

ESCALA Wind Srl

Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano

Studio previsionale di impatto acustico

Marzo 2023

Regione Autonoma
della Sardegna



Comune di Escalaplano



Committente:

ESCALA Wind Srl

ESCALA Wind Srl
Via Sardegna, 40
00187 Roma
P.IVA/C.F. 16181131000

Titolo del Progetto:

Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano

Documento:

Studio previsionale di impatto acustico

N° Documento:

IT-VesEsc-CLP- ACU-TR-01

Progettista:

Ing. Giuseppe Frongia



I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. Unipersonale

Sede Legale: Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP - 09122

Cagliari (I)

C.C.I.A.A. Cagliari n. 221254 - P.I.

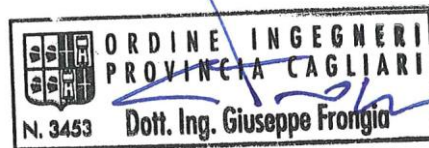
02748010929

Tel. /Fax +39.070.658297

Email: info@iatprogetti.it

PEC iat@pec.it


Web: www.iatprogetti.it



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	30/03/2023	Emissione	AD	GF	GF

Sommario

1	Premessa	6
2	Legislazione e norme tecniche applicabili	6
3	Definizioni.....	7
4	Tipologia dell’opera e sua ubicazione.....	8
4.1	Tipologia dell’opera	8
4.2	Ubicazione dell’intervento e area di influenza	8
5	Caratteristiche costruttive dei locali.....	14
6	Sorgenti rumorose connesse all’opera	14
6.1	Dati caratteristici aerogeneratore	15
6.2	Caratteristiche di rumorosità degli aerogeneratori	16
7	Orari di attività.....	18
8	Ricettori nell’area di studio.....	18
9	Classe acustica dell’area	22
9.1	Legislazione nazionale	22
9.2	Classificazione acustica comunale.....	26
10	Principali sorgenti sonore già presenti nell’area di studio	26
11	Calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall’opera nei confronti dei ricettori e dell’ambiente circostante	27
11.1	Premessa	27
11.2	Ricostruzione del campo sonoro con il modello Windpro-DECIBEL basato sulla UNI ISO 9613-2:2006.....	27
11.2.1	Orografia.....	27
11.2.2	Effetto suolo	28
11.2.3	Attenuazione per assorbimento in atmosfera	28
11.3	Il modello Nord2000.....	28
11.4	Clima acustico esistente	30
11.5	Risultati.....	33
11.5.1	Verifica previsionale del limite assoluto di emissione.....	33
11.5.2	Verifica previsionale del rispetto del limite assoluto di immissione sonora.....	34
11.5.3	Verifica previsionale circa il rispetto del limite differenziale di immissione	37
12	Incremento dei livelli sonori attribuibile ad un eventuale aumento del traffico veicolare indotto dall’intervento.....	40

 <p>ESCALA Wind Srl CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 4 di 62</p>
--	---	--------------	---------------------------

13	Interventi per la riduzione delle emissioni sonore	40
14	Impatto acustico nella fase di realizzazione	40
14.1	Modellazione del campo sonoro in fase di cantiere	40
14.1.1	Assunzioni alla base dei calcoli modellistici	40
14.1.2	Orografia.....	43
14.1.3	Effetto suolo	43
14.1.4	Attenuazione per assorbimento in atmosfera	43
14.1.5	Caratteristiche delle sorgenti sonore	43
14.2	Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento delle prestazioni	44
14.3	Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature	44
14.4	Modalità operazionali e predisposizione del cantiere	45
15	Considerazioni conclusive	46
	SCHEDE MISURA	47
	CERTIFICATI STRUMENTAZIONE	58
	SCHEDE SPECIFICHE AEROGENERATORI	61
	MODELLO NORD 2000.....	62

Acronimi

L _{AeqT}	Livello di pressione ponderato A nel tempo di riferimento
PCA	Piano di Classificazione Acustica
TR	Tempo di riferimento

1 Premessa

Il presente documento è stato redatto ai fini dell'espletamento della procedura di VIA concernente la realizzazione del parco eolico in territorio di Escalaplano (Provincia del Sud Sardegna) denominato "Escala", proposto dalla Escala Wind S.r.l. (società di proprietà di Wind Power Development A/S, controllata da Vestas Wind Systems A/S)

Il progetto prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori della potenza unitaria di 6 MW, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione del parco eolico (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, sottostazione utente di trasformazione 30/150 kV, stazione elettrica di smistamento RTN in comune di Escalaplano, opere per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza in immissione dell'impianto sarà di 72 MW in accordo con la soluzione di connessione impartita da Terna.

Lo studio, concernente la valutazione previsionale di impatto acustico dell'impianto, è stato redatto secondo le indicazioni di cui alla parte IV della D.G.R n. 62/9 del 14.11.2008 della regione Autonoma della Sardegna (*Directive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale* e *disposizioni in materia di acustica ambientale*). Il documento è stato predisposto dalla I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. sotto il coordinamento dell'Ing. Giuseppe Frongia e la responsabilità dell'Ing. Antonio Dedoni, in possesso della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, commi 6 e 7, L. 447/95) ed iscritto all'elenco regionale della Regione Autonoma della Sardegna con il numero 221.

Nell'ambito della valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'impianto eolico, il campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stato stimato mediante un modello di simulazione basato sugli algoritmi contenuti nella norma ISO 9613-2 e quindi utilizzabile per le valutazioni di impatto acustico che richiedono il calcolo della propagazione del rumore in ambiente esterno.

Ai fini della stima dei livelli sonori in corrispondenza dei ricettori individuati nell'area di influenza dell'impianto eolico, l'analisi previsionale è stata integrata dalle risultanze del modello di propagazione Nord 2000, avuto riguardo delle indicazioni sulla scelta dei modelli di propagazione contenute nelle Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici pubblicate dall'ISPRA nel 2013.

2 Legislazione e norme tecniche applicabili

D.M. 28 novembre 1987 "Metodiche di misura del rumore e livelli massimi per compressori, gru a torre, gruppi elettrogeni e martelli demolitori"

D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Primi limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi in attesa dell'emanazione della legge quadro sull'inquinamento acustico"

D.Lgs. n. 135/1992 "Attuazione delle direttive 86/662 e 89/514 in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatori"

Legge n. 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"


D.M. 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo"

D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Requisiti acustici passivi degli edifici"

D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione"

Circolare 6 settembre 2004 Ministero dell'Ambiente e tutela del territorio Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.

 <p>ESCALA Wind Srl CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 7 di 62</p>
--	---	--------------	---------------------------

Deliberazione Regione Sardegna N.30/9 del 8.7.2005 “Criteri e linee guida sull’inquinamento acustico”

Deliberazione Regione Sardegna N.62/9 del 14.11.2008 e ss.mm.ii. “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale

Deliberazione Regione Sardegna N.50/4 del 16.10.2015 “Disposizioni in materia di requisiti acustici passivi degli edifici”

UNI/TS 11143-1:2005 “Acustica - Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità”

UNI/TS 11143-7:2013 “Acustica – Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori”

CEI 29-4 (IEC 22 5) Filtri di banda di ottava, di mezza ottava e di terzi di ottava per analisi acustiche

CEI EN 60651 (IEC 60651) Misuratori di livello sonoro (fonometri)

CEI EN 60804 (IEC 60804) Fonometri integratori mediatori

CEI EN 60942 (IEC 60942) Elettroacustica. Calibratori acustici

CEI EN 61094-1 (IEC 61094-1) Microfoni di misura - Parte 1: specifiche per microfoni campione di laboratorio

CEI EN 61094-2 (IEC 61094-2) Microfoni di misura - Parte 2: metodo primario per la taratura in pressione di microfoni campione di laboratorio con la tecnica di reciprocità

CEI EN 61094-3 (IEC 61094-3) Microfoni di misura - Parte 3: metodo primario per la taratura in campo libero dei microfoni campione di laboratorio con la tecnica della reciprocità

CEI EN 61094-4 (IEC 61094-4) Microfoni di misura - Parte 4: specifiche dei microfoni campione di lavoro

CEI EN 61260 (IEC 1260) Elettroacustica - Filtri di banda di ottava e di frazione di ottava

UNI ISO 226 Acustica. Curve isolivello di sensazione sonora per i toni puri

UNI ISO 9613-1:2006 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto

ISPRA 2013 “Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell’impatto acustico degli impianti eolici”

3 Definizioni

Per le finalità del presente documento sono valide tutte le definizioni di cui alla L. n. 447/95, al D.P.C.M. 14.11.97 e al D.M. 16.03.98.

Avuto riguardo della specificità dell’opera proposta e delle modalità di esecuzione delle attività misura del clima acustico “ante operam”, si ripropongono di seguito alcune definizioni mutuata dalla Norma UNI/TS 11143-7 del febbraio 2013.

- area di influenza: Porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera, o di modifiche a un’opera esistente, potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione “ante-operam”.

[UNI 11143-1:2005, punto 3.1].

- **clima acustico:** Andamento spaziale e temporale del rumore presente in un determinato sito. [UNI 11143-1:2005, punto 3.2].
- **condizione di sottovento/sopravento:** Posizione di un ricevitore rispetto alla sorgente sonora quando il vento spira dalla sorgente verso il ricevitore/dal ricevitore verso la sorgente, entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla congiungente ricevitore - sorgente (vertice dell'angolo sulla sorgente). Al di fuori delle situazioni indicate, il vento si indica come "laterale".
- **impatto acustico:** Variazione del clima acustico indotta dalle nuove sorgenti sonore. [UNI 11143-1:2005, punto 3.3].
- **livelli sorgente; L_s i:** Livelli di pressione sonora equivalenti ponderati A dovuti alla sorgente specifica di rumore che si manifesta in un determinato luogo e durante un determinato tempo, valutati all'interno di ciascun gruppo omogeneo, in funzione della i-esima classe di velocità del vento.
- **livello percentile N-esimo; LAN:** Livello di pressione sonora ponderato A che è superato per l'N% del tempo di misura.
- **ricevitore:** Qualsiasi edificio adibito ad "ambiente abitativo", comprese le relative aree esterne di pertinenza.

4 Tipologia dell'opera e sua ubicazione

4.1 Tipologia dell'opera

Il progetto prevede l'installazione di n. 12 turbine di grande taglia (diametro indicativo del rotore 162 m) posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza massima di 125 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, sottostazione utente di trasformazione 30/150 kV, stazione elettrica di smistamento della RTN in comune di Escalaplano, opere per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza in immissione sarà di 72 MW in accordo con la soluzione di connessione impartita da Terna.

Gli aerogeneratori saranno dislocati tra quote altimetriche indicativamente comprese nell'intervallo 441÷662 m s.l.m.

Nel presente studio, ai fini delle simulazioni, si assumeranno i parametri di emissione sonora della turbina Vestas modello "V162-6.0 MW 50/60 Hz" con altezza della torre pari a 125 metri, rappresentativa di quella prevista in progetto. Si tratta di una macchina di ultima generazione, scelta in funzione delle caratteristiche anemologiche del sito in esame.

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, la scelta definitiva potrà anche ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima del conseguimento dell'Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

Si rimanda al Progetto definitivo ed agli altri elaborati dello Studio di impatto ambientale per informazioni impiantistiche di maggior dettaglio; saranno qui sottolineati i dati rilevanti ai fini della valutazione dell'impatto acustico.

Per le interferenze con eventuali altre infrastrutture si rimanda all'esame degli elaborati grafici di progetto.

4.2 Ubicazione dell'intervento e area di influenza

Il proposto parco eolico, ubicato nella provincia del Sud-Sardegna, ricade nella porzione settentrionale del territorio comunale di Escalaplano e all'interno dei confini della regione storica del *Sarcidano*.

Cartograficamente l'area del parco eolico è individuabile nella Carta Topografica dell'IGMI in scala 1:25000 Foglio 541, Sez. III – Escalaplano.

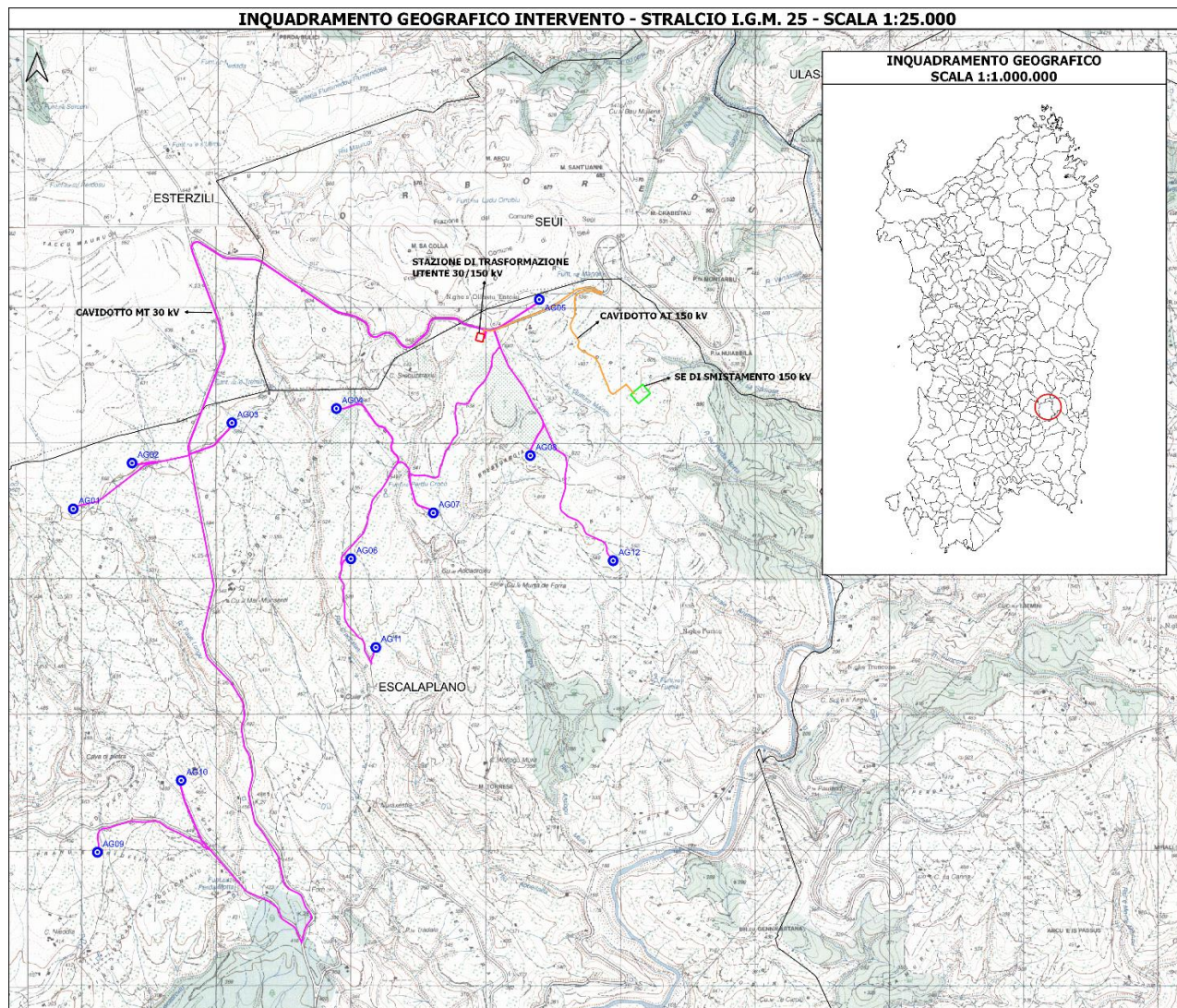


Figura 4.1 - Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25000

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10000 alla sezione 541090 – Monte Torrese.

