

REGIONE SICILIA



CASTRONOVO DI SICILIA



ROCCAPALUMBA



LERCARA FRIDDI



Committente:



Falck Renewables Sicilia S.r.l.

Uffici amministrativi: via Alberto Falck, 4-16, 20099 Sesto San Giovanni (MI)

W www.falckrenewables.eu

Cap. Soc. € 10.000 int.vers. Direzione e coordinamento da parte di Falck Renewables S.p.A.

Sede legale: Corso Venezia, 16, 20121 Milano

Registro Imprese Cod. Fiscale e Partita Iva 10531600962 - REA MI - 2538625

Titolo del Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO CON IMPIANTO DI ACCUMULO E DELLE OPERE CONNESSE DENOMINATO "ASTRA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

REL0018ID PROGETTO: **WF_ASTRA**

DISCIPLINA:

PD

TIPOLOGIA:

REL

FORMATO:

A4

Elaborato:

Studio di fattibilità acustica

FOGLIO:

1 di 1

SCALA:

--**-**

Progettazione:



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

il tecnico acustico:

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

P.I. Eugenio Piccolo

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	16/03/2022	PRIMA EMISSIONE	EP	Falck	Falck

Sommario

1 Premessa	2
2 Riferimenti tecnici e Normativi	3
2.1 Normativa Italiana	3
2.2 Normativa Regione Sicilia	5
2.3 Norme UNI, EN, ISO	6
3 Descrizione Del Progetto	7
3.1 Il Territorio	7
3.2 Il Progetto	7
4 Rilievo e Caratterizzazione del Clima Acustico – Ante Operam	12
4.1 Strumentazione Utilizzata	12
4.2 Metodologia di Misura	14
4.3 Il Rumore	14
4.4 Misure Fonometriche: il Clima Acustico Ante Operam	15
5 Previsione di Impatto Acustico - Post Operam	18
5.1 Il Rumore degli Aerogeneratori	18
5.2 Il Rumore di Trasformatori e degli Inverter	20
5.3 Il Software di Simulazione CadnaA	21
5.4 Dati di Input e Simulazione	21
5.5 Calcolo del rumore ambientale post operam	24
6 Cantierizzazione	25
7 Conclusioni	26

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 - Vista 3D con Superfici di Isolivello – Post Operam
- Allegato E - Superfici di Isolivello con aerofoto Google Earth – Post Operam
- Allegato F - Caratteristiche sonore aerogeneratori
- Allegato G - Certificato di taratura fonometro

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 con sistema di accumulo che la società **FALCK RENEWABLES S.R.L.** intende realizzare.

Ricadente nel territorio dei Comuni di **Castronovo di Sicilia** (PA) **Roccapalumba** (PA) e **Lercara Friddi** (PA), il parco eolico, della potenza nominale complessiva pari a **39,6 MW** e costituito da **6 aerogeneratori da 6,6 MW/cad e opere connesse – compreso l'impianto di accumulo della potenza di 10 MW ed una capacità di 40 MWh** -, sarà denominato "**Astra**" ed è finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile in pieno accordo con il piano programmatico Comunitario e Nazionale. Nello specifico, nel territorio del comune di Castronovo di Sicilia (PA) ricadono 4 aerogeneratori e l'impianto di accumulo, nel territorio di Roccapalumba (PA) ricadono 2 aerogeneratori, mentre nel territorio di Lercara Friddi (PA) ricade parte dell'elettrodotto interrato.

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 delle misure 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.

2 Riferimenti tecnici e Normativi

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”.
- 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 B-C-D. 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	aree particolarmente protette: 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	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: 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	aree di tipo misto: 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	aree di intensa attività umana: 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	aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	aree esclusivamente industriali: 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 A 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).

2.2 Normativa Regione Sicilia

- D. Ass Regionale Territorio e Ambiente, 11 settembre 2007: *“linee guida per la classificazione in zone del territorio dei comuni”* - stabilisce i criteri e le procedure per consentire ai comuni l'individuazione e la classificazione del territorio in differenti zone acustiche.

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*.

3 Descrizione Del Progetto

3.1 Il Territorio

L'area interessata dal parco eolico oggetto dell'indagine ricade interamente nella provincia di Palermo, in zona collinare a Nord Est del comune di Castronovo di Sicilia, ad Est del comune di Lercara Friddi e a Sud Est del comune di Roccapalumba. La zona, scarsamente antropizzata, è principalmente utilizzata a scopo agricolo.

3.2 Il Progetto

Come già accennato in precedenza, il parco eolico da realizzare conterà di 6 aerogeneratori capaci di una potenza nominale di 6,6 megawatt ciascuno, per un totale di 39,6 megawatt, che saranno installati, parte nel territorio del comune di Castronovo di Sicilia (Pa) e parte in nel territorio del comune di Roccapalumba (Pa). 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	37°46'16.47"N	13°38'34.74"E	Roccapalumba
WTG.02	37°46'12.29"N	13°39'0.10"E	Roccapalumba
WTG.03	37°45'22.23"N	13°41'55.86"E	Castronovo di Sicilia
WTG.04	37°45'9.41"N	13°41'9.70"E	Castronovo di Sicilia
WTG.05	37°44'55.59"N	13°41'25.01"E	Castronovo di Sicilia
WTG.06	37°43'59.41"N	13°40'44.84"E	Castronovo di Sicilia

La zona, a circa 8 chilometri dall'abitato di Roccapalumba (Pa), si estende per circa 5 chilometri da Ovest ad est e per 4,5 km da Nord a Sud, con altezze sul livello del mare variabili tra i 460 e i 650 metri ed è raggiungibile dal centro dell'abitato prendendo la direzione Sud/Est attraverso la SS121 per circa 5 Km e imboccando poi la SP22 e percorrendola per circa 3 km.

Nelle figure che seguono è inquadrata la zona con le posizioni degli aerogeneratori e il percorso per raggiungerla:

