di tipo misto	55	45	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Come si evince dalle tabelle i limiti risultano essere rispettati.

Occorre sottolineare che, lo scopo del presente studio è quello di evidenziare l’insorgere di eventuali criticità ambientali mediante la stima previsionale di valori significativi e non quello di definire quantitativamente un esatto scenario fisico; è pertanto in tale ottica che va interpretata la valenza dei risultati, che sono da considerarsi sempre come indicativi, così come tutti i risultati da modelli di simulazione previsionale. Successivamente al completamento dell’opera si ritiene dunque opportuno preventivare una campagna di misure fonometriche per verificare quanto risultato in sede di simulazione.

**P.I. Eugenio Piccolo**  
**Tecnico Competente Acustica**  
**Ambientale**  
**(n. iscrizione elenco nazionale 8539)**



# ALLEGATO A

Schede di rilievo misure

## SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura\_1

Data: 15/05/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 13.01

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

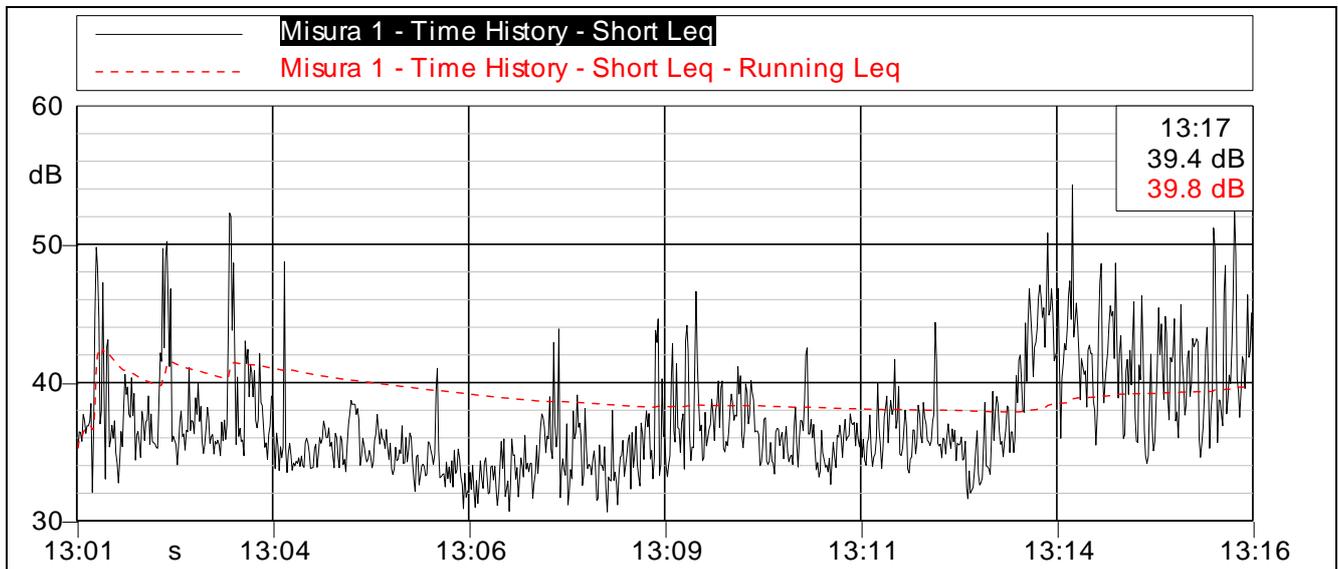
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