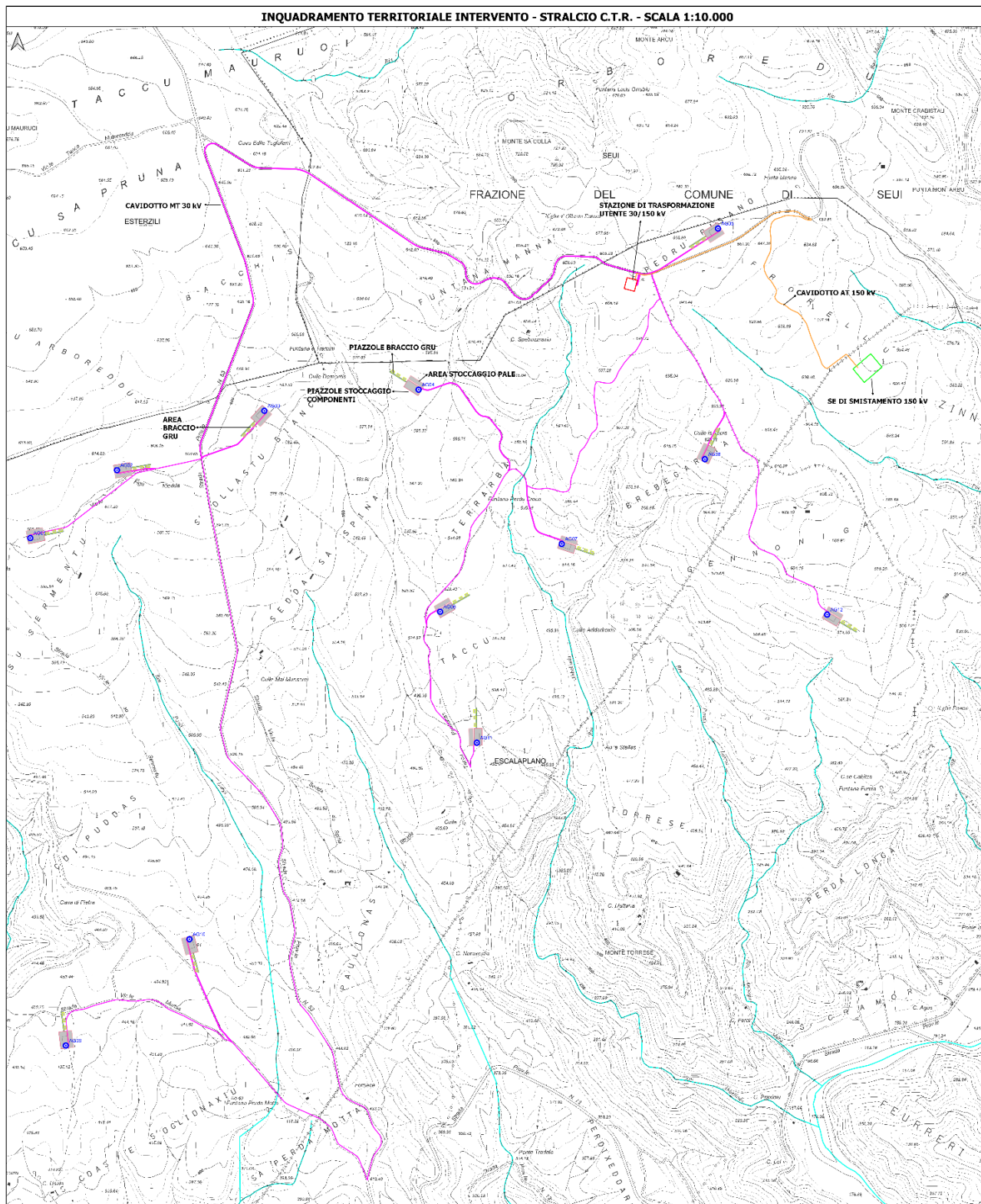



Figura 4.2 - Inquadramento geografico di intervento su CTR 1:10000

L'inquadramento delle postazioni eoliche nei luoghi di intervento, secondo la toponomastica locale, è riportato in Tabella 4.2.

Per quanto riguarda l'opera di connessione, gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30 kV che si sviluppa in direzione nord nel territorio di Escalaplano e Esterzili, per poi proseguire

 <p>ESCALA Wind Srl CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 11 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------

in direzione sud-est nel territorio comunale di Seui e collegare il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di Escalaplano, situata in località *Pedru Pisano*. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione di smistamento della Rete di trasmissione Nazionale nel Comune di Escalaplano, presso la località *Prorello*, la quale sarà connessa in entra-esce alla linea aerea 150 kV “Goni – Ulassai”, che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

Il territorio di Escalaplano si estende all’interno della porzione sud-orientale della regione storica del *Sarcidano*, al confine con l’*Ogliastra*, in un’area di cerniera tra il complesso montuoso del *Gennargentu*, i rilievi del *Sarrabus* e l’area pianeggiante della *Trexenta*. All’interno del territorio della regione storica in esame sono presenti, oltre al comune di Escalaplano, altri dodici centri urbani: Seulo, Nuragus, Nurallao, Isili, Villanova Tulo, Sadali, Gergei, Escolca, Serri, Nurri, Esterzili, Orroli.

La zona in esame presenta la morfologia tipica dei Tacchi, testimoni di un vasto altopiano inciso dall’erosione e dislocato dalla tettonica.

Il territorio ha una forte vocazione agropastorale esplicita sulle pendici collinari dal profilo regolare e sulle ampie vallate oggi spesso asciutte, che manifestano una dinamica lenta fortemente dipendente dalla pluviometria, intermittente ed irregolare. Le coperture forestali sono oggi estremamente frammentate e spesso confinate sui versanti più acclivi ed inaccessibili dove la configurazione morfologica limita l’uso agricolo, o sulle superfici strutturali rocciose delle giare e dei *plateaux*, dove appaiono fortemente semplificate e costituiscono pascoli arborati e sugherete aperte.

Sotto il profilo delle infrastrutture viarie, l’ambito di riferimento è caratterizzato dal passaggio della S.P. 53 che attraversa l’area di impianto. Nell’area vasta l’area in esame è racchiusa tra 4 assi viari: la S.S. 198 di Seui e Lanusei, a nord e ad ovest; la S.P. 11 a nord-est; la S.P. 13 ad est e a sud e, infine, la S.P. 10 a ovest e sud-ovest.

L’impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente incardinata sulla viabilità comunale esistente e funzionale a consentire il processo costruttivo e le ordinarie attività di manutenzione in fase di esercizio.

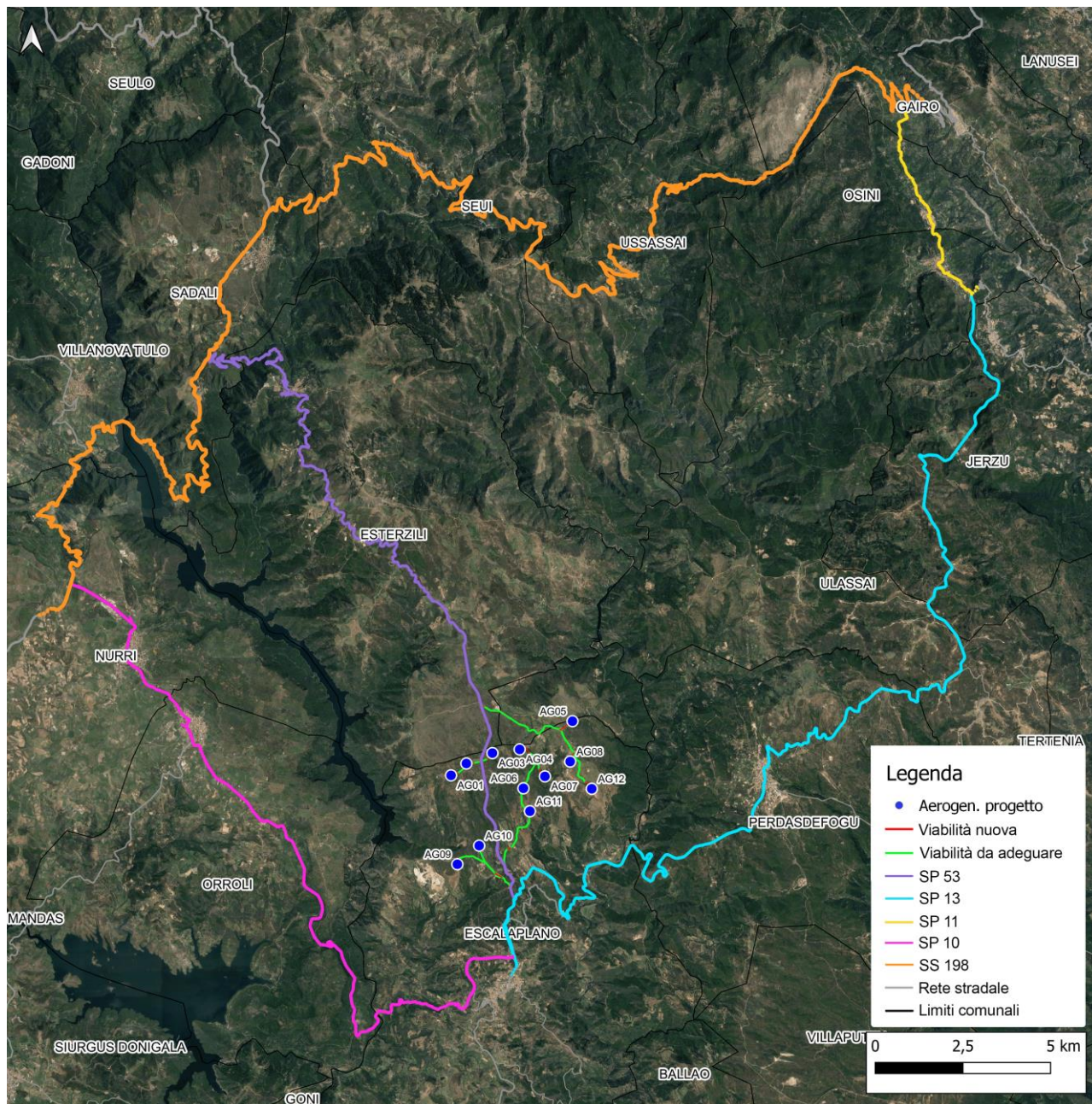


Figura 4.3 - Sistema della viabilità di accesso all'impianto

Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini (IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-04), il sito di intervento presenta, indicativamente, la collocazione indicata in Tabella 4.1

Tabella 4.1 - Distanze degli aerogeneratori rispetto ai più vicini centri abitati

Centro abitato	Posizionamento rispetto al sito	Distanza dal sito (km)
Esterzili	N-N-O	11,5
Nurri	N-O	9,1
Orroli	O	7,0
Siurgus Donigala	S-O	13,7
Escalaplano	S	3,2
Perdasdefogu	E	4,4
Jerzu	N-E	15,8
Ussassai	N	12,6

Tabella 4.2 – Inquadramento delle postazioni eoliche nella toponomastica locale

ID Aerogeneratore	Località
AG01	<i>Su Sermentu</i>
AG02	<i>Taccu Arboreddu</i>
AG03	<i>S'Ollastu Biancu</i>
AG04	<i>Sedda Sa Spina</i>
AG05	<i>Pedru Pisano</i>
AG06	<i>Taccu</i>
AG07	<i>Brebegargia</i>
AG08	<i>Brebegargia</i>
AG09	<i>Pranu e Saridellu</i>
AG10	<i>Coi Puddas</i>
AG11	<i>Taccu</i>
AG12	<i>Gennoniga</i>

Le coordinate degli aerogeneratori espresse nel sistema Gauss Boaga – Roma 40 sono le seguenti:

Tabella 4.3 - Coordinate aerogeneratori in Gauss Boaga – Roma 40

Aerogeneratore	X	Y
AG01	1 528 883	4 392 340
AG02	1 529 321	4 392 679
AG03	1 530 063	4 392 975
AG04	1 530 839	4 393 081
AG05	1 532 347	4 393 885
AG06	1 530 947	4 391 972
AG07	1 531 560	4 392 311
AG08	1 532 280	4 392 734
AG09	1 529 063	4 389 808
AG10	1 529 685	4 390 338
AG11	1 531 132	4 391 319
AG12	1 532 896	4 391 958

5 Caratteristiche costruttive dei locali

Poiché l'impianto oggetto del presente studio non è confinato all'interno di un edificio o di un capannone, e non essendo presente alcuna significativa sorgente di rumore all'interno dei modesti fabbricati funzionali all'operatività dell'impianto (interni alla stazione elettrica di utenza), si ritiene tale punto non applicabile.