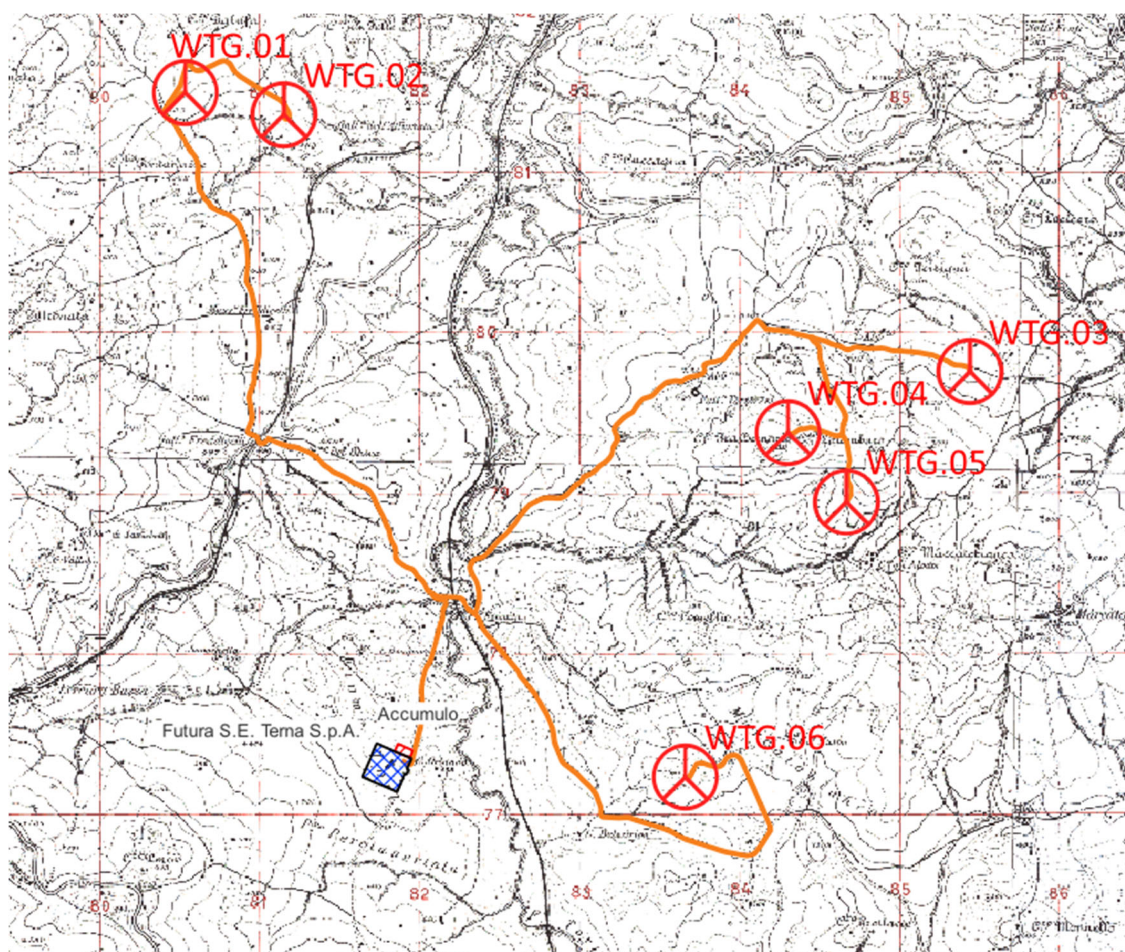


Figura 1 – corografia dell'area del parco in progetto - estratto della carta IGM

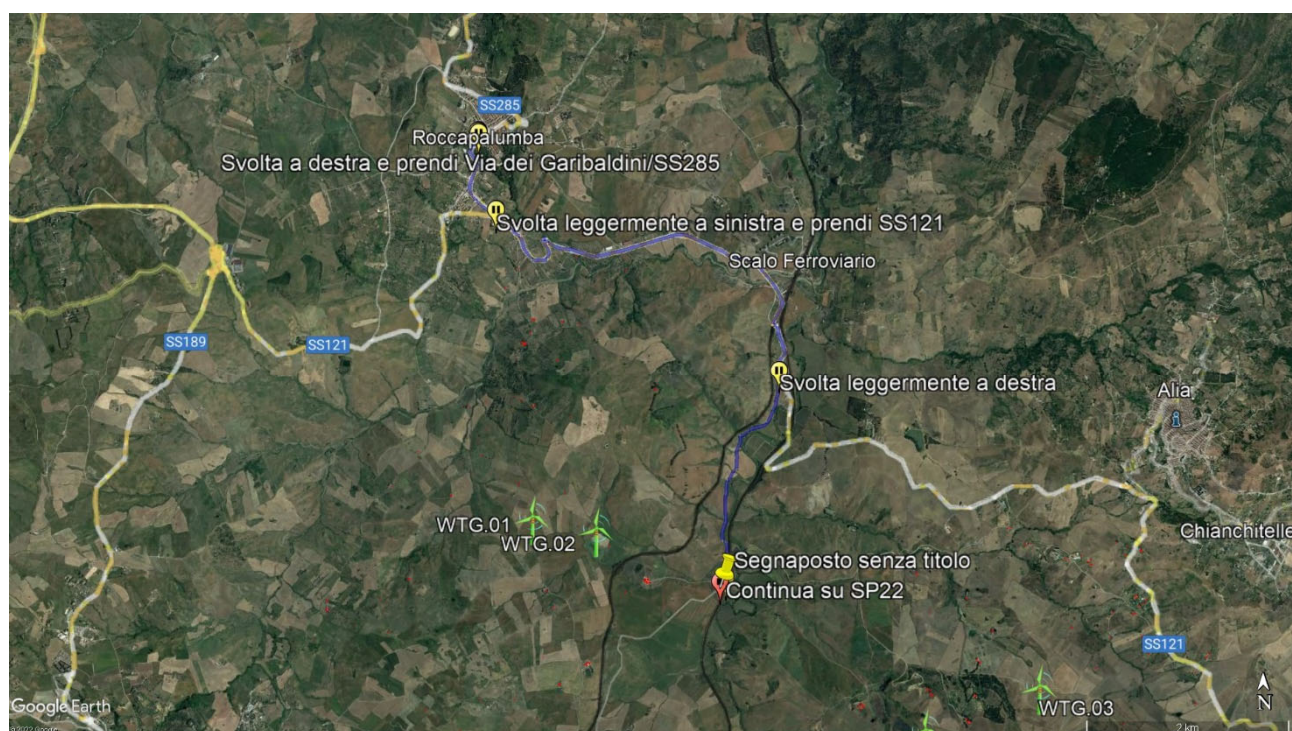


Figura 2 – Percorso di accesso al parco

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 al generatore 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 Astra si compongono dei seguenti elementi: struttura di fondazione; torre di sostegno composta da trami in acciaio, mozzo, tre lame, rotore, moltiplicatore di giri, generatore, sistemi di controllo ed orientamento, navicella, trasformatore, componentistica elettrica, impianto di messa a terra.

La torre di sostegno è del tipo tubolare a cinque trami con unioni bullonate, idoneamente ancorata alla struttura di fondazione. All'estremità superiore sarà collegata, tramite idonea bullonatura, la navicella contenente gli elementi tecnologici necessaria alla conversione dell'energia, il rotore (collegato all'albero di trasmissione) e le lame (o pale) per la captazione del vento.

Ogni aerogeneratore presenta i seguenti dati geometrici, meccanici ed elettrici:

Tabella 5 – Caratteristiche tecniche aerogeneratori

Modello tipo SIEMENS Gamesa SG 5.0-170	
Altezza mozzo dal piano campagna (Hub) [m]	115
Lunghezza lame [m]	85
Diametro del rotore [m]	170
Altezza complessiva dal piano campagna [m]	220
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]	6,6

Il rotore è del tipo ad asse orizzontale a tre lame, area spazzata circa 22.690 m². Le lame presentano profilo aerodinamico studiato da Siemens Gamesa sono realizzate in fibra di vetro CRP (Carbon Reinforced Plastic).

Per quel che riguarda invece l'impianto di accumulo, nell'area adibita a questa funzione, da progetto saranno installati, oltre a 10 Battery container, un common container (contenente un trasformatore e un inverter) 5 cabine Inverter (ciascuna contenente un inverter) e 5 cabine trasformatore (ciascuna contenente un trasformatore); inverter e trasformatori saranno ulteriori sorgenti di rumore che analizzeremo nello specifico capitolo di questa relazione.