42°39'12.10"N

12° 2'51.28"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 54.3

Lmin (dB): 30.6

L95 (dB): 32.7

**Leq (dB): 39.8**

## SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura\_2

Data: 15/05/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 11.48

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

42°40'8.65"N

12° 2'0.93"E



FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 65.4

Lmin (dB): 35.0

L95 (dB): 40.9

**Leq (dB): 50.4**

## SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura\_3

Data: 15/05/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 12.22

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

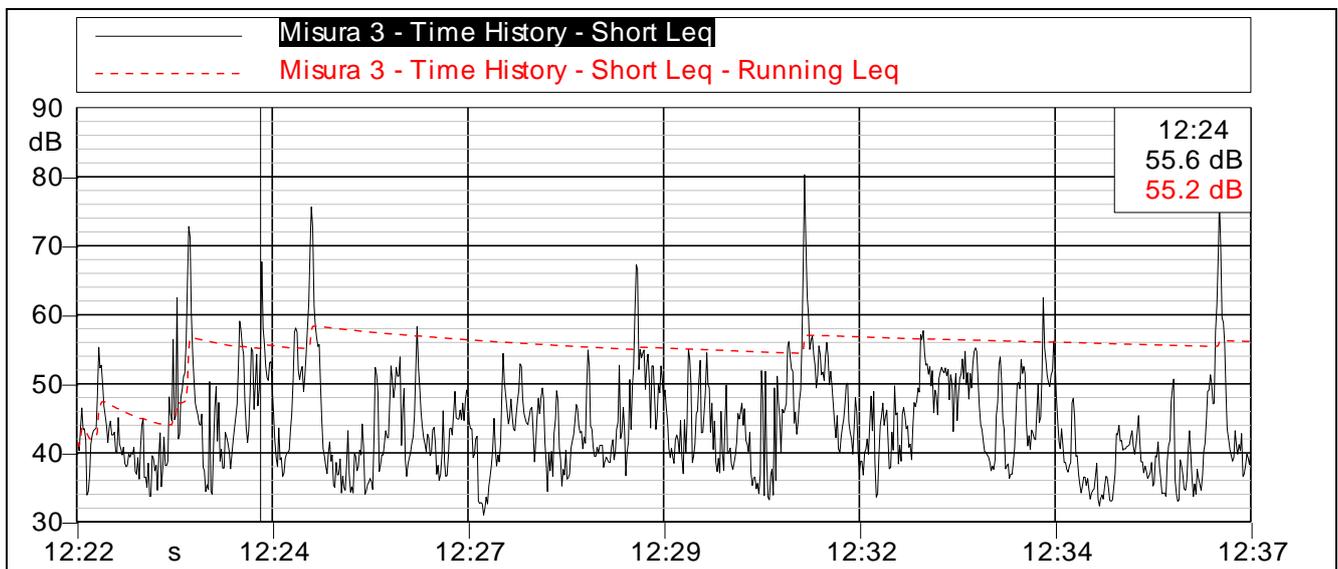
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

42°39'3.23"N

12° 1'50.28"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 80.3

Lmin (dB): 31.0

L95 (dB): 34.4

**Leq (dB): 56.1**

## SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura\_4

Data: 15/05/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 17.00

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

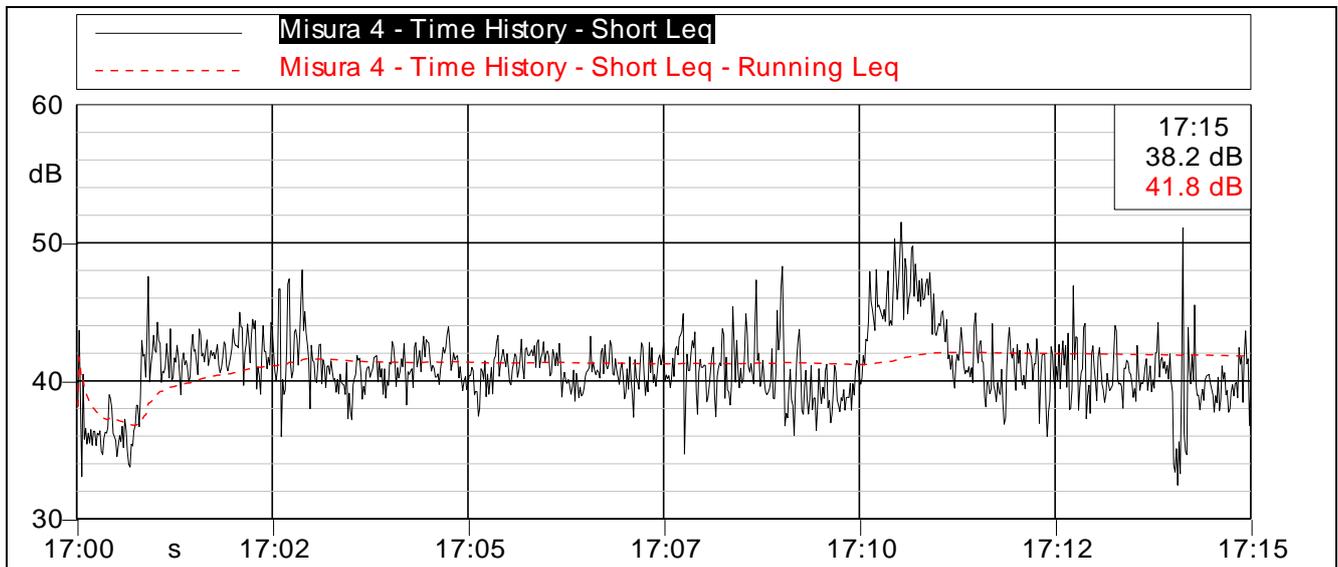
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