6 Sorgenti rumorose connesse all'opera

Per quanto espresso al precedente paragrafo, le emissioni sonore riconducibili all'impianto eolico in progetto derivano sostanzialmente dal funzionamento dei 12 aerogeneratori.

Il tipo di aerogeneratore previsto ("aerogeneratore di progetto") è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6.0 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 162 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a 125 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 206,0 m; diametro massimo alla base del sostegno tubolare: ~ 5 m;
- area spazzata: 20.612 m².

6.1 Dati caratteristici aerogeneratore

Posizione rotore:	sopravento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	max 162 m
Area spazzata:	max 20.612 m ²
Direzione di rotazione:	senso orario
Temperatura di esercizio:	-20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento:	min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	24 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale
Numero di pale:	3

Modalità di trasporto di tutti i componenti da porto navale a sito: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale.

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si è assunto come riferimento il modello commerciale di aerogeneratore Vestas V162-6.0 MW 50/60 Hz.

A scopo illustrativo, si riporta in **Figura 6.1** il modello della Vestas V162-6.0 MW 50/60 Hz, avente altezza al mozzo di 125 m e diametro del rotore di 162 m, compatibile con l'aerogeneratore di progetto.



Figura 6.1 – Aerogeneratore Vestas tipo V162-6.0 MW 50/60 Hz

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in **Figura 6.2**.

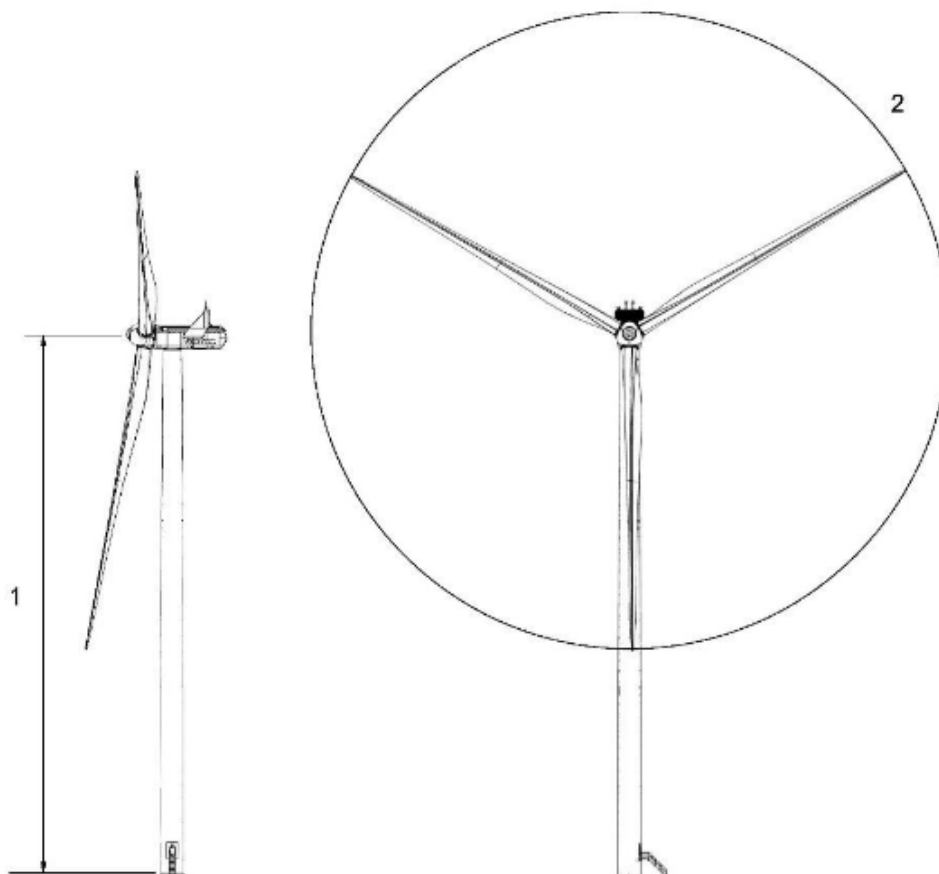


Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure

1 Hub heights: See Performance Specification **2** Rotor diameter: 150/162 m

Figura 6.2 – Aerogeneratore tipo Vestas tipo V162-6.0 MW 50/60 Hz altezza al mozzo (1) 125 m, e diametro rotore (2) di 162 m

6.2 Caratteristiche di rumorosità degli aerogeneratori

In generale, il rumore emesso da una turbina eolica è dovuto alla combinazione di due contributi principali: un primo contributo imputabile al movimento delle parti meccaniche ed un secondo contributo dovuto all'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento (rumore aerodinamico). Un'ulteriore, meno significativa, sorgente di rumorosità consegue al funzionamento del trasformatore di macchina BT/MT.

Le pale, in particolare, esercitano una resistenza aerodinamica al vento, producendo un'alterazione del campo di flusso atmosferico locale e generando regioni di scie e turbolenza connesse con variazioni locali della velocità e della pressione statica dell'aria; da ciò consegue la generazione di un campo sonoro libero che si sovrappone a quello già esistente a causa del flusso atmosferico e della sua interferenza con le strutture naturali dell'ambiente, quali la vegetazione e l'orografia. Rispetto al rumore aerodinamico, la rumorosità generata dalle parti meccaniche e dal trasformatore di macchina può ritenersi trascurabile; pertanto, ciascun aerogeneratore può essere considerato come una sorgente sonora puntuale posizionata ad un'altezza dal suolo pari a quella della torre di sostegno dell'aerogeneratore.

Per quanto riguarda la rumorosità delle turbine previste in progetto, come accennato in precedenza, si è fatto riferimento alle specifiche dell'aerogeneratore del tipo "V162-6.0 MW 50/60 Hz" della potenza di picco di 6 MW,

con altezza della torre tubolare in acciaio pari a 125 metri, le cui caratteristiche di emissione sonora sono riportate in Appendice.

La **Tabella 6.1** riporta le curve di potenza sonora in funzione della velocità del vento all'altezza del mozzo dell'aerogeneratore (v_{hub}), riferite a condizioni di funzionamento standard e alle condizioni operative comportanti limitazioni della potenza elettrica generata e, conseguentemente, della rumorosità emessa.

Tabella 6.1 - Livello di potenza sonora ponderato A dell'aerogeneratore Vestas V162-6.0 MW 50/60 Hz condizioni di funzionamento standard e a modalità operativa per ridurre il rumore, alle diverse velocità del vento

Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	93,9	96,7
4	94,1	96,9
5	94,3	97,1
6	96,2	99,0
7	99,2	102,0
8	102,0	104,8
9	104,1	106,9
10	104,3	107,1
11	104,3	107,1
12	104,3	107,1
13	104,3	107,1
14	104,3	107,1
15	104,3	107,1
16	104,3	107,1
17	104,3	107,1
18	104,3	107,1
19	104,3	107,1
20	104,3	107,1

Con riferimento alle caratteristiche di emissione acustica, il modello di aerogeneratore prescelto prevede due possibili configurazioni delle pale (**Tabella 6.1**): nella prima configurazione ("Blades with serrated trailing edge") l'aerogeneratore è provvisto di pale dotate di seghettature lungo il bordo che "tagliano" la lama d'aria; nella seconda configurazione, le pale presentano una configurazione tradizionale ("Blades without serrated trailing edge"). La seghettatura aiuta a migliorare il flusso d'aria sul profilo della pala eolica, riducendo la turbolenza, migliorando l'aerodinamica e riducendo il rumore (Mathew et al., 2016 J. Phus.: Conf. Ser. 753 022019, 2016). Durante il funzionamento, l'aria scorre sopra la pala della turbina fino al bordo finale: qui, il flusso d'aria ad alta pressione da un lato si mescola con l'aria a bassa pressione che scorre sulla faccia opposta della pala; è proprio

questa turbolenta collisione dei due flussi d'aria a causare rumore. In definitiva, la seghettatura favorisce il mescolamento dei suddetti flussi d'aria a diversa pressione. L'effetto conseguente, in termini di attenuazione del livello di potenza sonora, è significativo e valutabile in circa -3 dB per ciascuna classe di velocità del vento.

Dall'analisi della **Tabella 6.1** si osserva come, nella configurazione standard il livello di potenza sonora raggiunga il valore massimo di 104 dB(A) in corrispondenza della velocità v_{hub} pari a 10 m/s mantenendosi costante fino alla velocità di 20 m/s, oltre la quale entrano in funzione i sistemi di frenatura e l'aerogeneratore viene bloccato per ragioni di sicurezza (cut-off).

Per le finalità del presente studio sono stati considerati i livelli di potenza sonora riferiti alla soluzione impiantistica che prevede aerogeneratori senza pale seghettate (*without serrated trailing edge*). Peraltro, la scelta definitiva sulla tipologia di pale da installare, in sede di costruzione dell'impianto, potrà essere lasciata in capo alla società proponente; quanto precede avuto riguardo della circostanza che le verifiche circa il rispetto dei limiti di legge applicabili sono rappresentative dello scenario più cautelativo tra le due configurazioni.

7 Orari di attività

Gli aerogeneratori che costituiranno il parco eolico "Escala" non saranno sempre in funzione, ma si attiveranno solo in presenza del vento. In tali periodi potranno comunque funzionare nell'arco di tutta la giornata e, quindi, sia nel periodo diurno che in quello notturno.

8 Ricettori nell'area di studio

Per le finalità del presente studio, con l'intento di meglio inquadrare i criteri di individuazione dei potenziali edifici sensibili (o ricettori) del proposto impianto eolico, si ritiene opportuno richiamare i contenuti della D.G.R. RAS n. 59/90 del 2020 e s.m.i. (*Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili*) e segnatamente al punto 4.3.3 "Distanze di rispetto dagli insediamenti rurali".

"Al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento, ogni singolo aerogeneratore dovrà rispettare una distanza pari a:

- *300 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – 22.00);*
- *500 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;*
- *700 metri da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR."*

Secondo tale impostazione, pertanto, possono individuarsi le seguenti categorie di edifici:

Cat.1 – Case rurali ad utilizzazione residenziale (Categoria catastale A) e/o corpi di fabbrica con tipologia costruttiva equiparabile;


Cat. 2a – corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno;

Cat. 2b – corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno;

Cat. 3 – fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale;

Cat. 4 – fabbricati di supporto alle attività agricole (ricoveri, depositi, stalle);

Cat. 5 – ruderi/fabbricati in abbandono.

	N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01	Rev 0	Pagina 19 di 62
---	-------------------------------------	-------	--------------------

Muovendo da tale classificazione, al fine di procedere all'individuazione di potenziali ricettori nelle aree più direttamente interessate dalle installazioni eoliche, ricomprese entro una distanza massima di 1000m¹ dalle postazioni di macchina, si è proceduto ad una individuazione complessiva dei fabbricati con l'ausilio della cartografia ufficiale di riferimento (Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000). Successivamente è stata verificata l'effettiva esistenza e consistenza dall'esame di foto aeree e satellitari nonché attraverso specifici sopralluoghi e riscontri sul campo. In tal modo sono state acquisite le necessarie informazioni preliminari sulle caratteristiche tipologico-costruttive e le condizioni di utilizzo degli edifici. A valle di tali riscontri, è stata inoltre accertata la categoria catastale di appartenenza degli edifici, laddove disponibile.

L'Elaborato IT-VesEsc-CLP-GEN-TR-05 (*Report dei fabbricati censiti*) riporta l'individuazione dei fabbricati in accordo con la metodologia precedentemente indicata.

Nel suddetto Report sono contenuti lo stralcio della ripresa aerea zenitale, la categoria catastale di appartenenza ed una fotografia prospettica degli edifici.

Il censimento ha condotto all'individuazione di n. 55 edifici, o complessi di fabbricati agricoli; tra questi è stata riscontrata la prevalente presenza di corpi edilizi a servizio di attività del settore terziario come: magazzini e locali di deposito o immobili speciali a destinazione produttiva o terziaria. La frequentazione di tali edifici è saltuaria e, in prossimità dell'area di impianto, principalmente legata alle esigenze di conduzione dei fondi agricoli.

È stata peraltro verificata la presenza di 3 edifici riferibili alla Categoria 1 precedentemente individuata, ossia a *"Case rurali ad utilizzazione residenziale (Categoria catastale A) e/o corpi di fabbrica con tipologia costruttiva equiparabile"*.

Rispetto a tali fabbricati - selezionati e identificati con le sigle F19, F26, e F49 - in accordo con le indicazioni della D.G.R. RAS 59/90 del 2020, il posizionamento degli aerogeneratori ha assicurato una distanza minima di 500m.

Il fabbricato F26, quantunque al momento non presente al catasto fabbricati, è stato prudenzialmente ricondotto alla fattispecie degli edifici riferibili a case rurali a utilizzazione residenziale, avuto riguardo delle caratteristiche tipologico-costruttive accertate nell'ambito dei sopralluoghi.

Gli ulteriori edifici individuati al momento della ricognizione dei fabbricati, entro i 1000 metri dagli aerogeneratori in progetto, non sono presenti al catasto Fabbricati; pertanto la relativa destinazione catastale riportata nel "Report dei fabbricati censiti" è quella del "Catasto Terreni".