Le caratteristiche dimensionali e la dislocazione delle cabine all'interno dei campi sono meglio illustrate nella tabella e nelle figure che seguono:



Figura 3 – Container impianto di accumulo

Tabella 6 – Posizione e coordinate container all'interno dell'area accumulo

Area Accumulo	COORDINATE	
	N	E
Common Container	37°44'3.66"N	13°39'32.26"E
Cab_inverter1	37°44'3.76"N	13°39'32.74"E
Cab_inverter2	37°44'3.62"N	13°39'33.15"E
Cab_inverter3	37°44'3.47"N	13°39'33.57"E
Cab_inverter4	37°44'3.34"N	13°39'34.00"E
Cab_inverter5	37°44'3.21"N	13°39'34.42"E
Cab_trasf1	37°44'3.88"N	13°39'32.79"E
Cab_trasf2	37°44'3.72"N	13°39'33.23"E
Cab_trasf3	37°44'3.57"N	13°39'33.65"E
Cab_trasf4	37°44'3.44"N	13°39'34.05"E
Cab_trasf5	37°44'3.30"N	13°39'34.48"E

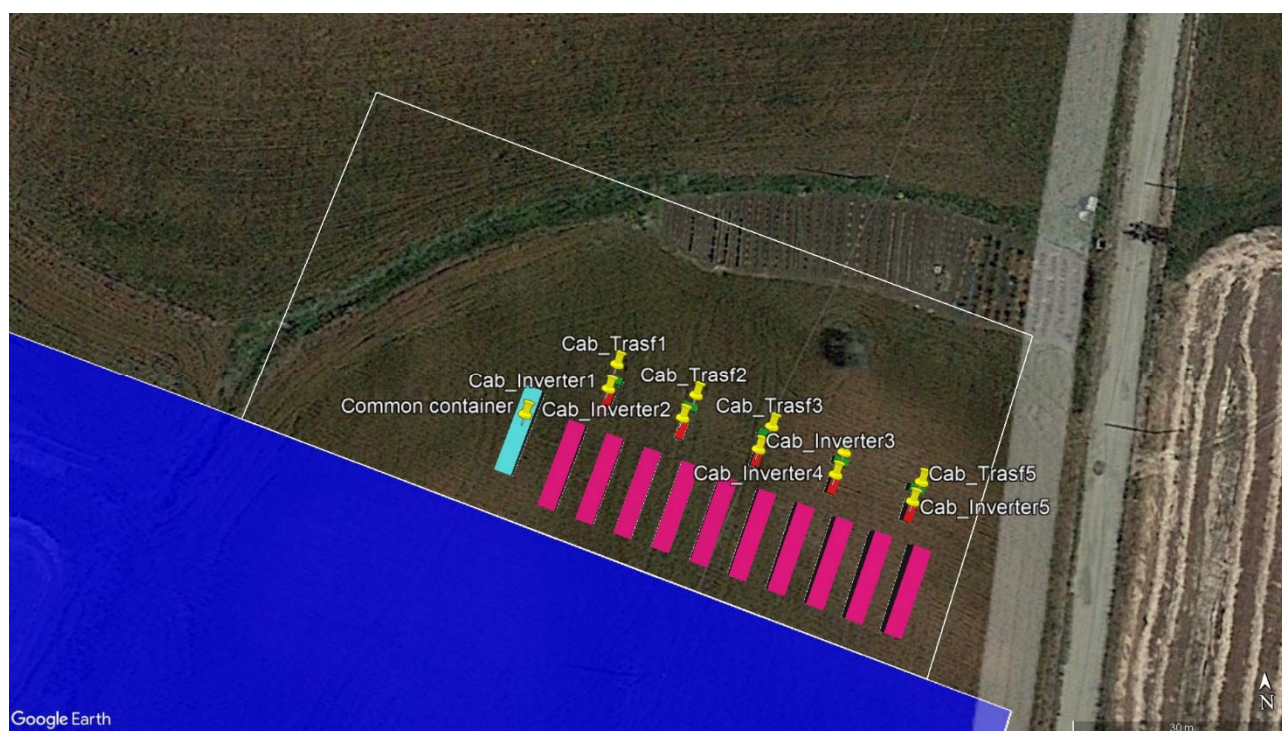


Figura 4 – Posizione container Area Accumulo

4 Rilievo e Caratterizzazione del Clima Acustico – Ante Operam

La campagna di rilievi nel sito oggetto dell'indagine è stata effettuata in data 14 e 15 luglio 2021. Le misure sono finalizzate a quantificare i livelli di rumore ambientale prima dell'installazione delle nuove sorgenti.

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 5 – Fonometro Bruel & Kjaer 2260



Figura 6 – calibratore Bruel & Kjaer 4231

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

4.2 Metodologia di Misura

In via preliminare sono stati individuati tutti i fabbricati che ricadono nell'area oggetto di indagine (fino a 1,2 km da ciascun aerogeneratore) ed estrapolati i fabbricati accatastati come abitazione risultati nel numero di 88 unità; tuttavia, in fase di sopralluogo in sito, è risultato che la maggior parte di queste abitazioni sono disabitate e ridotte ormai in ruderi o comunque non continuativamente abitate. Degli 88 fabbricati accatastati come abitazione e in buone condizioni è stato scelto un campione di 3 fabbricati sui quali verificare l'impatto acustico prodotto dalle sorgenti di rumore rappresentate dagli aerogeneratori.

I 3 fabbricati 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 7 – Coordinate posizione ricettori

Ricettori	Coordinate		Comune
	N	E	
Ab_01	37°45'53.78"N	13°38'40.34"E	Lercara Friddi (Pa)
Ab_02	37°45'12.63"N	13°41'26.68"E	Castronovo di Sicilia (Pa)
Ab_03	37°45'34.97"N	13°42'41.48"E	Alia (Pa)

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 nessuno dei due comuni interessati dall'opera ha adottato, allo stato attuale, un piano di zonizzazione acustica.

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 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.

Ciò premesso, nell'individuazione dei punti di misura, si è scelto di posizionarsi presso abitazioni o aree limitrofe acusticamente compatibili.

Durante questa campagna sono dunque state effettuate un totale di 3 misure in 3 diversi punti georeferenziati; una misura per ciascun ricettore indagato.

Nella tabella che segue sono specificate le posizioni delle misure effettuate e la loro corrispondenza con l'abitazione individuata come ricettore:

Tabella 8 – Coordinate posizione punti di misura

Nome Misura	Ricettore	Coordinate	
		N	E
MISURA 1	Ab_01	37°45'54.19"N	13°38'41.51"E
MISURA 2	Ab_02	37°45'14.40"N	13°41'23.68"E
MISURA 3	Ab_03	37°45'35.71"N	13°42'42.13"E