42°40'51.88"N

11°59'6.11"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 51.5

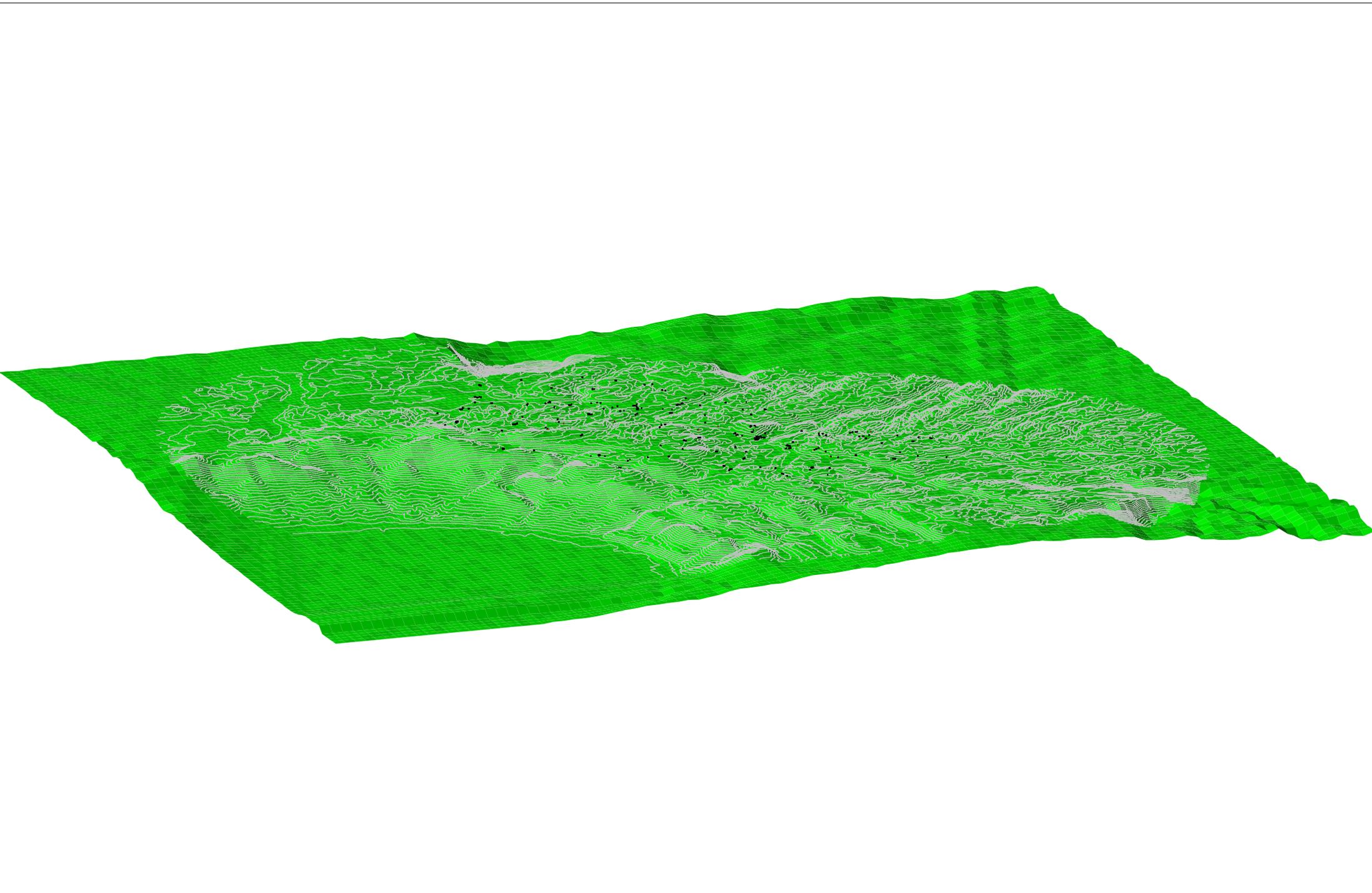
Lmin (dB): 32.4

L95 (dB): 36.4

**Leq (dB): 41.8**