In definitiva, ai fini dell'individuazione dei ricettori di interesse per le finalità del presente Studio, in accordo con gli enunciati criteri della DGR 59/90 del 2020, sono stati ricondotti alla Categoria 1:

- gli edifici F19 e F49, catastalmente classificati come A4 (Abitazioni di tipo popolare) e A3 (Abitazioni di tipo economico) rispettivamente, assumendo prudenzialmente la presenza continuativa di persone in periodo diurno e notturno;
- Un fabbricato non appartenente alla categoria catastale "A" (F26 - non presente al catasto fabbricati) che, in ragione della tipologia costruttiva e per informazioni acquisite sul territorio, è stato prudenzialmente ritenuto assimilabile ad ambiente abitativo.

Nella Tabella 8.2 sono riportate le caratteristiche dei ricettori presi in considerazione per le verifiche previste dalla normativa mentre la Figura 8.1 riporta un quadro sinottico delle distanze degli aerogeneratori in progetto rispetto ai ricettori individuati.

¹ La distanza di 1000m dagli aerogeneratori, ai fini dell'individuazione dei ricettori, è pari al doppio di quella indicata dalla norma UNI/TS 11143-7 per descrivere l'"area di influenza" di un parco eolico.

Legenda

- Aerogeneratori in progetto
- Fabbricati oggetto dello studio previsionale di impatto acustico
- Distanza di 500m dagli aerogeneratori
- Limiti amministrativi comunali

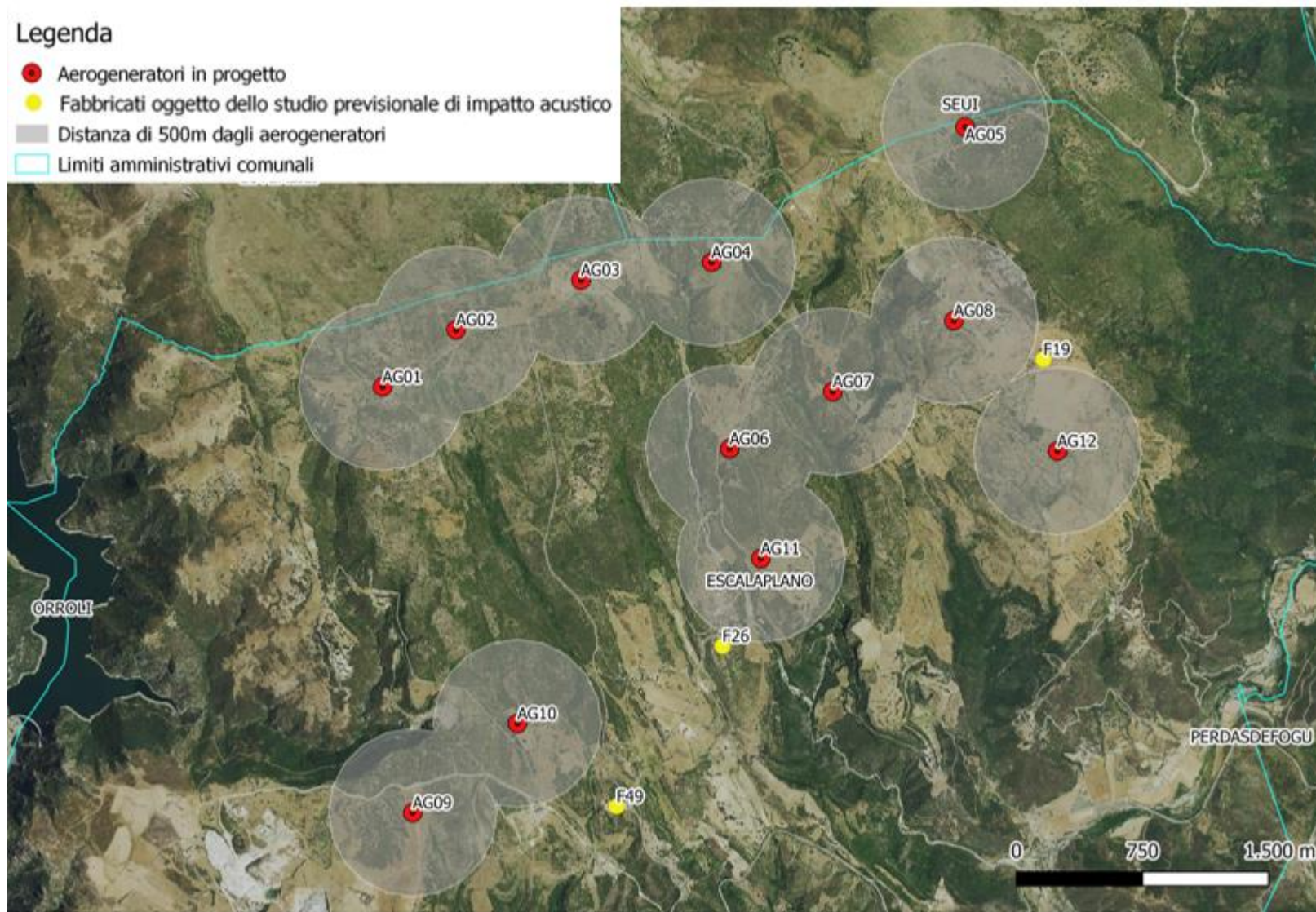


Figura 8.1 – Individuazione planimetrica dei ricettori di riferimento per l'analisi di impatto acustico

Tabella 8.1 – Fabbricati di interesse ai fini delle valutazioni previsionali di impatto acustico

FABBRICATO	COMUNE	CATEGORIA CATASTALE	CATEGORIA EX DGR 59/90
F19	Escalaplano	A4	Cat.1
F26	Escalaplano	Pascolo	Cat.1
F49	Escalaplano	A3	Cat.1

Tabella 8.2 – Potenziali ricettori rappresentativi esposti alla rumorosità dell’impianto eolico, ubicati entro una distanza di 1000m dagli aerogeneratori in progetto

RICETTORE	COMUNE	COORD. GB EST	COORD. GB NORD	WTG PIU' PROSSIMO	DISTANZA DALLA TORRE EOLICA (m)	CLASSE ACUSTICA	LIMITE IMMISSIONE	
							DIURNO	NOTTURNO
F19	Escalaplano	1532812	4392504	AG12	553	III	60	50
F26	Escalaplano	1530904	4390798	AG11	569	III	60	50
F49	Escalaplano	1530275	4389846	AG10	768	III	60	50

L’esame della Tabella 8.2 mette in evidenza come i ricettori considerati ai fini della valutazione di impatto acustico siano ubicati a distanze superiori ai 500 metri dagli aerogeneratori in progetto, in accordo con i criteri indicati dalla DGR 59/90 del 2020.

La soluzione progettuale proposta si ritiene del tutto in linea, e più cautelativa, con le misure di mitigazione indicate all’Allegato 4, paragrafo 5.3 del D.M. 10 settembre 2010 (“Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”), ove si suggerisce una “minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200m”, rispettata con ampio margine in riferimento a tutti i ricettori considerati.

Nello stesso Decreto 10 settembre 2010 (“Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”) si precisa, inoltre, che “[...] la distanza più opportuna tra i potenziali corpi ricettori ed il parco eolico dipende dalla topografia locale, dal rumore di fondo esistente, nonché dalla taglia del progetto da realizzare”.

Tale scelta è pertanto lasciata al progettista sulla base dell’osservanza dei limiti di rumorosità previsti dalla normativa vigente (“E’ opportuno eseguire i rilevamenti prima della realizzazione dell’impianto per accertare il livello di rumore di fondo e, successivamente, effettuare una previsione dell’alterazione del clima acustico prodotta dall’impianto, anche al fine di adottare possibili misure di mitigazione dell’impatto sonoro, dirette o indirette, qualora siano riscontrati livelli di rumorosità ambientale non compatibili con la zonizzazione acustica comunale, con particolare riferimento ai ricettori sensibili”).

Per gli altri fabbricati, rispetto a cui non è ipotizzabile una presenza continuata di personale, la predetta D.G.R. non indica l’osservanza di specifiche distanze di rispetto.

Tabella 8.3 – Distanze in metri degli aerogeneratori in progetto rispetto ai ricettori rappresentativi individuati

Ricettore	AG01	AG02	AG03	AG04	AG05	AG06	AG07	AG08	AG09	AG10	AG11	AG12
F19	3.933	3.497	2.790	2.056	1.457	1.939	1.267	579	4.619	3.805	2.056	553
F26	2.543	2.459	2.335	2.284	3.408	1.175	1.650	2.376	2.091	1.303	569	2.306
F49	2.857	2.991	3.138	3.285	4.541	2.231	2.782	3.518	1.213	768	1.705	3.368

9 Classe acustica dell'area

9.1 Legislazione nazionale

I limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno sono stati definiti per la prima volta, in Italia, dal D.P.C.M. 01.03.91 (*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*), che ha istituito in Italia il criterio della classificazione del territorio comunale in zone, ognuna soggetta ad un diverso limite di rumorosità diurna e notturna.

Sono poi stati emanati, in particolare, la L. 26.10.95 n. 447 (*Legge quadro sull'inquinamento acustico*), il D.P.C.M. 14.11.97 (*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*) e il D.M. 16.03.98 (*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*).

La L. 26.10.95 n. 447 definisce l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Sussiste una situazione di inquinamento acustico nei casi in cui non siano rispettati i livelli sonori ammissibili definiti dalle norme di legge.

La ripartizione del territorio comunale in classi acustiche, definita dal D.P.C.M. 14.11.1997, è riportata in Tabella 9.1.

Tabella 9.1 – Ripartizione del territorio comunale in classi acustiche (D.P.C.M. 14.11.97, art. 1).

CLASSE	DEFINIZIONE
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.

In Tabella 9.2 sono riportati i **valori limite di emissione** stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97. Un valore limite di emissione è definito come il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa. In base al decreto (art. 2, comma 3), i rilevamenti e le verifiche relativi al rispetto dei valori limite di emissione sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Tabella 9.2 - Valori limite di emissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 2). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Nella Tabella 9.3 e nella Tabella 9.4 sono riportati, rispettivamente, i **valori limite assoluti di immissione** e i **valori di qualità** stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97.

Il livello che si confronta con i valori suddetti è il **livello di rumore ambientale L_A** , del quale è già stata richiamata la definizione.

Tabella 9.3 - Valori limite assoluti di immissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 3). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 9.4 - Valori di qualità (D.P.C.M. 14.11.97, art. 7).Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree prevalentemente residenziali	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Il D.P.C.M. 14.11.97 (art. 4, comma 1) definisce, inoltre, i **valori limite differenziali** di immissione, pari a 5 dB per il periodo di riferimento diurno (dalle 06.00 alle 22.00) e a 3 dB per il periodo di riferimento notturno (dalle 22.00 alle 06.00).

I valori limite differenziali di immissione si applicano all'interno degli ambienti abitativi, con l'esclusione delle aree classificate nella Classe VI (aree esclusivamente industriali).

Il parametro da confrontare con il suddetto limite differenziale è il **livello differenziale** di rumore L_D , definito come differenza tra il **livello di rumore ambientale** L_A e il **livello di rumore residuo** L_R (D.M. 16.03.98, allegato A, punto 13).

Il livello di rumore residuo L_R è definito dal D.M. 16.03.98 (allegato A, punto 12) come il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Nel caso dei Comuni che non abbiano ancora provveduto in merito, in attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla Tabella 9.1 si applicano per le sorgenti sonore fisse i limiti di accettabilità riportati in Tabella 9.5.

Tabella 9.5 - Limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6).Leq in dBA.

Zonizzazione	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
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
(*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968		
57		

9.2 Classificazione acustica comunale

L'area di influenza acustica dell'impianto eolico interessa il Comune di Escalaplano, ove si prevede l'installazione di tutti gli aerogeneratori e sono ubicati alcuni dei potenziali ricettori di interesse per le presenti valutazioni previsionali di impatto acustico.

Alla data di predisposizione del presente studio, il comune di Escalaplano è provvisto di Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95.

Sulla base dell'esame della zonizzazione acustica del territorio extraurbano contenuta nel suddetto PCA, alle aree interessate dall'influenza acustica degli interventi in progetto sono applicabili i limiti indicati in Tabella 9.6.

Tabella 9.6 – Limiti applicabili al caso studio

	Limite assoluto di emissione (Leq in dBA)		Limite assoluto di immissione (Leq in dBA)	
	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
Aerogeneratori AG01÷AG08, AG10÷AG12	55	45	60	50
Fabbricati F19, F26, F49	55	45	60	50
Aerogeneratore AG09	60	50	65	55

10 Principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio

Nell'area direttamente interessata dall'impianto in progetto non sono presenti sorgenti sonore significative; il territorio in cui sono ubicati gli aerogeneratori è attraversato dalla S.P. 53, che congiunge Escalaplano e Esterzili. Il territorio è attraversato da strade rurali a bassissimo traffico veicolare nel periodo di riferimento notturno.

11 Calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante

11.1 Premessa

Come evidenziato in sede introduttiva, il campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stato dapprima stimato mediante un modello di simulazione basato sugli algoritmi contenuti nella norma ISO 9613-2 e quindi utilizzabile per le valutazioni di impatto acustico che richiedono il calcolo della propagazione del rumore in ambiente esterno.

Ai fini della stima dei livelli sonori in corrispondenza dei ricettori individuati nell'area di influenza dell'impianto eolico, l'analisi previsionale è stata integrata dalle risultanze del modello di propagazione Nord 2000, avuto riguardo delle indicazioni sulla scelta dei modelli di propagazione contenute nelle Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici pubblicate dall'ISPRA nel 2013.

11.2 Ricostruzione del campo sonoro con il modello Windpro-DECIBEL basato sulla UNI ISO 9613-2:2006

La stima del campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stata condotta mediante il programma di calcolo Windpro-DECIBEL, appositamente studiato per la modellizzazione del campo acustico generato da impianti eolici.