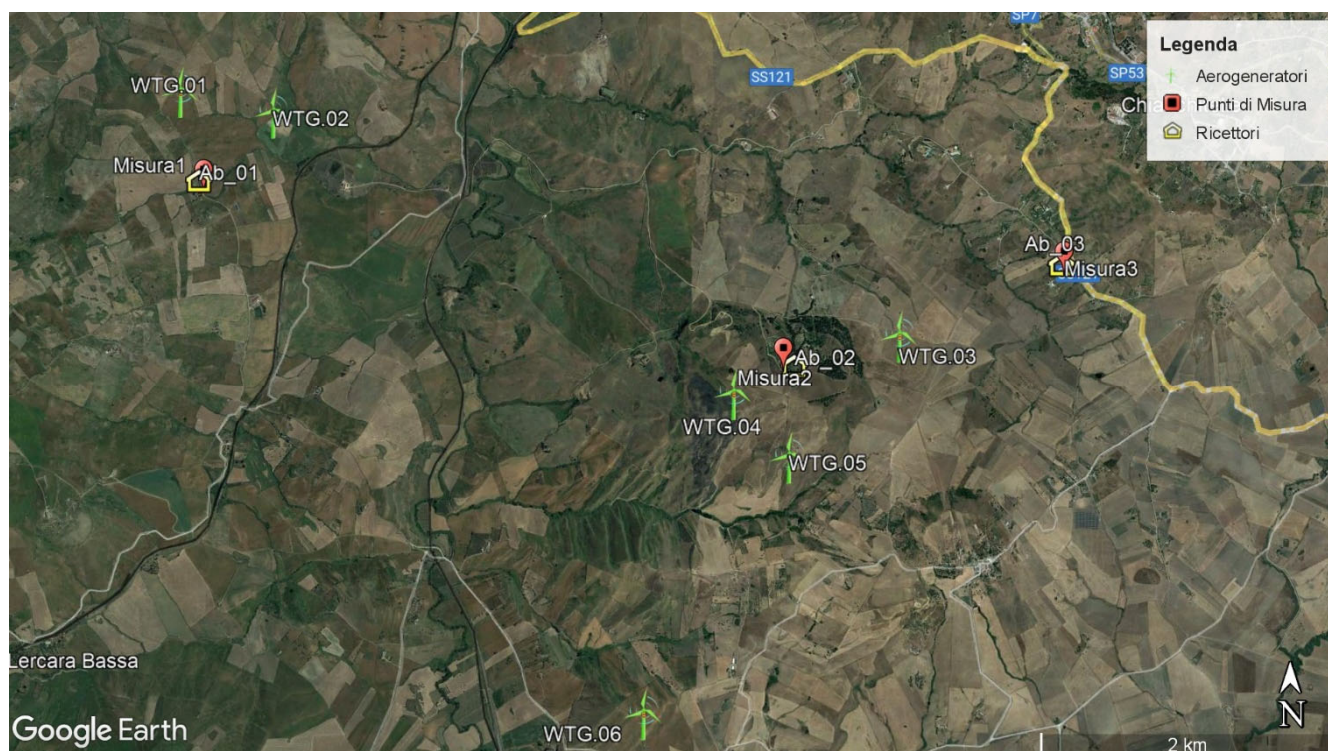


Figura 7 – Aerofoto con posizione aerogeneratori, ricettori e punti di misura

La campagna di misure si è svolta in data 14 e 15 Luglio 2021 durante il periodo diurno in un tempo di osservazione di circa 2 ore il primo giorno e di 5 ore il secondo giorno. 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 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 9 – Valori di Leq risultati dalle misure

Nome misura	Lmax (dB)	Lmin (dB)	L95	LeqA (dB)
MISURA_1	54.4	36.2	38.1	46.0
MISURA_2	52.6	32.3	33.9	41.9
MISURA_3	51.2	33.5	35.2	41.0

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 casuali, 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 33.9 ai 38.1 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 35/40 decibel corrisponde il rumore percepito in una stanza da letto silenziosa, al fruscio delle foglie o, al più, una stanza di soggiorno tranquilla.

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 acustica ambientale CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) della Datakustik le cui caratteristiche tecniche e di attendibilità, nonché i dati di 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 8 – Distribuzione spaziale del rumore prodotto da un moderno aerogeneratore in terreno aperto e pianeggiante (fonte ISES Italia)

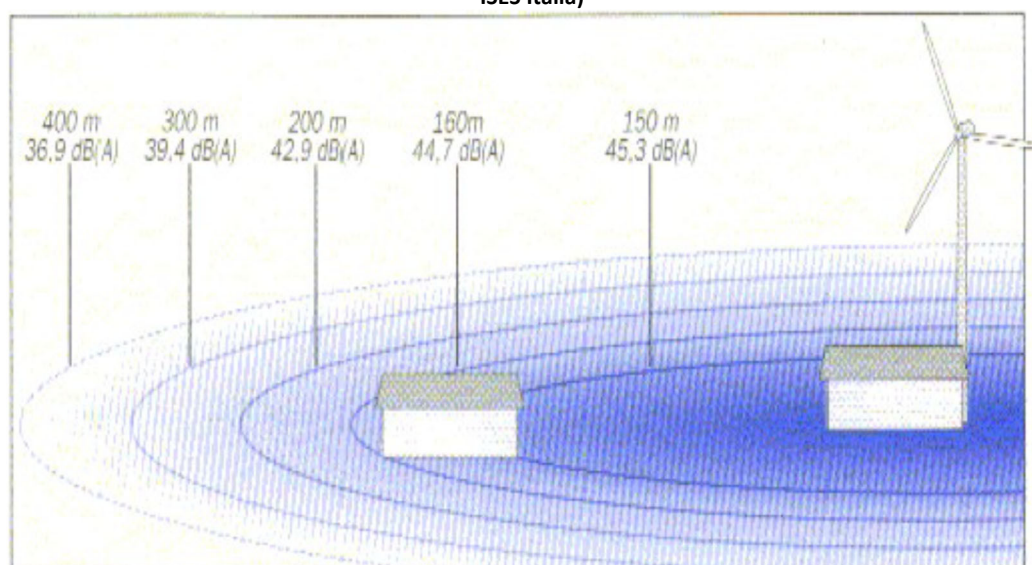
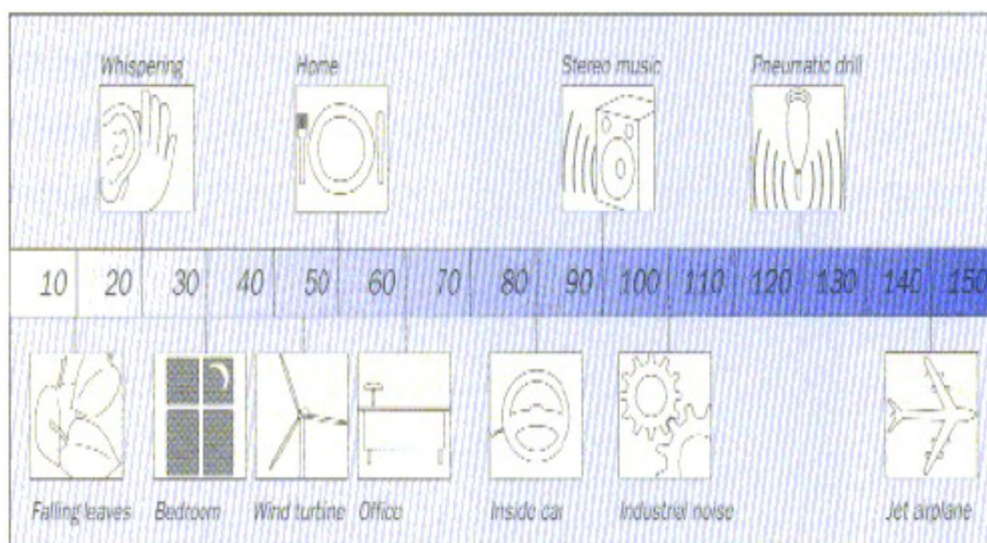


Figura 9 – confronto con i livelli sonori relativi ad altre sorgenti (fonte ISES Italia)



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 10 – 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 5.0-170.

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 5.0-170 è di 106,0 dB(A) all'hub, con vento a partire dai 9 m/s fino al cut-off; 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

5.2 Il Rumore di Trasformatori e degli Inverter

Abbiamo già detto del container e delle cabine nell'area accumulo contenenti trasformatori ed inverter.

Per quanto riguarda il rumore dei trasformatori il produttore non fornisce alcun dato ragion per cui, per la caratterizzazione della sorgente e i dati della potenza sonora (Lw) sono stati desunti dalla letteratura e da prodotti simili di altre aziende. In genere il rumore dei trasformatori è caratterizzato da un ronzio la cui stazionarietà presenta spesso delle componenti tonali, di questo si terrà eventualmente conto nel calcolo del clima acustico futuro in prossimità dei ricettori; per quanto riguarda la potenza sonora (Lw) emessa dai trasformatori verrà utilizzato il valore di 78 dB(A).

La sorgente rappresentata dai trasformatori è stata caratterizzata come puntiforme omidirezionale, in posizione centrale e ad un'altezza di 1,5 metri; all'involucro rappresentato dalla struttura del prefabbricato è stata assegnata una trasparenza del 80%. Nello specifico l'emissione originaria di 78 dB risulta filtrata del 20% dalla struttura del container, la rimanente emissione risulta irradiata all'esterno.

Per quanto concerne il rumore degli inverter, non avendo avuto indicazioni specifiche, si sono utilizzati i valori estratti dalla scheda tecnica degli SMA Sunny Central 2200 / 3000-EV che indicano un livello di pressione sonora (Lp) a 10 metri di distanza pari a 67,8 Db(A); anche in questo caso, la sorgente è stata caratterizzata come puntiforme ominidirezionale e all'involucro del container assegnata una trasparenza del 80%.