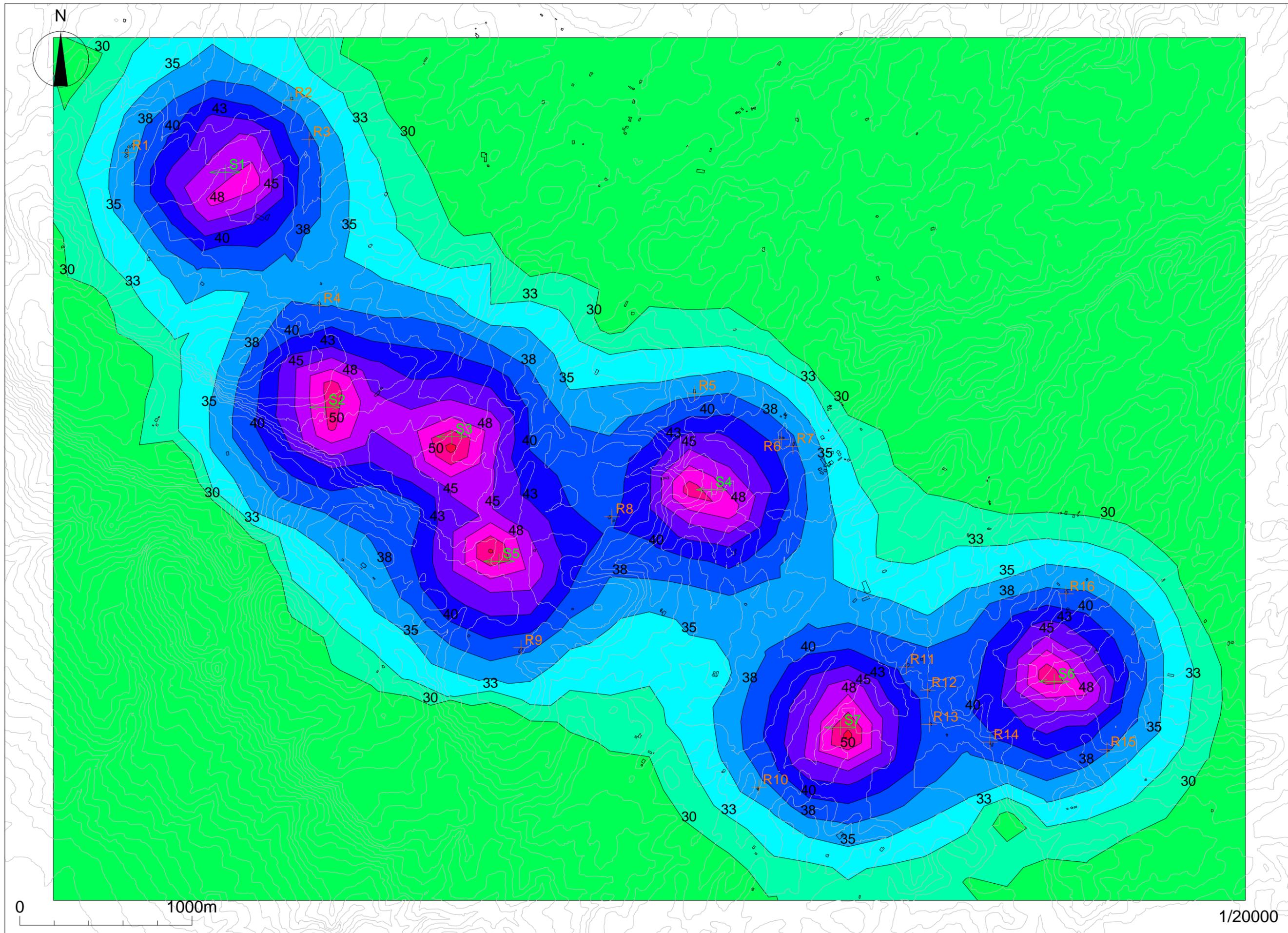
# ALLEGATO B

Mappa 3D modello Software



## ALLEGATO C

Mappa acustica orizzontale con curve di iso livello  
Post Operam



> 63
61 .. 63
58 .. 61
55 .. 58