Il modello consente di calcolare le emissioni sonore imputabili ad un impianto eolico e di verificare il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Per quanto concerne il metodo di calcolo, il modello si basa sul metodo prescritto dalla norma ISO 9613-2:1996 (*Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation*), adottata dall'UNI nella versione in lingua italiana UNI ISO 9613-2:2006 (*Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Part 2: Metodo generale di calcolo*). La sopraccitata norma, pertanto, possiede anche lo status di norma nazionale italiana.

Il modello consente la visualizzazione dei risultati attraverso la restituzione della mappa delle curve isovalore corrispondenti al campo acustico generato dall'impianto eolico e calcola il campo del livello di pressione sonora equivalente ponderato "A" generato da un impianto eolico, con la possibilità di tenere in considerazione, secondo gli algoritmi presenti nella norma ISO 9613, i seguenti effetti:

- divergenza geometrica;
- assorbimento atmosferico;
- effetto del suolo;
- presenza di schermi singoli o doppi;
- presenza di zone edificate, industriali, alberate.

Il programma, infine, permette di introdurre nel modello di calcolo il livello del rumore residuo, consentendo di effettuare la verifica previsionale in merito al rispetto del criterio differenziale, in corrispondenza di eventuali ricettori presenti in prossimità dell'impianto eolico. Nel caso di ricettori rappresentati da centri abitati, il programma consente di introdurre un ricettore areale rappresentato dalle coordinate corrispondenti al baricentro dell'area individuata come ricettore.

11.2.1 Orografia

L'area in cui sarà realizzato l'intervento presenta una morfologia debolmente ondulata che localmente può influenzare la propagazione delle onde sonore. La simulazione è stata pertanto effettuata introducendo nel modello l'orografia dell'area considerando come base per le isolinee il DTM passo 10m fornito dal sito della Regione Sardegna.

11.2.2 Effetto suolo

L'effetto suolo è stato introdotto nei calcoli evitando di utilizzare caratteristiche completamente assorbenti, quanto piuttosto una situazione intermedia espressa da un valore del coefficiente di assorbimento del suolo pari a $G=0.5$, in coerenza con le indicazioni della norma tecnica UNI/TS 11143-7 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori" – Febbraio 2013 (punto 5.2.4).

11.2.3 Attenuazione per assorbimento in atmosfera

Il coefficiente di attenuazione atmosferica dipende fortemente dalla frequenza del suono, dalla temperatura ambiente e dall'umidità relativa dell'aria, e soltanto debolmente dalla pressione ambiente. Per il calcolo dei livelli di rumore ambientale, il coefficiente di attenuazione atmosferica dovrebbe essere basato sui valori medi delle condizioni climatiche ambientali del luogo. I calcoli mediante il programma di simulazione sono stati effettuati nelle condizioni standard della norma ISO 9613, pertanto, nelle seguenti condizioni climatiche:

- Temperatura = 10°C;
- Umidità relativa = 70%.

Tali condizioni possono essere assunte come rappresentative delle condizioni climatiche medie. Si ritiene opportuno evidenziare che, rispetto alle condizioni estive, quando l'effetto di attenuazione per assorbimento in atmosfera è maggiore, tale situazione è meno favorevole.

11.3 Il modello Nord2000

Di seguito si ripropone la descrizione del modello di propagazione sonora Nord2000 fornita nelle "Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" elaborate da ISPRA nel 2013.

Il modello di propagazione sonora Nord2000 è stato sviluppato a partire dal 1996 dalla società danese Delta, su iniziativa del Consiglio Nordico dei Ministri, organo istituzionale di cooperazione intergovernativa che dal 1971 coinvolge Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia and Svezia. Lo scopo del progetto era quello di implementare una nuova generazione di metodi di previsione del rumore ambientale sulla base dei risultati ottenuti dai precedenti modelli degli anni '70 e dei primi anni '80, abbandonando l'approccio empirico ed utilizzando algoritmi teorici di calcolo in banda di frequenza.

Il modello di propagazione Nord2000 presenta delle differenze e delle caratteristiche aggiuntive rispetto al modello di propagazione proposto dalla norma ISO 9613-2, che risulta oggi il metodo di calcolo più largamente utilizzato, adottato anche a livello internazionale da molti regolamenti legislativi e standard tecnici per una grande varietà di sorgenti, tra cui anche gli aerogeneratori. Proprio per questi ultimi, il modello Nord2000 presenta delle peculiarità aggiuntive che lo rendono meglio adattabile al caso specifico (ISPRA, 2013). Di seguito si riportano le caratteristiche comuni e le differenze sostanziali tra i due modelli.

Entrambi i modelli operano per sorgenti puntiformi e possono estendere il concetto di sorgente puntiforme alle sorgenti lineari e areali. Il calcolo eseguito con il modello Nord2000 comprende le bande di terzi d'ottava di frequenze centrali comprese tra 25 Hz e 10 kHz e risulta quindi più dettagliato rispetto al calcolo con modello ISO, il quale viene effettuato in bande d'ottava con frequenze centrali comprese tra 63 Hz e 8kHz: il Nord2000 comprende sia un intervallo più ampio dello spettro dell'udibile, sia una maggiore risoluzione spettrale, con un numero di valori dei livelli di banda che risulta all'incirca il triplo rispetto ai valori in ottava.

Dal punto di vista dei contributi di attenuazione nel percorso di propagazione sonora, caratteristiche comuni ad entrambi i modelli sono la divergenza geometrica, calcolata ovviamente con la legge propria della sorgente puntiforme, e l'attenuazione da parte dell'atmosfera, basata sui valori in funzione della distanza dettati dalla norma ISO 9613-1.

L'attenuazione del suolo viene invece calcolata in modo differente dai due modelli, adottando il Nord2000 un approccio analitico più complesso.

Uno dei principali vantaggi del modello Nord2000 rispetto al modello ISO è quello di considerare in modo più dettagliato l'effetto delle condizioni meteorologiche e in particolare del vento, che risulta di estrema importanza

nel caso degli impianti eolici. Il modello ISO permette il calcolo delle sole condizioni sottovento (vento che soffia in direzione sorgente-ricevitore) e considera le condizioni rappresentative di quelle favorevoli per la propagazione del suono. I livelli calcolati $L_{AT}(DW)$ ($DW = \text{Down Wind}$, sottovento) si riferiscono alle condizioni medie per una velocità del vento compresa tra 1 e 5 m/s, misurata ad un'altezza compresa tra 3 e 11 m, con direzione entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla congiungente sorgente-ricevitore. Oltre al calcolo in queste condizioni moderatamente favorevoli, la norma propone un calcolo dei livelli a lungo termine, in modo da tenere conto della varietà di condizioni meteo che si presentano durante un arco di tempo lungo, dell'ordine di molti mesi o di un anno. A tale scopo viene introdotto un termine di correzione meteorologica sul lungo periodo C_{met} che tiene conto della percentuale del periodo in cui si verificano condizioni meteorologiche favorevoli o meno alla propagazione del suono, calcolato sulla base delle statistiche meteorologiche del sito in funzione della disposizione geometrica di sorgente e ricevitore.

Il Nord2000 presenta un approccio molto più sofisticato riguardo alle condizioni meteo; le variabili prese in considerazione dal modello di propagazione sono:

- velocità media del vento nella direzione di propagazione e altezza alla quale il valore si riferisce;
- deviazione standard della variazione della velocità del vento;
- temperatura del terreno;
- gradiente medio di temperatura;
- deviazione standard della variazione del gradiente di temperatura;
- intensità della turbolenza dovuta rispettivamente al vento e alla temperatura;
- umidità relativa dell'aria.

Data la difficoltà a procedere alla stima di più parametri tra quelli sopra riportati, per alcuni di essi, in mancanza di dati specifici, il modello impone dei valori costanti appropriati (deviazione standard della velocità del vento e del gradiente di temperatura e parametri di intensità della turbolenza) mentre altri sono dedotti indirettamente basandosi su una serie di descrizioni appropriate che corrispondono ognuna a valori specifici (gradiente di temperatura).

Per tenere conto degli effetti meteorologici il modello considera il percorso dei raggi sonori e la curvatura che questi subiscono per effetto della variazione di velocità o della rifrazione dell'aria. Di conseguenza, il modello di propagazione Nord2000 consente il calcolo dei livelli sonori sia in condizioni sottovento che sopravvento, calcolando le zone di concentrazione dei raggi sonori e di ombra acustica. Come già accennato, questa caratteristica è riconosciuta di fondamentale utilità nel caso degli aerogeneratori, soprattutto per quanto riguarda il calcolo previsionale dei livelli effettuato in fase di valutazione preventiva.

La curvatura dei raggi sonori lungo il percorso di propagazione è tenuta in considerazione anche nel caso di presenza di schermature, a differenza del modello ISO in cui vengono valutate solo le condizioni geometriche e non quelle meteorologiche.

Infine, un aspetto parimenti importante dal punto di vista dell'applicabilità di tali modelli al caso specifico delle turbine eoliche, riguarda l'altezza della sorgente e la distanza limite per la loro applicazione, che nel caso specifico raggiungono entrambi valori molto elevati (100 m e oltre per l'altezza della sorgente, 1-2 km per la distanza di propagazione). Il metodo ISO nasce come modello di propagazione generale per sorgenti vicine al terreno, con un'altezza da terra della sorgente che non dovrebbe eccedere i 30 m, circostanza non riferibile agli aerogeneratori di grande taglia, contraddistinti da un'altezza della torre sempre superiore. La distanza massima di valutazione dei livelli si attesta intorno ai 1000 m: oltre tale distanza l'accuratezza diminuisce dando luogo a valori eccessivamente variabili per un confronto oggettivo con dei limiti stabiliti. Il modello Nord2000 anche in questo caso risulta più adattabile: da un lato permette di considerare sorgenti anche di ragguardevole altezza rispetto al terreno, dall'altro l'accuratezza dei livelli calcolati a grande distanza può essere incrementata approfondendo lo studio delle variabili meteorologiche e fissando valori adeguati.

Nel report di validazione del modello Nord2000 applicato al caso degli aerogeneratori vengono messi a confronto i valori dei livelli calcolati con entrambi i modelli di propagazione nel caso di un impianto esistente su terreno erboso pianeggiante, ad un'altezza di 50 m, confrontando i risultati ottenuti con le misure sul campo. Dai risultati si deduce come i valori modellati con il Nord2000 siano praticamente coincidenti con quelli misurati per le frequenze tra 500 e 2000 Hz, rimanendo a favore di sicurezza per le altre frequenze. I valori ottenuti con il modello ISO presentano

generalmente scostamenti maggiori e non si mantengono a favore di sicurezza, risultando quasi sempre più bassi dei valori rilevati sul campo. Le differenze più significative tra i due modelli si manifestano comunque nel caso di propagazione sopravento: il modello Nord2000 estende l'intervallo di frequenze per le quali manifesti valori coincidenti a quelli misurati, che va da 250 a 2000 Hz, mentre il modello ISO presenta scostamenti ancora maggiori in conseguenza della non validità del modello per le condizioni sopravento.

Nell'applicazione del modello di propagazione Nord2000 al caso degli aerogeneratori, infine, non sono state riscontrate differenze apprezzabili modellando la turbina eolica come un'unica sorgente puntiforme posta al centro della navicella oppure considerando la sorgente aerale rappresentata dall'area spazzata dalle pale.

In conclusione, le Linee Guida ISPRA evidenziano come l'applicazione del modello Nord2000 potrebbe condurre a risultati più affidabili rispetto al modello ISO, specialmente nelle condizioni di propagazione sopravento e nei casi in cui l'altimetria del terreno e le situazioni meteorologiche conducono a scenari di propagazione sonora molto complessi.

11.4 Clima acustico esistente

Ai fini della valutazione previsionale dell'impatto acustico, si è proceduto all'esecuzione di misure strumentali finalizzate alla stima dei livelli del rumore residuo in prossimità di alcuni fabbricati rappresentativi. A tal fine sono state eseguite specifiche misurazioni fonometriche, condotte materialmente dall'ing. Antonio Dedoni, tecnico competente in acustica ambientale. I rilievi fonometrici sono stati eseguiti nel periodo di riferimento diurno e notturno nel mese di marzo 2023.

Come espressamente richiesto dal D.M. 16.03.1998, le misure sono state eseguite in condizioni di velocità del vento al suolo inferiori ai 5 m/s.

I rilievi sono stati eseguiti con un fonometro Larson Lavis 831 di classe 1, conforme alle Norme IEC 651/79 e 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99). Sono state inoltre registrate le tracce audio al superamento di una soglia minima prefissata.

I dati meteo sono stati misurati con una stazione Davis Vantage Pro 2, associata ad un anemometro ultrasonico DZP, posizionato ad una altezza di 4m, con un'accuratezza di misura del vento pari a 0,12 m/s


La scelta dei punti di misura è stata improntata all'analisi delle situazioni di maggiore interesse rispetto all'impatto acustico, definendo il posizionamento delle stazioni secondo i seguenti criteri:

- significatività del ricettore interessato, in accordo con i criteri precedentemente enunciati;
- minima distanza dagli aerogeneratori in progetto;
- posizione sottovento rispetto agli aerogeneratori in rapporto ai venti dominanti provenienti dal IV quadrante;
- garantire una buona rappresentatività spaziale in relazione all'area di influenza acustica dell'impianto ed ai potenziali ricettori individuati.

Rimandando all'allegato Report di misura per maggiori approfondimenti, si richiamano nel seguito i livelli sonori registrati in relazione ai seguenti descrittori: $L_{Aeq,TR}$, L_{A90} e L_{A95} . Tutte le misurazioni sono state arrotondate a 0,5 dB come stabilito dall'Allegato B, punto 3 del DPCM 01/03/1991.