5.3 Il Software di Simulazione CadnaA

Come anticipato all'inizio di questo capitolo, per simulare l'impatto acustico prodotto dall'installazione dei 6 aerogeneratori del parco eolico in progetto, è stato utilizzato il software previsionale CadnaA della Datakustik.

È un programma per il calcolo, la presentazione, la valutazione e la previsione dell'esposizione acustica del rumore immesso nell'ambiente esterno da:

- traffico stradale;
- aree commerciali ed impianti industriali;
- traffico ferroviario;
- qualsiasi altra sorgente di rumore.

implementa gli standard europei per la valutazione previsionale del rumore. Ogni sorgente sonora, sia essa una strada, una ferrovia oppure una sorgente generica, puntiforme, lineare, superficiale, è considerata in funzione del corrispondente standard di calcolo ed è in grado di calcolare la propagazione del suono all'esterno a partire da sorgenti di suono interne.

CadnaA interpolando i dati di input inseriti in un modello tridimensionale, crea una mappa basata sulla teoria del "Ray Tracing", ovvero l'emissione di raggi conici aventi ciascuno una certa porzione di energia, e, tenuto conto della riflessione dei raggi rispetto a superfici solide ed in funzione della distanza, elabora la quantità di energia che compete alla superficie interessata, ricavando una mappa di distribuzione energetica dei valori di SPL ovvero Sound Pressure Level. Ogni raggio possiede una certa energia che viene persa durante le riflessioni o contribuisce, se in via diretta, alla formazione del livello sonoro al ricevitore. La tolleranza del sistema è compresa entro ± 1.5 dB.

5.4 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 emissive;
- 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, ossia i 6 trasformatori, i 6 inverter e i 6 aerogeneratori, questi ultimi 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 5.0-170 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, nella condizione reale 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 3 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 CadnaA sono state trasformate in edifici; vista la tipologia di questi ultimi (trattandosi di edifici isolati monofamiliari) si è scelto di inserire nei parametri una configurazione con un piano fuori terra più sottotetto con un'altezza totale di 5,5 metri. Oltre ai fabbricati censiti come abitazioni/ricettori sono stati inseriti nel software anche tutti gli altri fabbricati accatastati come abitazione per un totale di 88 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 delle mappe acustiche i cui parametri di calcolo sono i seguenti:

Assorbimento del suolo $G = 1.0$

Raggio sorgente = 100

Raggio di ricerca ricettore = 100

Massima distanza Sorgente/Ricettore = 2000 m

Temperatura = 10°

Umidità = 70%

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 con terreni adibiti a coltura.

Trattandosi di sorgente industriale è stato utilizzato lo standard ISO 9613.

Inseriti i parametri si è proceduto all'elaborazione di:

- una mappa di propagazione orizzontale (a 4.0 metri d'altezza); tale mappa rappresenta il previsionale "post operam";
- Calcolo di impatto acustico prodotto dalle sorgenti rappresentate dagli aerogeneratori sui singoli ricettori.
- Per quel che riguarda nello specifico la mappa di propagazione prodotta, è stata considerata un'area complessiva di circa 7,0 x 6,5 km.

La mappa con curve di Isolivello risultante (All. C) è stata integrata con una vista 3D con superfici che risulta di più immediata lettura (All. D) e con una vista con aerofoto da Google Earth (All. E).

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

Tabella 11 – Risultati calcolo ricettori (h= 1,5 m)

Ricettore	Leq (dB)
Ab_01	35,00
Ab_02	38,00
Ab_03	25,30

5.5 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 tre punti (Tabella 8) - al rumore prodotto della futura sorgente (Ls) calcolato dal software di simulazione in corrispondenza dei 3 ricettori di riferimento (Tabella 10).

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 12 – Risultati calcolo Rumore Ambientale sui ricettori

Ricettore	Lr (dBA)	Ls (dBA)	LA (dBA)*
Ab_01	46.0 (leq misura_1)	35.0 (leq calcolato su Ab_01)	46.5
Ab_02	41.9 (leq misura_2)	38.0 (leq calcolato su Ab_02)	43.5
Ab_03	41.0 (leq misura_3)	25.3 (leq calcolato su Ab_03)	41.0

*i valori sono arrotondati a 0.5 dB come da normativa

6 Cantierizzazione

Per quel che concerne il rumore in fase di cantiere l'inquinamento acustico è dovuto principalmente alla circolazione degli autoveicoli presenti nel cantiere, alle lavorazioni delle macchine operatrici (autogrù, escavatori, pale, minipale, ecc.), al funzionamento di macchinari (generatori di energia elettrica, compressori, ecc.). Questo tipo di disturbo sarà limitato alle sole ore diurne dei giorni lavorativi, ed è comunque di natura transitoria.

Potrà essere eventualmente previsto un monitoraggio del livello di fondo presente nell'area interessata dal parco presso i recettori residenziali più prossimi (se presenti) precedentemente all'inizio della progettazione esecutiva in modo che alla consegna dei lavori all'impresa costruttrice siano date prescrizioni coerenti con quanto previsto dalle Leggi e normative vigenti.

In fase di progettazione esecutiva, i dati tecnici sui mezzi operativi che verranno impiegati per le attività di costruzione (escavatori, camion, utensili, ecc.) potranno essere intersecati con i dati del rilievo ante operam al fine di ottenere una valutazione del rumore prodotto e fornire indicazioni e prescrizioni alle imprese esecutrici affinché vengano utilizzate, per ogni singolo mezzo o attrezzo che verrà poi effettivamente impiegato, le tipologie più adeguate.

Inoltre, al fine di garantire il regolare svolgimento delle attività di costruzione nel miglior rispetto possibile dell'ambiente:

- le macchine in uso all'interno dei cantieri edili, stradali ed assimilabili, devono operare in conformità alle direttive CE [es. Direttiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'8 maggio 2000 sul "ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto"; Direttiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 "relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (Direttiva Macchine - rifusione)"] in materia di emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, così come recepite dalla legislazione italiana.
- l'attività dei cantieri dovrà essere svolta di norma tra le ore 7:00 e le ore 20:00 dei giorni feriali; le lavorazioni disturbanti (ad esempio escavazioni, demolizioni, ecc.) e l'impiego di macchinari rumorosi (ad esempio martelli demolitori, flessibili, betoniere, seghe circolari, gru, ecc.), devono essere effettuati, di norma, tra le ore 8:00 e le ore 13:00 e tra le ore 15:00 e le ore 19:00.

7 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 per quanto riguarda gli aerogeneratori, 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 valori tra 40-45 dB a circa 400 metri per diventare quasi trascurabili superati gli 800 metri. Tenendo presente che i livelli di $Leq(A)$ registrati in ante operam sono con assenza di vento o al più 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 800 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).

Nel caso invece dell'area di accumulo dove sono posizionati i container e le cabine contenenti gli inverter e i trasformatori, dall'analisi della mappa prodotta dal software si evince che il rumore emesso dalle sorgenti scende sotto i 40 Db poco oltre i 100 metri, per poi abbattersi sotto i 30 Db intorno ai 300 metri di distanza.

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 41.0 dB del ricettore Ab_03 e i 46.5 db del ricettore Ab_01, siano ampiamente al di sotto dei valori limite.