53 .. 55
50 .. 53
48 .. 50
45 .. 48
43 .. 45
40 .. 43
38 .. 40
35 .. 38
33 .. 35
30 .. 33
< 30

0 1000m

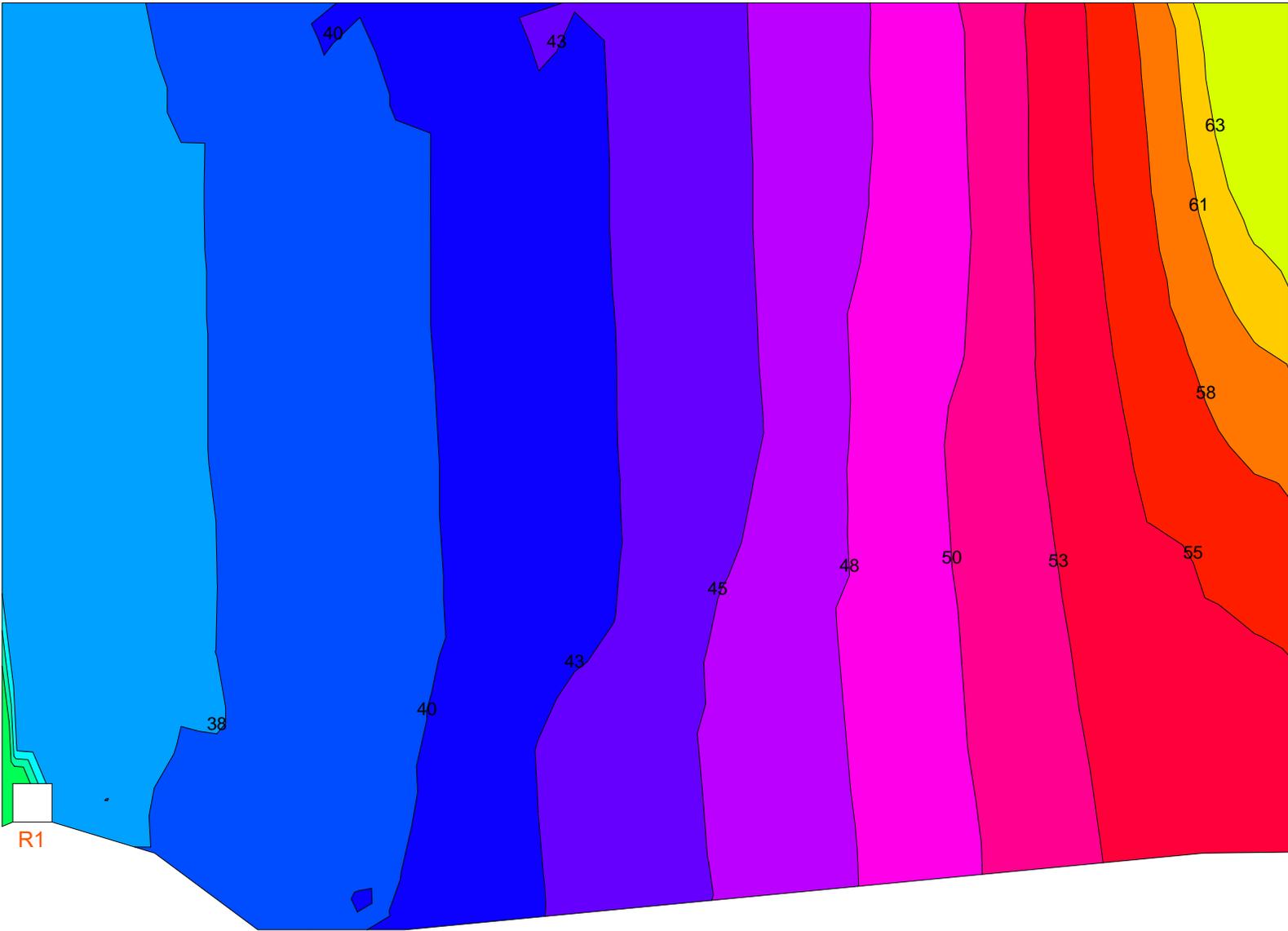
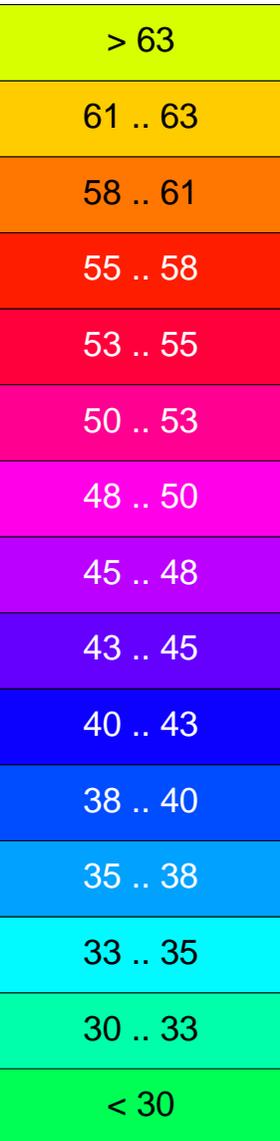
1/20000