Tabella 11.1 – Risultanze dei rilievi fonometrici eseguiti

N.	Postazione	Comune	Classe acustica	TR	$L_{Aeq,T}$	$L_{A90,T}$	$L_{A95,T}$
1	P1	Escalaplano	III	Diurno	48,50	37,50	36,50
				Notturmo	33,50	21,00	20,50
2	P2	Escalaplano	III	Diurno	46,00	20,50	20,00
				Notturmo	30,50	21,00	20,50
3	P3	Escalaplano	III	Diurno	42,00	24,00	21,50
				Notturmo	28,50	16,50	16,50

 <p>ESCALA Wind Srl iat CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 31 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------

Come noto, l'andamento del rumore residuo risente dell'azione del vento in relazione alla morfologia ed alle caratteristiche di copertura del suolo ed utilizzo del territorio: si ha infatti una rumorosità dovuta all'interazione del vento con la vegetazione e con ostacoli naturali o artificiali. L'entità di questo rumore è, in generale, crescente al crescere della velocità del vento.

Legenda

- Aerogeneratori in progetto
- Fabbricati oggetto dello studio previsionale di impatto acustico
- Punti di misura del clima acustico esistente
- Distanza di 500m dagli aerogeneratori
- Limiti amministrativi comunali

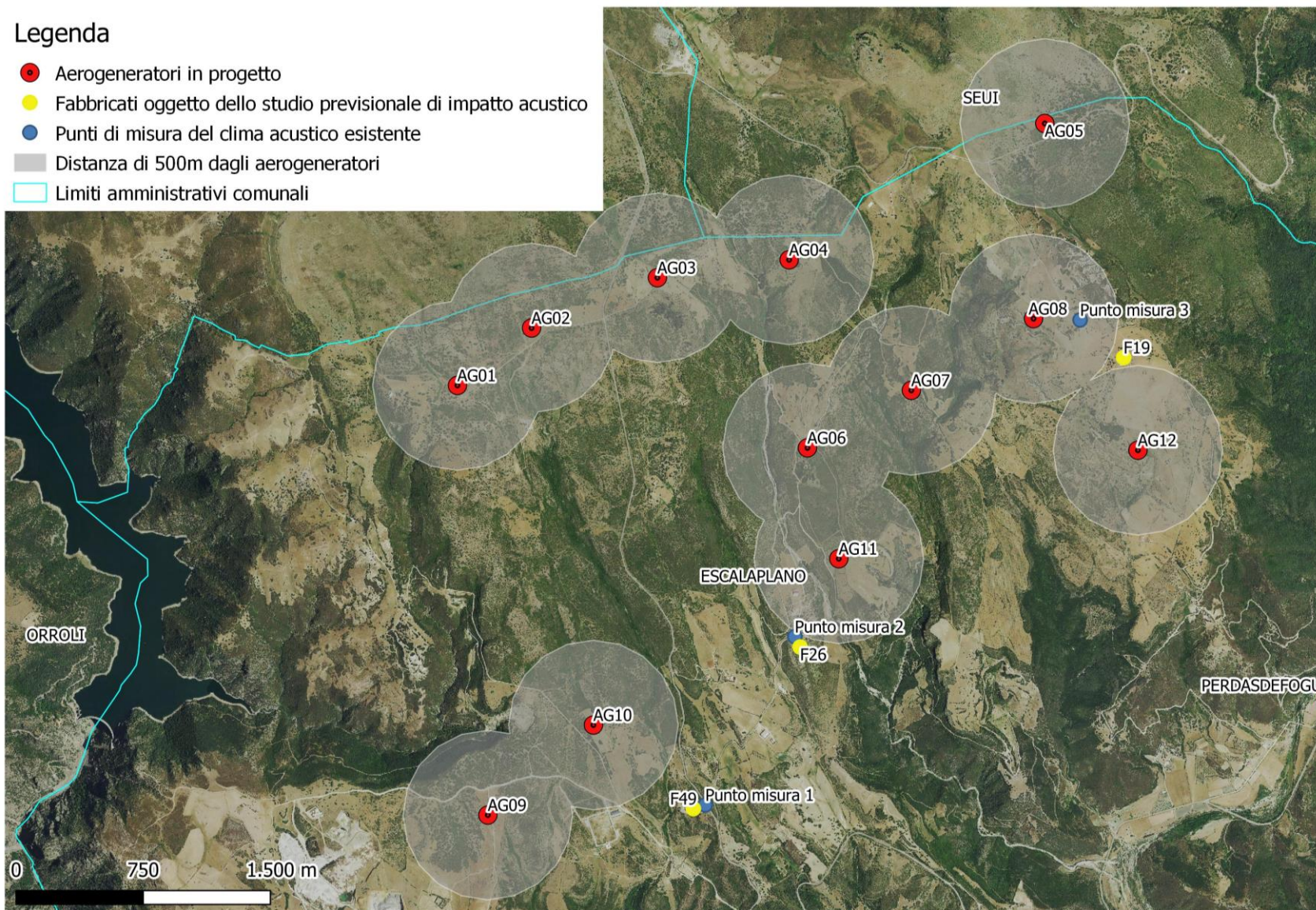


Figura 11.1 – Ubicazione delle postazioni di monitoraggio acustico

11.5 Risultati

Ai fini della verifica del rispetto delle soglie di legge, le simulazioni condotte sono state riferite a condizioni di ventosità al mozzo VHub ≥ 10 m/s, situazione corrispondente alle condizioni di massima rumorosità delle macchine previste dalla proposta eolica in esame.

I risultati della simulazione eseguita con il modello Windpro-DECIBEL basato sulla UNI 9613-2:2006 sono illustrati planimetricamente nell'Elaborato IT-VesEsc-CLP-ACU-DW-01 (Mappa del campo sonoro generato dall'impianto eolico), ove sono rappresentati i livelli di rumore prevedibili a seguito dell'entrata in esercizio degli aerogeneratori. La mappa riporta le curve ad ugual valore del livello di pressione sonora ponderato A con intervallo di 1 dBA.

Dall'analisi della mappa del campo sonoro si evince che al piede delle torri di sostegno il livello di pressione sonora atteso è dell'ordine dei 55,5 dBA.

Ai fini delle verifiche previsionali di impatto acustico in corrispondenza dei ricettori rappresentativi, individuati in accordo con i criteri indicati al capitolo 9, si è fatto ricorso al modello Nord2000, che parrebbe prospettare risultati più affidabili e conservativi rispetto al modello ISO, specialmente nelle condizioni di propagazione sopravento rispetto ai ricettori.

I risultati numerici delle simulazioni modellistiche, condotti con riferimento a ciascuno dei modelli utilizzati sono riportati in Appendice.

11.5.1 Verifica previsionale del limite assoluto di emissione

Ai sensi dell'art. 2 della Legge quadro sull'inquinamento acustico (L. n. 447/1995) il "valore limite di emissione" è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

Il D.P.C.M. 14.11.97 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"), stabilisce inoltre che "*i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità*".

La verifica del rispetto dei limiti di emissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 2) è stata pertanto condotta in riferimento a ciascun ricettore individuato, avuto riguardo del limite stabilito dalla specifica classe acustica (Classe III) e in riferimento alle condizioni di funzionamento del parco eolico nelle condizioni di massima rumorosità (Curva di Potenza "without serrated edge" – c.f.r. 6.2).

Le risultanze di tali verifiche, sintetizzate nella Tabella 11.2, evidenziano il rispetto dei limiti di emissione diurno e notturno presso tutti i ricettori considerati.

Tabella 11.2 - Verifica del limite assoluto di emissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi (Modello Nord 2000)

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]	L _{p-WTG} [dBA]	Condizioni di vento	Angolo	Rispetto limite assoluto di emissione DIURNO	Rispetto limite assoluto di emissione NOTTURNO
F19	Escalaplano	A4	III	55	45	43,8	NE SE	"45 135"	SI	SI
F26	Escalaplano	Pascolo	III	55	45	42	NE SE	"45 135"	SI	SI
F49	Escalaplano	A3	III	55	45	39,4	NE SE	"45 135"	SI	SI

11.5.2 Verifica previsionale del rispetto del limite assoluto di immissione sonora


Ai termini della L. 447/95, i valori limite di immissione si riferiscono al valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

Sotto il profilo della zonizzazione acustica, i fabbricati sono collocati in classe III della Zonizzazione Acustica del Comune di Escalaplano e soggetti ai limiti dettati dal D.P.C.M. 14.11.97, art. 2, sotto riportati:

Classe acustica III	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]
Limite assoluto di immissione	60	50

Ai fini dell'attribuzione dei livelli di rumore residuo in corrispondenza degli edifici di interesse è stato adottato un criterio di rappresentatività spaziale delle misure, trattandosi di un territorio agricolo sostanzialmente omogeneo rispetto alle condizioni d'uso ed alla presenza di sorgenti sonore:

	L _{AEQ} [dBA]	L ₉₀ [dBA]	L ₉₅ [dBA]	Misura rappresentativa del fabbricato
Punto di misura 1				
Diurno	48,50	37,50	36,50	F49
Notturno	33,50	21,00	20,50	
Punto di misura 2				
Diurno	46,00	20,50	20,00	F26
Notturno	30,50	21,00	20,50	
Punto di misura 3				
Diurno	42,00	24,00	21,50	F19
Notturno	28,50	16,50	16,50	

 <p>ESCALA Wind Srl iat CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 35 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------


La Tabella 11.3 riepiloga le risultanze della verifica del rispetto dei limiti assoluti di immissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi considerati.

Dall'esame delle risultanze delle analisi condotte è emerso come, in corrispondenza di tutti i ricettori, i livelli assoluti di immissione stimati risultino inferiori ai limiti di riferimento, sia nel periodo diurno che in quello notturno.

Per quanto precede il limite assoluto di immissione sarà rispettato in tutti i ricettori considerati sia nel periodo diurno che in quello notturno.

Tabella 11.3 – Verifica del limite assoluto di immissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite	Limite	Lp-WTG [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo	Livello di rumore residuo	Livello di rumore ambientale	Livello di rumore ambientale	Rispetto limite assoluto di immissione	Rispetto limite assoluto di immissione
				Classe acustica Diurno [dBA]	Classe acustica Notturno [dBA]			DIURNO [dBA]	NOTTURNO [dBA]	DIURNO [dBA]	NOTTURNO [dBA]	DIURNO	NOTTURNO
F19	Escalaplano	A4	III	60	50	43,8	NO SO	42,00	28,50	46,0	43,9	SI	SI
F26	Escalaplano	Pascolo	III	60	50	42	NO	46,00	30,50	47,5	42,3	SI	SI
F49	Escalaplano	A3	III	60	50	39,4	NO	48,50	33,50	49,0	40,4	SI	SI

	N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01	Rev 0	Pagina 37 di 62
---	-------------------------------------	-------	--------------------

11.5.3 Verifica previsionale circa il rispetto del limite differenziale di immissione

La normativa vigente in materia di inquinamento acustico prevede che all'interno degli ambienti abitativi debba essere rispettato il criterio del limite differenziale. Secondo tale criterio, la differenza tra il livello del *rumore ambientale* ed il livello del *rumore residuo* deve essere contenuta entro i 5 dBA nel periodo diurno ed entro i 3 dBA nel periodo notturno. Ai fini delle verifiche, per livello del *rumore residuo* deve intendersi il livello di rumore dovuto alle sorgenti sonore già presenti nell'area di interesse, e quindi rappresentativo del clima acustico esistente, mentre per livello del *rumore ambientale* deve intendersi la somma del contributo dovuto alle sorgenti sonore già presenti (*rumore residuo*) e di quello imputabile alla sorgente "disturbante", ovvero il contributo apportato dalla sorgente di cui si intende valutare l'impatto su clima acustico esistente.

Tuttavia, qualora il livello del rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e a 40 dBA durante il periodo notturno, il criterio non trova applicazione. Il criterio non si applica, inoltre, nel caso in cui il rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e a 25 dBA durante il periodo di riferimento notturno. Ai sensi di quanto stabilito dall'art. 4 del D.P.C.M. 14.11.1997, infatti, in tali condizioni ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile.

Come illustrato al cap. 8, nell'area di influenza dell'impianto eolico in progetto sono stati individuati n. 3 edifici in corrispondenza dei quali si è ritenuto indispensabile procedere alla verifica previsionale del criterio differenziale nei periodi di riferimento diurno e notturno.

Ai fini delle stime del rumore ambientale all'interno degli ambienti abitativi è stata assunta un'attenuazione sonora di 4 dBA tra il livello di rumore atteso all'esterno dell'edificio (in facciata) e quello prevedibile al suo interno a finestre aperte. Tale assunzione è coerente con quanto indicato dalla UNI/TS 11143-7/2013 che suggerisce di applicare un valore di attenuazione esterno-interno pari a 6 dBA², rappresentativo del dato più frequente riscontrato in bibliografia (p.e. Iannace G., Maffei L., Rivista italiana di acustica Gen-Mar 1995).

La Tabella 11.4 e la Tabella 11.5 riepilogano le risultanze delle verifiche condotte sulla scorta di tali assunzioni, con riferimento al periodo diurno e notturno rispettivamente.

Per ciò che riguarda il periodo diurno e notturno, le stime evidenziano come, all'interno degli ambienti considerati, non si raggiunga in nessun caso un rumore ambientale di 50 dB(A) e 40 dB(A) rispettivamente, soglia di applicabilità del criterio differenziale nel periodo di riferimento diurno a finestre aperte, al di sotto della quale ogni effetto di disturbo del rumore è da ritenersi trascurabile (art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97).

Ad ogni buon conto, al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi sopra riportate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio post-operam, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto del criterio limite di immissione differenziale, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento. Il controllo del rumore è conseguito attraverso la regolazione dell'angolo di incidenza delle pale, con inevitabili effetti sulle prestazioni energetiche della turbina.