Per i ricettori oggetto di indagine, ricadenti nel territorio dei comuni di Castronovo di Sicilia, Lercara Friddi e Alia, i limiti sono di 60 dB per il periodo notturno e 70 dB per il periodo diurno poiché, non avendo ancora i suddetti comuni adottato alcuna classificazione acustica (zonizzazione), i valori 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 13 – 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

Confrontiamo dunque i valori di Leq ambientale calcolati con i limiti di normativa di cui sopra, cioè individuati come “Tutto il territorio nazionale”:

Tabella 14 – Confronto Leq con limiti D.P.C.M. 01.03.1991

Ricettore	LA (dBA)	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Ab_01	46.5	70	60
Ab_02	43.5	70	60
Ab_03	41.0	70	60

Come si evince dalla tabella 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: 14/07/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 17.30

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

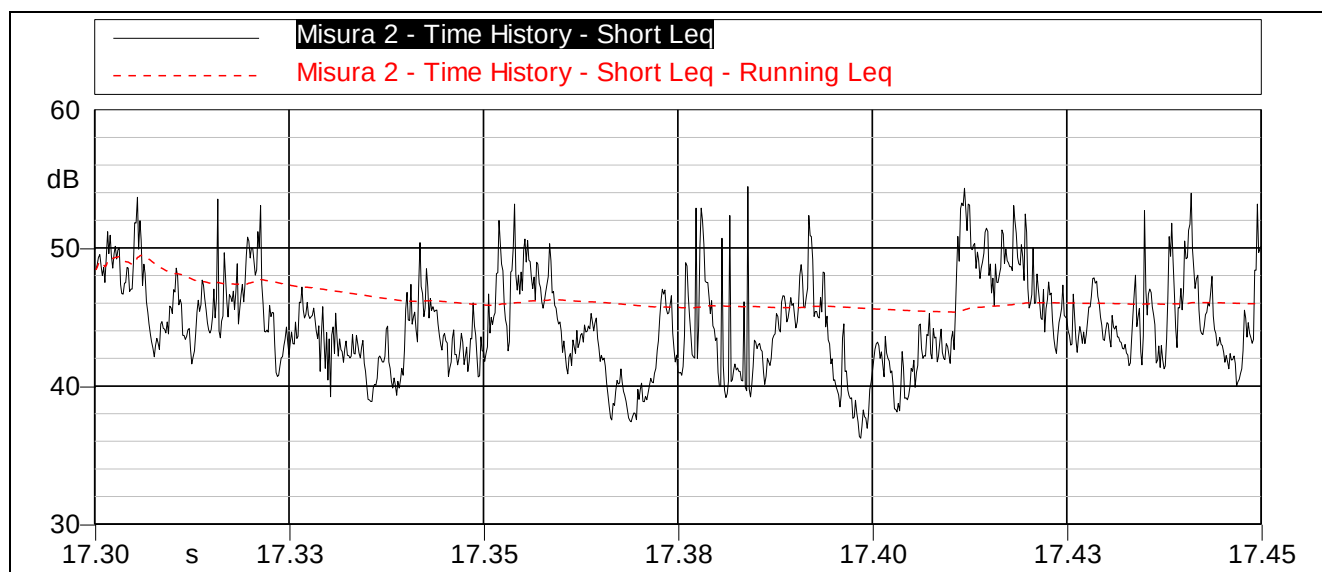
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

37°45'54.19"N

13°38'41.51"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 54.4

Lmin (dB): 36.2

L95 (dB): 38.1

Leq (dB): 46.0

SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura 2

Data: 15/07/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 10.27

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

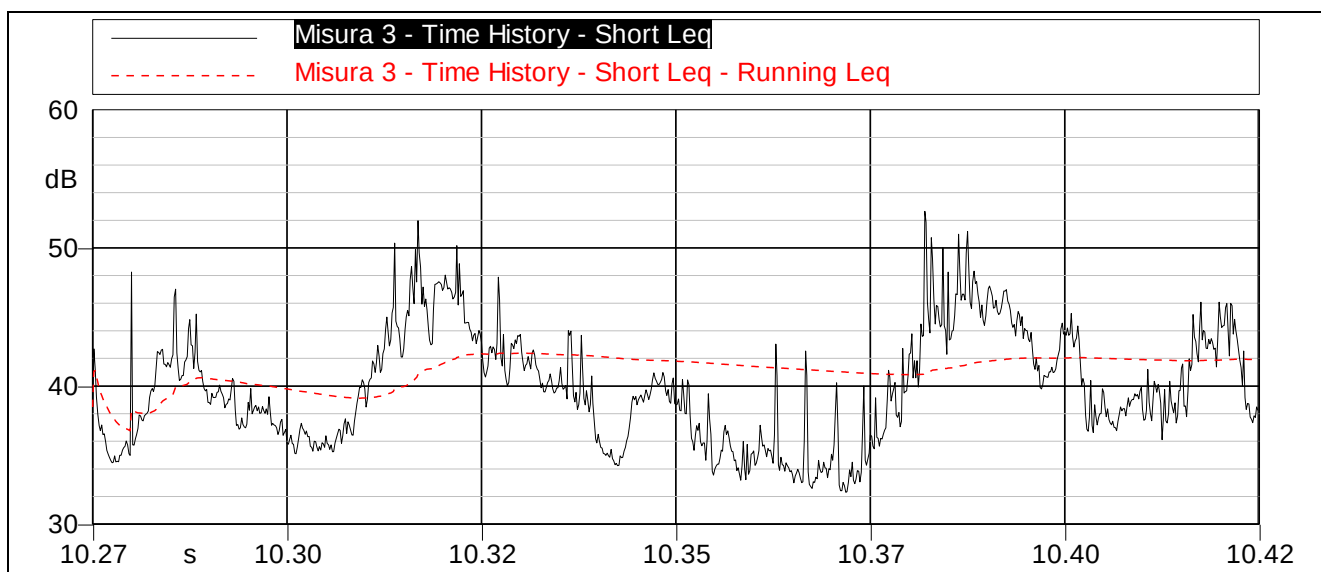
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

37°45'14.40"N

13°41'23.68"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 52.6

Lmin (dB): 32.3

L95 (dB): 33.9

Leq (dB): 41.9

SCHEDA DI RILIEVO

NOME MISURA: Misura 3

Data: 15/07/2021

Periodo di rif.: Diurno

Ora inizio: 13.44

Durata misura: 15 min

Operatore: Piccolo Eugenio

Strumentazione:

Fonometro Bruel & Kjaer 2260 - Serial 2180623

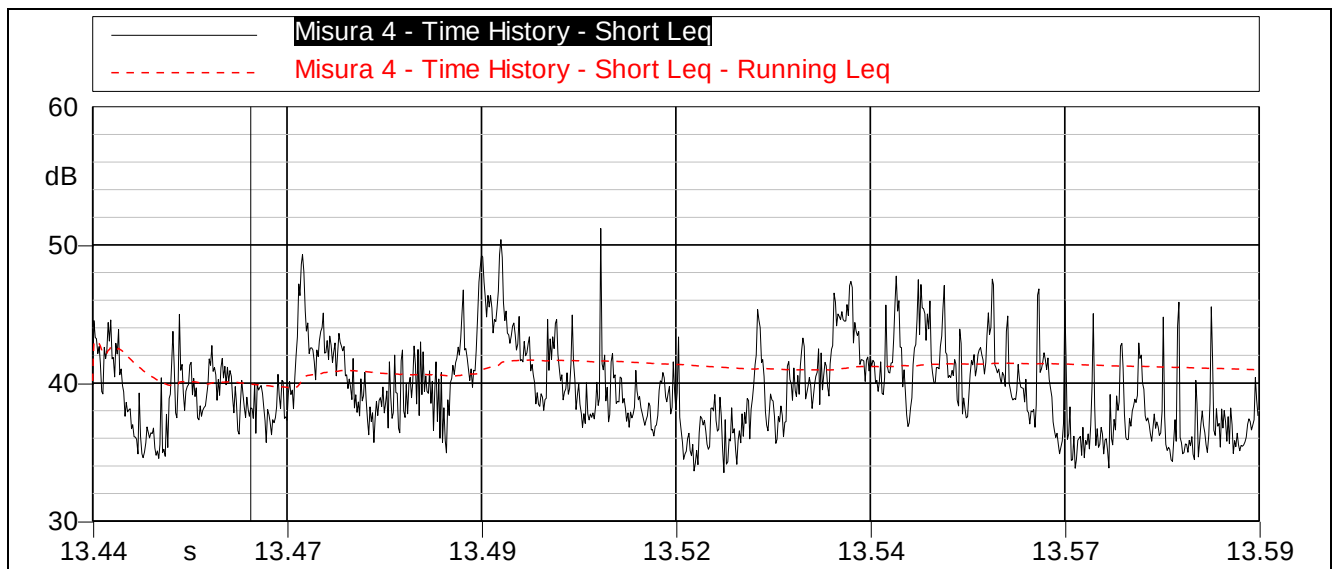
Calibratore Bruel & Kjaer 4231 - Serial 2190946