Altezza mappa: 5 metri

## ALLEGATO D

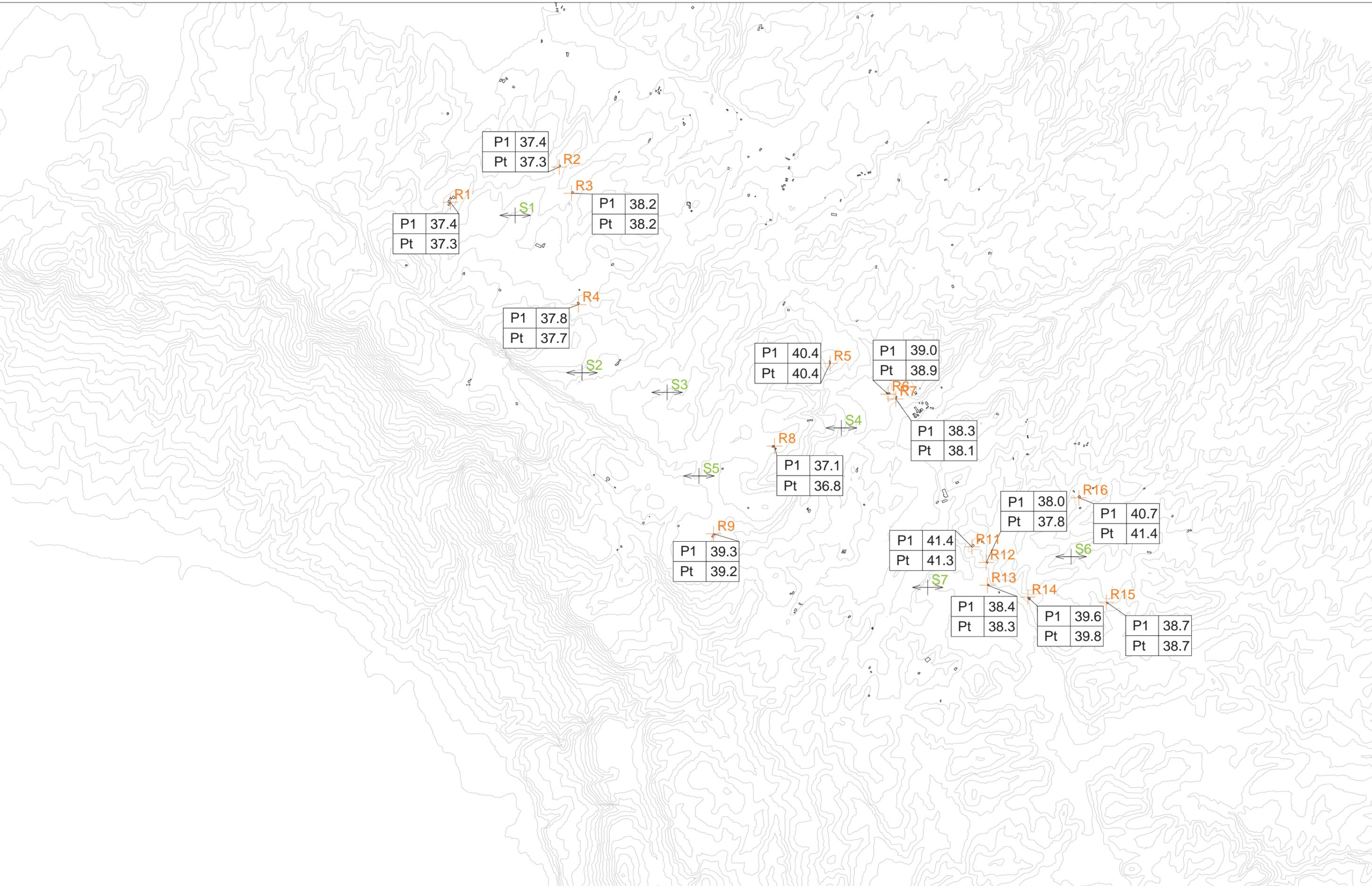
Mappa acustica verticale con curve di iso livello  
Post Operam