² UNI/TS 11143-7/2013 punto 4.5.2 "Nota 3: Numerosi riferimenti bibliografici indicano per una parete con finestra completamente aperta un isolamento sonoro compreso nell'intervallo da 5 dB a 10 dB ponderati A (in mancanza di informazioni si suggerisce 6 dB in riferimento al valore più ricorrente in letteratura), mentre, in presenza di un serramento senza particolari prestazioni acustiche si può indicativamente assumere un isolamento sonoro di almeno 15 dB circa. Prodotti specifici consentono di ottenere prestazioni molto più elevate".

Tabella 11.4 - Verifica del criterio differenziale nel periodo di riferimento diurno in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Lp-WTG [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo DIURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale DIURNO [dBA]	Rumore ambientale interno = Rumore amb. Esterno -4 dBA DIURNO	Applicazione differenziale DIURNO
F19	Escalaplano	A4	III	60	43,8	NO SO	42,00	46,0	42,0	n.a.
F26	Escalaplano	Pascolo	III	60	42,0	NO	46,00	47,5	43,5	n.a.
F49	Escalaplano	A3	III	60	39,4	NO	48,50	49,0	45,0	n.a.

Tabella 11.5 - Verifica del criterio differenziale nel periodo di riferimento notturno in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Notturmo [dBA]	Lp-WTG [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo NOTTURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale NOTTURNO [dBA]	Rumore ambientale interno = Rumore amb. Esterno -4 dBA NOTTURNO	Applicazione differenziale NOTTURNO
F19	Escalaplano	A4	III	50	43,8	NO SO	28,50	43,9	39,9	n.a.
F26	Escalaplano	Pascolo	III	50	42,0	NO	30,50	42,3	38,3	n.a.
F49	Escalaplano	A3	III	50	39,4	NO	33,50	40,4	36,4	n.a.

12 Incremento dei livelli sonori attribuibile ad un eventuale aumento del traffico veicolare indotto dall'intervento

Con specifico riferimento all'intervento oggetto del presente studio non si ipotizza un incremento del traffico veicolare rispetto a quello che attualmente interessa le strade carrabili presenti nel sito in esame. Il funzionamento di un impianto eolico, infatti, non comporta l'impiego costante di personale, né le manutenzioni da esso richieste sono tali da determinare un significativo incremento dell'attuale numero di passaggi veicolari. Pertanto, non si prevedono apprezzabili incrementi dei livelli di rumorosità imputabili ad un aumento del traffico veicolare.

13 Interventi per la riduzione delle emissioni sonore

Come illustrato al par. 11.5.3, sulla base delle valutazioni condotte in merito al rispetto del criterio differenziale, si può concludere che, verosimilmente, non sussisteranno i presupposti normativi per l'applicazione del criterio né durante il periodo diurno, né durante quello notturno.

Alla luce di quanto sopra, non si è ritenuto necessario, nell'ambito della presente trattazione, prevedere alcun intervento di attenuazione della rumorosità a tutela dei ricettori individuati.

14 Impatto acustico nella fase di realizzazione

14.1 Modellazione del campo sonoro in fase di cantiere

14.1.1 Assunzioni alla base dei calcoli modellistici

Per la stima del campo sonoro prevedibile a seguito della realizzazione degli interventi in progetto, è stato utilizzato il software *SoundPlan*, appositamente studiato per il calcolo della propagazione di rumore da sorgenti di tipo industriale, da traffico stradale e da traffico ferroviario.

Per quanto concerne il metodo di calcolo, il modello consente l'utilizzo di un elevato numero di algoritmi, in funzione del tipo di sorgente. Con specifico riferimento al presente studio, le elaborazioni condotte ai fini previsionali sono state eseguite con riferimento ai seguenti standard:

Metodo ISO 9613-2:1996 per la propagazione del rumore generato da sorgenti di tipo industriale;

Metodo RLS 90 per la propagazione del rumore generato da traffico stradale.

Il software permette la visualizzazione dei risultati attraverso la restituzione della mappa delle isofoniche corrispondenti al campo acustico generato dalle sorgenti sonore considerate.

Il modello matematico calcola il campo del livello di pressione sonora equivalente ponderato A, generato dalle sorgenti sonore considerate tenendo conto dei seguenti effetti di attenuazione:

- divergenza geometrica;
- assorbimento atmosferico;
- effetto del suolo;
- presenza di schermi singoli o doppi (barriere);
- presenza di zone edificate, industriali, alberate.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle sorgenti sonore, il modello consente di introdurre, oltre a sorgenti puntiformi, anche sorgenti di tipo lineare e di tipo areale. Queste ultime possono avere qualsiasi orientamento nello spazio. È possibile, inoltre, tenere conto della presenza di eventuali componenti tonali e/o impulsive.

Ai fini della valutazione del rumore generato dal traffico veicolare, la stima della rumorosità è effettuata in funzione dei seguenti parametri:

- numero di veicoli/ora (distinto in relazione al periodo, diurno e notturno);

- percentuale di traffico pesante;
- velocità media di percorrenza;
- larghezza della carreggiata;
- tipologia del fondo stradale.

Con specifico riferimento al caso in esame, ai fini della simulazione del campo sonoro prevedibile a seguito della realizzazione del parco eolico, sono state considerate le sorgenti sonore elencate nella tabella di seguito riportata. Le caratteristiche di emissione delle sorgenti, espresse in termini di livello di potenza sonora, sono state desunte da informazioni acquisite dai fornitori di macchinari simili a quelli ipotizzabili per il caso specifico.

Tabella 14.1 Livelli di emissione attrezzatura da cantiere

Macchinari / attrezzature	Livello di potenza Sonora [dB(A)]
Martellone Pneumatico	109
Escavatore	105
Compattatore	106
Pala cingolata	98
Betoniera	103
Autocarro	98

Attraverso il database dei macchinari indicati nelle schede tecniche sono state associate delle probabili rumorosità generate in fase di esercizio. A questo punto:

- analizzando la tipologia dei mezzi adoperati;
- dalla rumorosità da essi prodotta;
- dagli orari di attività del cantiere;
- dalla durata delle operazioni;

è stato ritenuto opportuno anziché sommare di volta in volta il rumore emesso da un determinato numero di attrezzature in funzione a poca distanza le une dalle altre, quantificare il rumore medio emesso dai mezzi di cantiere in fase di esercizio, utilizzando il Leq medio.

Sulla base del grado di dettaglio progettuale disponibile, sono stati individuati i seguenti dati di base a partire dai quali si è proceduto ad effettuare le valutazioni riportate nel seguito.

1 SCAVO PIAZZOLE					
Periodo di riferimento	Diurno		Durata lavorazione (h)	Quota piano lavorazione (m)	Altezza Sorgenti
	(06:00 - 22:00)		8	p.c.m.	1.5 m
ID	Mezzo impiegato	Quantità	potenza sonora dB(A)	ore lavorazione	% attività
	Escavatore	1	105.0	8.0	100.0 %
	Pala cingolata	1	98.0	8.0	100.0 %
	Autocarro	1	98.0	6.0	75.0 %
	Martellone demolitore pneumatico	1	109.0	6.0	75.0 %
A.	Potenza sonora massima caratteristica della fase di lavoro				110.9 dB(A)
B.	Potenza sonora generata dalla fase, mediata sulla durata della lavorazione				110.1 dB(A)

2 REALIZZAZIONE FONDAZIONI PIAZZOLE						
Periodo di riferimento	Diurno		Durata lavorazione (h)	Quota piano lavorazione (m)	Altezza Sorgenti	
	(06:00 - 22:00)		1	p.c.m.	1.5	m
ID	Mezzo impiegato	Quantità	potenza sonora dB(A)	ore lavorazione	% attività	
	Compattatore	1	106.0	6.0	75.0	%
	Autobetoniera	1	103.0	6.0	75.0	%
	Autocarro	2	98.0	6.0		
A.	Potenza sonora massima caratteristica della fase di lavoro				108.6	dB(A)
B.	Potenza sonora generata dalla fase, mediata sulla durata della lavorazione				107.3	dB(A)

Tabella 14.2 Fasi lavorative più significative


La fase lavorativa di scavo delle fondazioni (più rumorosa) è stata considerata come sorgente sonora areale con una superficie corrispondente a quella della piazzola.

Per quanto riguarda il rumore riconducibile al transito degli automezzi lungo le strade di servizio, nello scenario considerato ai fini della simulazione del campo sonoro, corrispondente alle condizioni di conferimento atteso, è stato stimato un flusso pari a 12 veicoli/ora nel periodo di riferimento diurno. Tale valore, definito dalla somma degli automezzi di trasporto di terre da scavo e di conferimento del calcestruzzo per la realizzazione delle piazzole, è stato ricavato sulla base dei dati di progetto dei volumi di terra complessivi dell'impianto e di calcestruzzo di ciascuna piazzola. La fase di movimentazione delle materie è stata assunta per 8 ore di lavorazione per ciascun giorno; la fase di getto delle fondazioni degli aerogeneratori è stata ipotizzata di 2 giorni lavorativi con 16 ore di lavorazione (diurno).

Ai fini della rumorosità riconducibile al transito dei mezzi, i parametri introdotti nel modello di calcolo sono i seguenti:

- numero di veicoli/ora: 12 (100% veicoli pesanti);
- velocità media di percorrenza: 30 km/h;
- larghezza della carreggiata: 5 m;
- fondo stradale: cemento

In considerazione del fatto che le operazioni di cantiere, verosimilmente, interesseranno una fascia oraria del "periodo diurno", convenzionalmente compreso tra le ore 06.00 e le ore 22.00, le simulazioni del campo sonoro sono state condotte unicamente con riferimento a detto intervallo temporale. A tale proposito corre l'obbligo di rappresentare che nel caso delle sorgenti sonore, il modello di calcolo utilizzato non offre la possibilità di pre-impostare l'intervallo orario di funzionamento delle sorgenti sonore. Pertanto, laddove le sorgenti funzionino saltuariamente o entro un limitato arco temporale, il modello non consente di calcolare il *livello ambientale equivalente* relativo ai periodi di riferimento diurno e notturno convenzionalmente adottati dalla normativa vigente, ovvero tra le h 06.00 e le h 22.00 (periodo di riferimento diurno, avente una durata di 16 ore) e tra le 22.00 e le 06.00 (periodo di riferimento notturno, avente una durata di 8 ore). **Di fatto, pertanto, il modello restituisce il campo sonoro istantaneo generato dal rumore emesso da una data sorgente sonora puntuale.** Lo stesso campo sonoro coincide con il livello ambientale equivalente riferibile ai periodi di tempo diurno e notturno nel solo caso particolare in cui la sorgente considerata funzionasse ininterrottamente con le stesse caratteristiche emissive per tutto il periodo di tempo considerato. Nel caso in questione, invece, come precedentemente riportato, le lavorazioni, avranno una durata indicativa stimabile in circa 8 ore, compresa all'interno del periodo diurno, tra le 06.00 e le 22.00. Pertanto, ai fini del calcolo del *livello ambientale equivalente*, valore da confrontare con i valori limite ammessi dalle norme vigenti in materia di inquinamento acustico, il rumore generato dalle sorgenti sonore puntuali funzionanti per una durata di 8 ore, dovrebbe essere rapportato ad un tempo di riferimento pari alla durata del periodo diurno (16 ore). Si rappresenta che la differenza tra il livello di pressione sonora istantaneo generato in un dato punto da una sorgente sonora puntuale ed il corrispondente livello ambientale equivalente riferito ad un tempo (T_R) pari a 16 ore, nell'ipotesi che detta sorgente funzioni per un tempo di 8 ore, è pari a circa 3 dB(A). I

 <p>ESCALA Wind Srl CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 43 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------

risultati restituiti dal modello di calcolo nelle aree più prossime al sito di progetto, pertanto, devono intendersi cautelativi.

Con riferimento alla simulazione del rumore da traffico è d'obbligo rilevare come, a differenza dello scenario riferito alle sorgenti emmissive puntuali, il modello restituisca correttamente il livello ambientale equivalente riferibile ai periodi di tempo diurno e notturno.

14.1.2 Orografia

Valutate le caratteristiche del territorio, contraddistinto dalla presenza di una morfologia ondulata, la simulazione è stata effettuata considerando l'orografia dell'area, attraverso la ricostruzione del modello digitale del terreno.

14.1.3 Effetto suolo

L'effetto suolo è stato considerato utilizzando il metodo alternativo previsto dalla norma UNI ISO 9613-2:1996, applicabile nel caso in esame.

14.1.4 Attenuazione per assorbimento in atmosfera

L'effetto di assorbimento atmosferico non è stato considerato nell'ambito della simulazione condotta. Tale assunzione è da intendersi, evidentemente, cautelativa.

14.1.5 Caratteristiche delle sorgenti sonore

Ai fini della stima previsionale dell'impatto acustico associato all'operatività del cantiere si è fatto riferimento alla fase maggiormente problematica del momento costruttivo, riferibile alla realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori. Trattasi, infatti, della fase lavorativa in cui:

- saranno richieste le più consistenti operazioni di movimento terra;
- sarà massimo il flusso di mezzi pesanti all'interno della viabilità di progetto in conseguenza della concomitante sussistenza di operazioni di scavo e trasporto del materiale in eccedenza ai siti di riutilizzo e/o smaltimento nonché di conferimento del calcestruzzo per la realizzazione delle opere in c.a.;
- le lavorazioni rumorose, ed i potenziali disturbi, si protrarranno nello stesso sito per alcuni giorni.

Ipotizzato il ricorso a due squadre di lavoro, la modellazione acustica proposta si riferisce ad un ipotetico scenario, considerato come più sfavorevole, che preveda la concentrazione dei lavori più rumorosi in un *cluster* di aerogeneratori contigui. In particolare, sono state previste:

- la simultanea realizzazione dello scavo delle fondazioni in corrispondenza delle postazioni eoliche più prossime a ciascun ricettore (condizione più sfavorevole);
- transito dei mezzi pesanti per le operazioni di conferimento del calcestruzzo e di trasporto del materiale in eccedenza.