Coordinate:

37°45'35.71"N

13°42'42.13"E

FOTO



Valori misurati:

Lmax (dB): 51.2

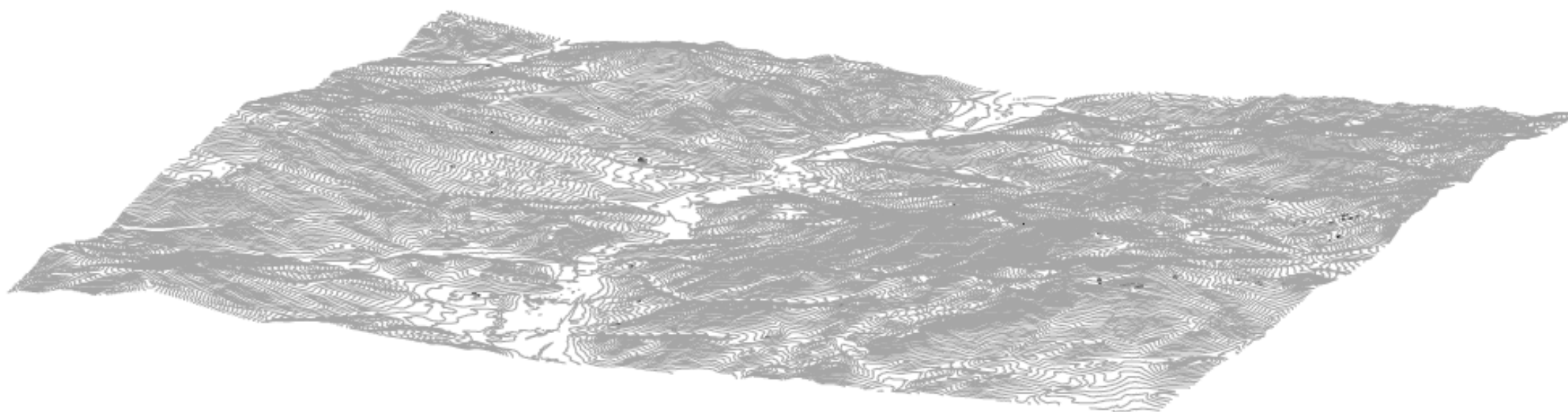
Lmin (dB): 33.5

L95 (dB): 35.2

Leq (dB): 41.0

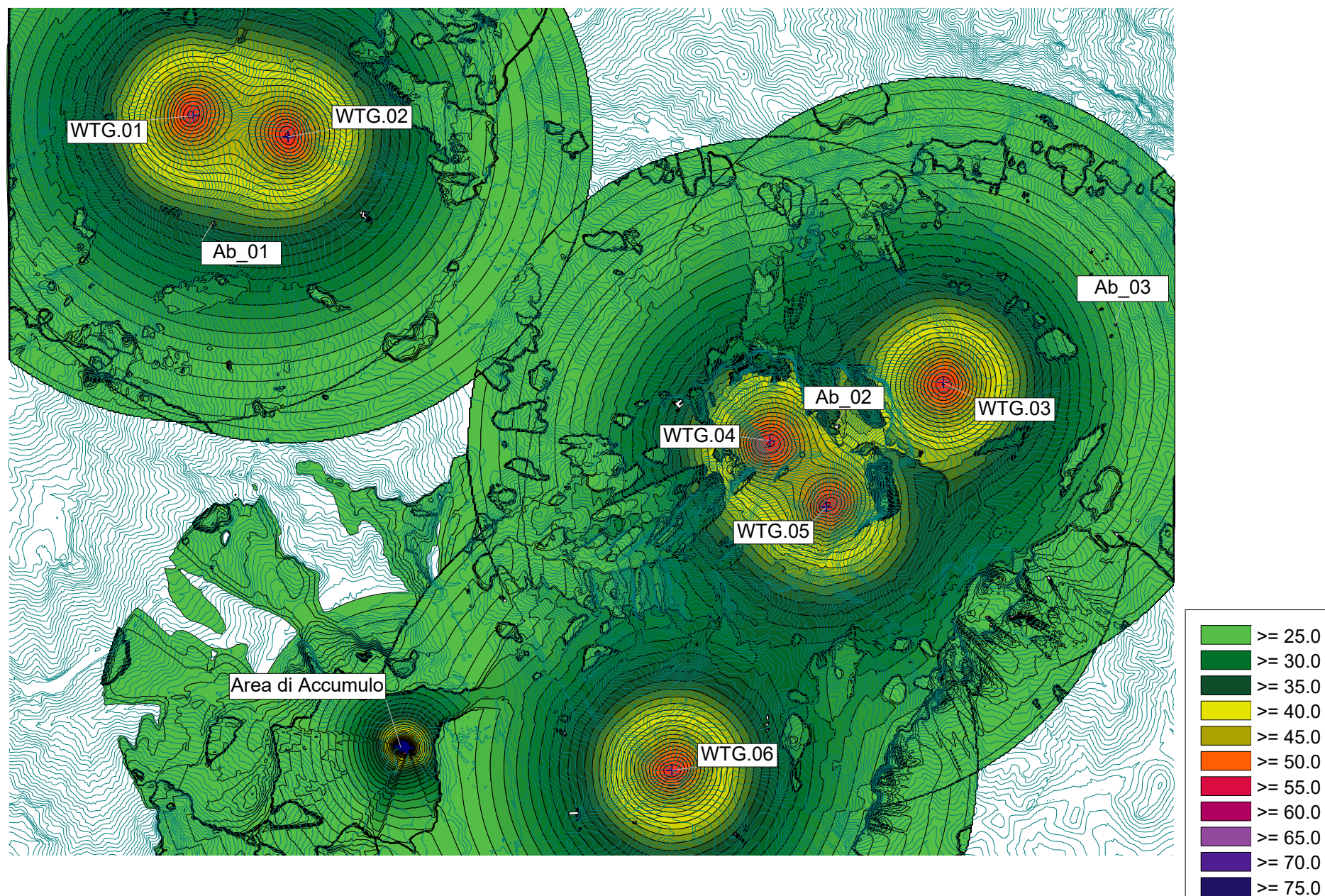
ALLEGATO B

Mappa 3D modello Software



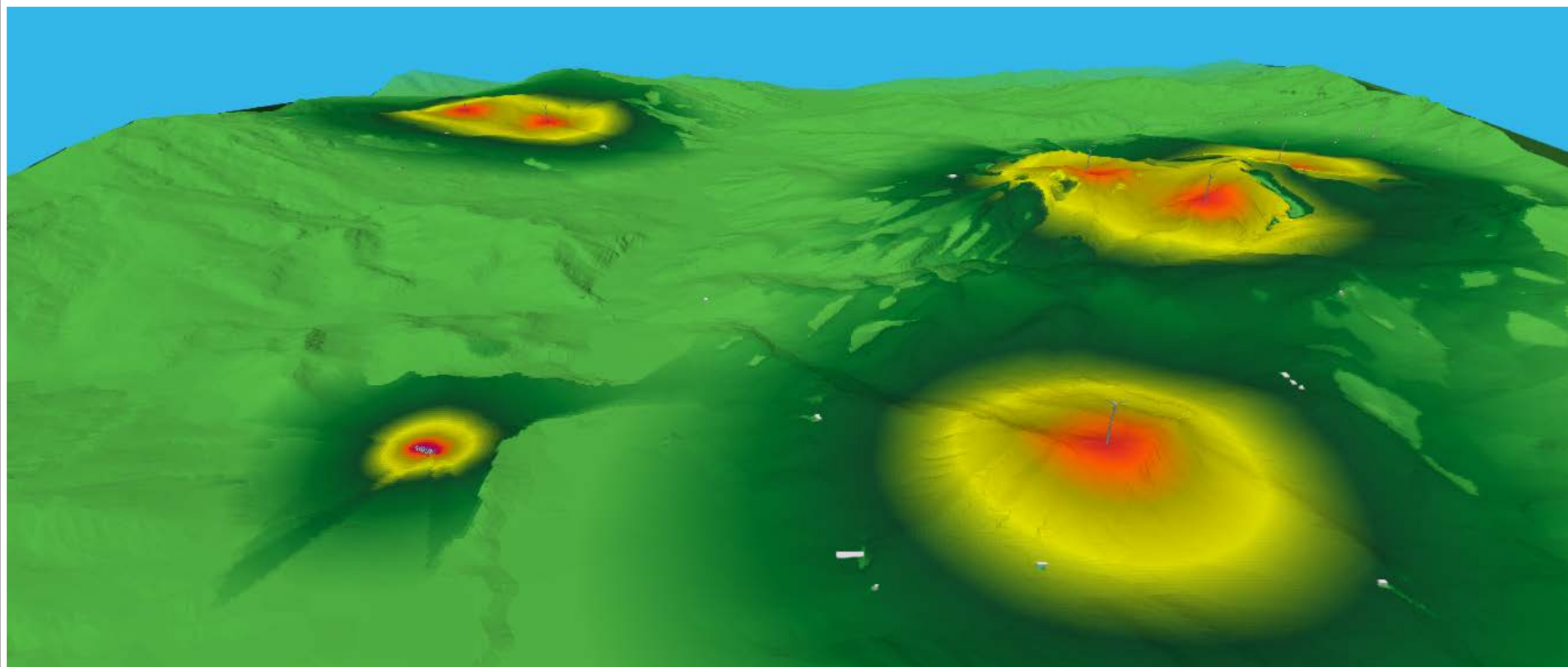
ALLEGATO C

Mappa acustica orizzontale con curve di iso livello
Post Operam

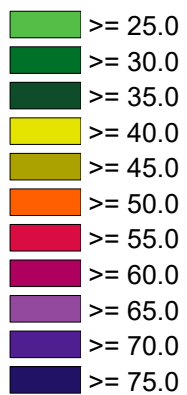


ALLEGATO D

Vista 3D con Superfici di Isolivello
Post Operam

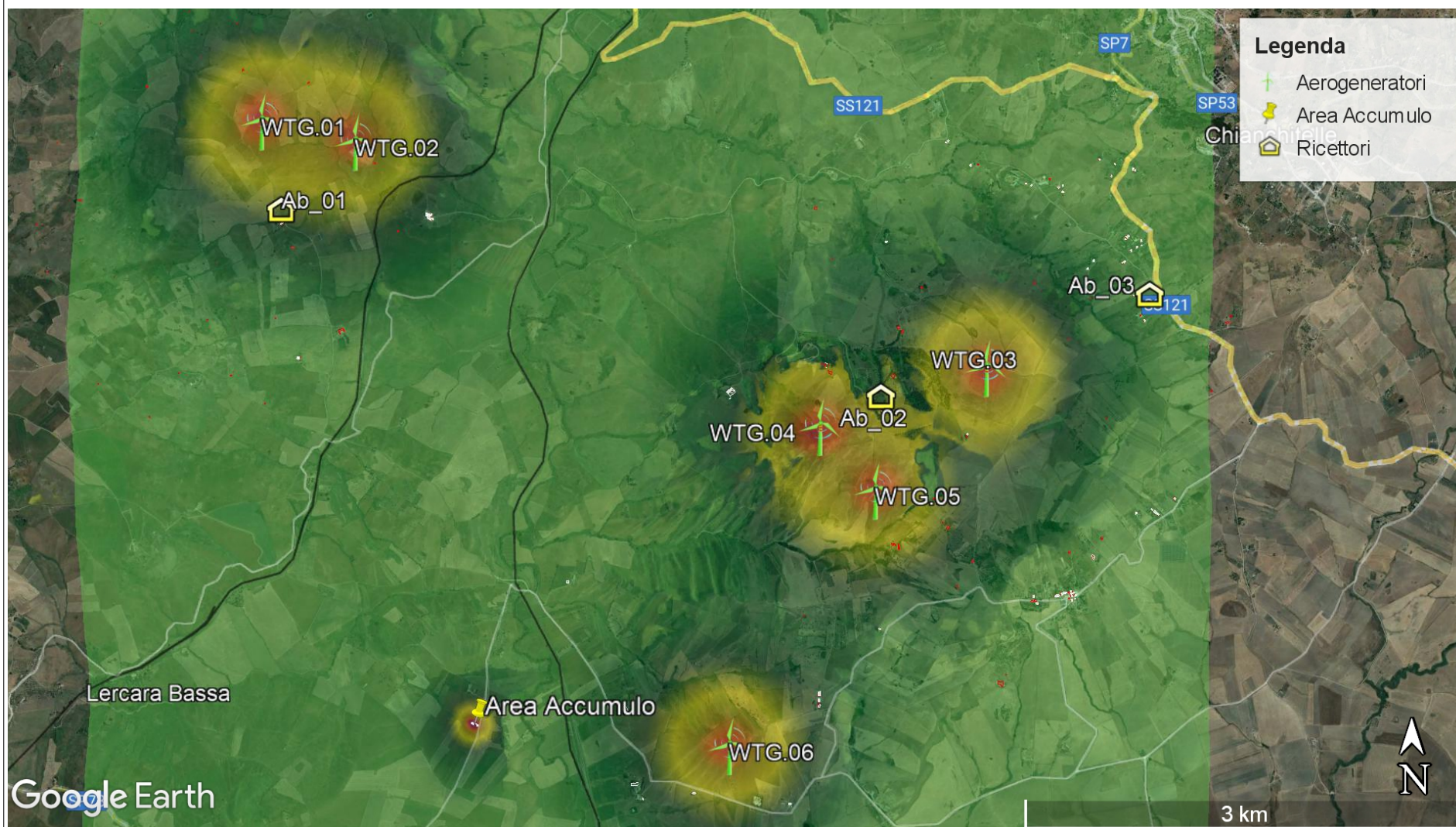


dB



ALLEGATO E

Mappa Acustica Orizzontale
sovrapposta ad Aerofoto Google earth
Post Operam



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) re 1 pW](10 Hz to 10kHz)]

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) re 1 pW](10 Hz to 160 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
customer **Geo Lab srl**
Via Trieste, 38
87036 - Rende (CS)

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

- richiesta
application **187/21**

- in data
date **2021/04/09**

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto
Item **Fonometro**

- costruttore
manufacturer **Bruel & Kjaer**

- modello
model **2260 Investig.**

- matricola
serial number **2180623**

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

- registro di laboratorio
laboratory reference **10418**

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 185/10417

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

- Data di Emissione: 2021/04/16
date of issue

- cliente: Geo Labsrl
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