S1



## ALLEGATO E

Mappa di calcolo dei ricettori



## ALLEGATO F

Caratteristiche Sonore aerogeneratori

---

# **Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0 - AM-6, N1 - N7**

## **SG 6.0-170**

### Disclaimer of liability and conditions of use

To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter "SGRE") gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its intended purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals, and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

## Standard Acoustic Emission, Rev. 0, AM 0 - AM-6, N1 - N7

### Typical Sound Power Levels

The sound power levels are presented with reference to the code IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012). The sound power levels ( $L_{WA}$ ) presented are valid for the corresponding wind speeds referenced to the hub height.

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up tp cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-6	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
N1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	105.5	105.5	105.5	105.5	105.5	105.5
N2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5
N3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0
N4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0
N5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
N6	92.0	92.0	94.5	98.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N7	92.0	92.0	94.5	98.4	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

Table 1: Acoustic emission,  $L_{WA}[dB(A) \text{ re } 1 \text{ pW}](10 \text{ Hz to } 10\text{kHz})$

Wind speed [m/s]	6	8
AM 0	87.6	93.9
AM-1	87.6	93.9
AM-2	87.6	93.9
AM-3	87.6	93.9
AM-4	87.6	93.9
AM-5	87.6	93.9
AM-6	87.6	93.9
N1	87.6	93.9
N2	87.6	93.9
N3	87.6	92.7
N4	87.6	91.9
N5	87.6	91.0
N6	87.6	90.2
N7	87.6	89.3

Table 2: Acoustic emission,  $L_{WA}[dB(A) \text{ re } 1 \text{ pW}](10 \text{ Hz to } 160 \text{ Hz})$

### Low Noise Operations

The lower sound power level is also available and can be achieved by adjusting the turbines controller settings, i.e. an optimization of rpm and pitch. The noise settings are not static and can be applied to optimize the operational output of the turbine. Noise settings can be tailored to time of day as well as wind direction to offer the most suitable solution for a specific location. This functionality is controlled via the SCADA system and is described further in the white paper on Noise Reduction Operations. Furthermore, tailored power curves can be provided which take wind speed into consideration allowing for management of the turbine output power and noise emission level to comply with site specific noise requirements. Tailored power curves are project and turbine specific and will therefore require Siemens Gamesa Siting involvement to provide the optimal solutions. The lower sound power levels may not be applicable to all tower variants. Please contact Siemens Gamesa for further information.

**Typical Sound Power Frequency Distribution**

Typical spectra for  $L_{WA}$  in dB(A) re 1 pW for the corresponding centre frequencies are tabulated below for 6 and 8 m/s referenced to hub height.

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-1	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-2	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-3	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-4	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-5	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
AM-6	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N1	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N2	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N3	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N4	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N5	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N6	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5
N7	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5

Table 3: Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz at 6 m/s

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-1	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-2	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-3	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-4	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-5	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
AM-6	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
N1	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8
N2	85.4	93.2	95.6	95.1	98.5	99.3	94.5	83.3
N3	84.6	91.9	94.1	93.6	97.0	97.8	93.0	81.8
N4	84.1	91.0	93.1	92.6	96.0	96.8	92.0	80.8
N5	83.5	90.1	92.1	91.6	95.0	95.8	91.0	79.8
N6	83.0	89.2	91.1	90.6	94.0	94.8	90.0	78.8
N7	82.4	88.2	90.1	89.6	93.0	93.8	89.0	77.8

Table 4: Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz at 8 m/s

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-1	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-2	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-3	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-4	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-5	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
AM-6	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N1	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N2	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N3	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N4	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N5	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N6	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2
N7	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2

Table 5: Typical 1/3 octave band spectrum for 10 Hz to 160 Hz at 6 m/s

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-1	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-2	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-3	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-4	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-5	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
AM-6	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
N1	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5
N2	50.6	53.6	56.9	60.0	63.0	66.6	71.4	75.7	79.5	83.4	87.2	88.1	89.7
N3	50.6	53.6	56.9	59.9	62.8	66.3	71.1	75.2	78.8	82.5	86.1	86.8	88.2
N4	50.6	53.6	56.8	59.8	62.7	66.1	70.8	74.9	78.4	81.9	85.4	86.0	87.1
N5	50.6	53.6	56.8	59.8	62.6	65.9	70.5	74.5	77.9	81.3	84.6	85.1	86.1
N6	50.6	53.6	56.8	59.7	62.5	65.7	70.3	74.1	77.4	80.7	83.9	84.2	85.0
N7	50.6	53.6	56.7	59.6	62.3	65.6	70.0	73.8	76.9	80.1	83.1	83.3	83.9

Table 6: Typical 1/3 octave band spectrum for 10 Hz to 160 Hz at 8 m/s

For a detailed description of all modes, please refer to Flexible Rating Specification (D2316244).

SGRE and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice

# ALLEGATO G

Certificato di taratura fonometro



## CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/10418

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 10

Page 1 of 10

- Data di Emissione: 2021/04/16  
*date of Issue*

- cliente Geo Lab srl  
*customer*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- destinatario Geo Lab srl  
*addressee*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- richiesta 187/21  
*application*

- in data 2021/04/09  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto Fonometro  
*Item*

- costruttore Bruel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello 2260 Investig.  
*model*

- matricola 2180623  
*serial number*

- data delle misure 2021/04/16  
*date of measurements*

- registro di laboratorio 10418  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

Ing. Ernesto MONACO



## CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via del Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



**LAT N°185**

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/10417

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

- Data di Emissione: 2021/04/16  
*date of Issue*

- cliente Geo Lab srl  
*customer*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- destinatario Geo Lab srl  
*addressee*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- richiesta 187/21  
*application*

- in data 2021/04/09  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto Calibratore  
*Item*

- costruttore Bruel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello 4231  
*model*

- matricola 2190946  
*serial number*

- data delle misure 2021/04/16  
*date of measurements*

- registro di laboratorio 10417  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

Ing. Ernesto MONACO



## CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

### CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/10419

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 13

Page 1 of 13

- Data di Emissione: 2021/04/16  
*date of Issue*

- cliente Geo Lab srl  
*customer*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- destinatario Geo Lab srl  
*addressee*  
Via Trieste, 38  
87036 - Rende (CS)

- richiesta 187/21  
*application*

- in data 2021/04/09  
*date*

- Si riferisce a:  
*Referring to*

- oggetto Fonometro  
*Item*

- costruttore Bruel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello 2260 Investig.  
*model*

- matricola 2180623 1/30tt.  
*serial number*

- data delle misure 2021/04/16  
*date of measurements*

- registro di laboratorio 10419  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

Ing. Ernesto MONACO