Con tali presupposti, nella fase di lavoro sopra indicata, l'emissione di rumore sarà riconducibile sostanzialmente, a due contributi principali:

- rumore generato dal **transito degli automezzi** che trasporteranno i materiali lungo la viabilità di servizio dell'impianto eolico;
- rumore generato dai **mezzi meccanici** utilizzati per le operazioni di scavo delle fondazioni (escavatore e martellone demolitore pneumatico).

Ai fini delle simulazioni modellistiche, è stato conservativamente assunto un flusso di automezzi pari a 12 veicoli/ora, al fine di tener conto di eventuali condizioni eccezionali.

La mappa della rumorosità in fase di cantiere è stata ripartita in 2 tavole, tali da comprendere tutti i ricettori individuati al capitolo 9. Per ciascuna tavola (vedasi elaborato IT-VesNar-CLP-ENV-ACU-DW-02-Rev.0 - Mappa del campo sonoro nella fase di cantiere) è stata considerata la condizione acustica più sfavorevole che comprende la contemporanea fase di scavo della fondazione in tutte le piazzole (tale da avere per ciascun ricettore la massima esposizione sonora) ed il transito dei mezzi pesanti in tutte le strade indicate in planimetria.

La Tabella 14.3 riporta i valori di esposizione sonora presso i ricettori precedentemente individuati:

RICETTORE	LAeq cantiere [dB(A)]	Lr residuo [dB(A)]	Livello di rumore ambientale [dB(A)]	CLASSE ACUSTICA PCA	LIMITI ASSOLUTI DI IMMISSIONE DIURNO [dB(A)]
F19	56,5	42,00	56,65	III	60.00
F26	54,5	46,00	55,07	III	60.00
F49	53,0	48,50	54,32	III	60.00

Tabella 14.3 – Livelli sonori prevedibili in fase di cantiere presso i ricettori di riferimento

Le stime conducono a ritenere che le immissioni riconducibili all'attività di cantiere si attestino al disotto dei limiti di zona.

Le stesse immissioni all'interno degli ambienti abitativi presi a riferimento si prevedono superiori ai limiti di applicabilità dei valori limite differenziali di immissione, stabiliti dall'art. 4, comma 1 del DPCM 14/11/1997 in 50 dB(A) durante il periodo di riferimento diurno (06,00 - 22,00) nella condizione a finestre aperte.

Durante la fase di realizzazione dell'opera, per il tipo di valutazioni compiute in relazione alla natura di cantiere analizzato, non può comunque escludersi che gli interventi progettuali previsti possano determinare, anche se per brevi periodi, condizioni di potenziale disturbo acustico nei confronti dei ricettori individuati. In ogni caso, per l'esecuzione dei lavori si dovrà ricorrere a specifica autorizzazione in deroga ai termini della L. 447/1995.

Ad ogni buon conto si ritiene utile suggerire alcuni accorgimenti di carattere generale che possono essere adottati dall'impresa durante la fase di cantiere.

14.2 Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento delle prestazioni

- selezione di macchine e attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione di silenziatori sugli scarichi, in particolare sulle macchine di una certa potenza;
- utilizzo di impianti fissi schermanti;
- utilizzo di gruppo elettrogeni e di compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.


14.3 Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati soggetti a giochi meccanici;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciamento delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

 <p>ESCALA Wind Srl iat CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 45 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------

14.4 Modalità operazionali e predisposizione del cantiere

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
- utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di fare cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati, ecc.);
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

 <p>ESCALA Wind Srl iat CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesNar-CLP- ACU-TR-01</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 46 di 62</p>
--	---	--------------	----------------------------

15 Considerazioni conclusive

Alla luce dei risultati precedentemente illustrati ed in ragione degli scopi per i quali il presente studio è stato redatto, si ritiene opportuno esprimere alcune considerazioni conclusive di seguito riportate.

Per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge, le simulazioni modellistiche sono state condotte secondo principi di prudenza, adottando algoritmi accreditati per la particolare categoria di intervento ed in grado di esprimere, secondo approcci rigorosi e sperimentalmente validati, l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore.

Ai fini dello studio previsionale sono stati individuati, entro una distanza di 1.000 m dagli aerogeneratori in progetto, i seguenti ricettori rappresentativi:

- gli edifici F19 e F49, catastalmente classificati come A4 (Abitazioni di tipo popolare) e A3 (Abitazioni di tipo economico) rispettivamente, assumendo prudenzialmente la presenza continuativa di persone in periodo diurno e notturno;
- Un fabbricato non appartenente alla categoria catastale "A" (F26 - non presente al catasto fabbricati) che, in ragione della tipologia costruttiva e per informazioni acquisite sul territorio, è stato prudenzialmente assimilato ad ambiente abitativo.

I risultati della simulazione modellistica mostrano che l'esercizio del proposto parco eolico, in corrispondenza dei potenziali ricettori rappresentativi:

- Non prefigura un superamento né dei limiti di emissione né di quelli di immissione della Classe acustica III, in cui ricadono i fabbricati considerati;
- non determina il superamento della soglia per l'applicabilità del criterio differenziale ai termini dell'art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97.

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo più sopra illustrate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento.

SCHEDA MISURA

Planimetria punti di misura



Report di misura

Denominazione misura: **PUNTO DI MISURA P1**

Luogo delle misure: **Escalaplano**

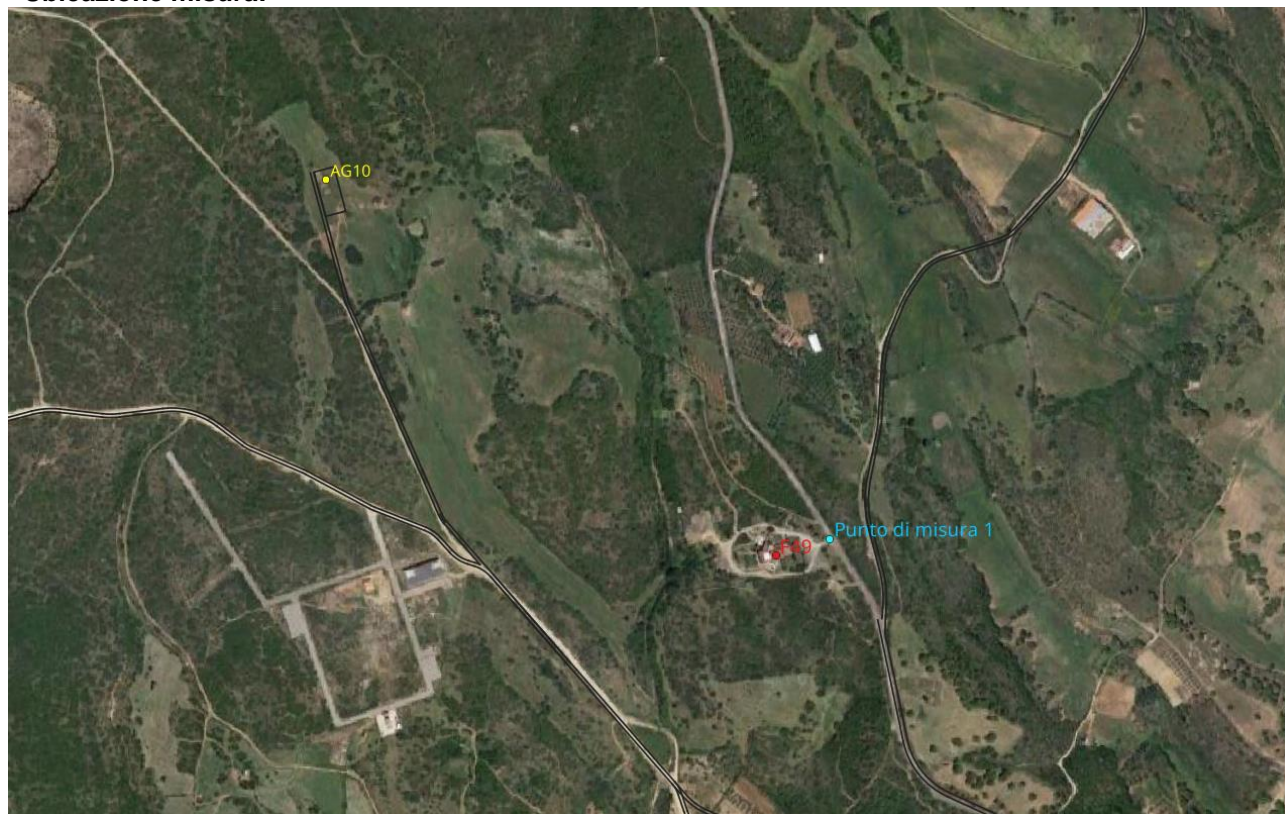
Data delle misure: **21 Marzo 2023**

Gruppo di lavoro: **Ing. Antonio Dedoni, abilitazione Enteca n. 4078 del 10/12/2018**

Strumentazione di misura: **Fonometro Larson Lavis 831, stazione meteo Davis Vantage Pro 2, con anemometro ultrasonico DZP.**

Condizioni di vento: **<5 m/s**

Ubicazione misura:



Riassunto delle misure:

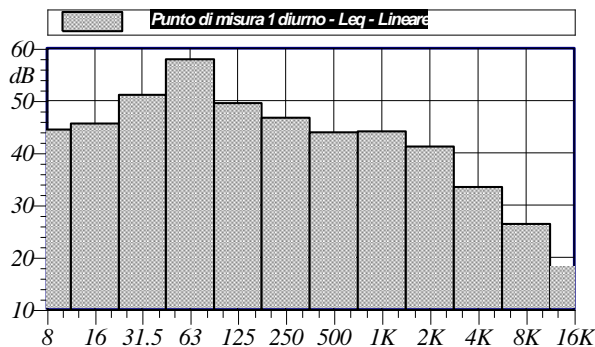
	Laeq [dB(A)]	L90 [dB(A)]	L95 [dB(A)]
Diurno	48.50	37.50	36.50
Notturmo	33.50	21.00	20.50

Nome misura: Punto di misura 1 diurno
Località: Escalaplano
Strumentazione: 831 0003223
Durata misura [s]: 1812.0
Nome operatore: Ing. Antonio Dedoni
Data, ora misura: 21/03/2023 18:59:28

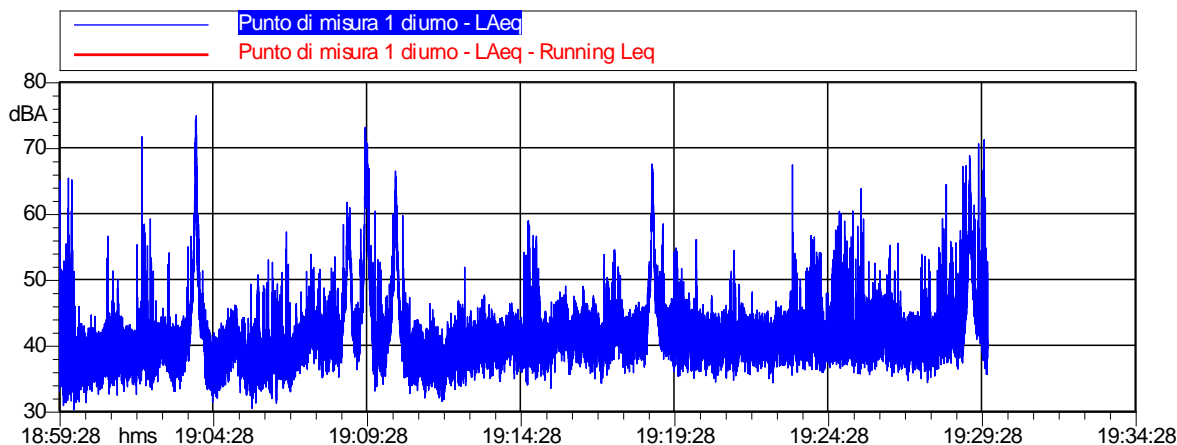
L1: 61.1 dBA L5: 49.4 dBA
 L10: 45.4 dBA L50: 40.8 dBA
 L90: 37.5 dBA L95: 36.6 dBA

$L_{Aeq} = 48.3 \text{ dB}$

Punto di misura 1 diurno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	44.5 dB	
16 Hz	45.6 dB	
31.5 Hz	51.1 dB	
63 Hz	57.9 dB	
125 Hz	49.5 dB	
250 Hz	46.7 dB	
500 Hz	43.9 dB	
1000 Hz	44.1 dB	
2000 Hz	41.2 dB	
4000 Hz	33.4 dB	
8000 Hz	26.4 dB	
16000 Hz	18.2 dB	



Annotazioni:



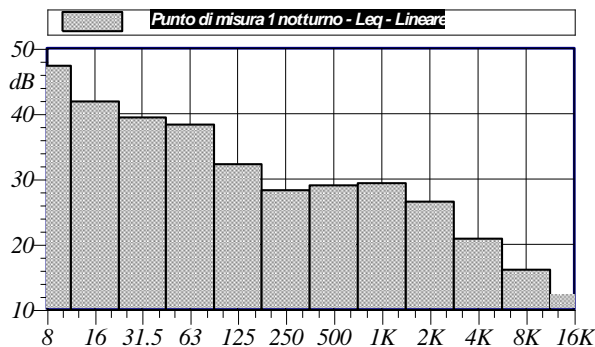
Punto di misura 1 diurno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	18:59:28	00:30:12	48.3 dBA
Non Mascherato	18:59:28	00:30:12	48.3 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

Nome misura: Punto di misura 1 notturno
Località: Escalaplano
Strumentazione: 831 0003223
Durata misura [s]: 1185.1
Nome operatore: Ing. Antonio Dedoni
Data, ora misura: 21/03/2023 23:25:57

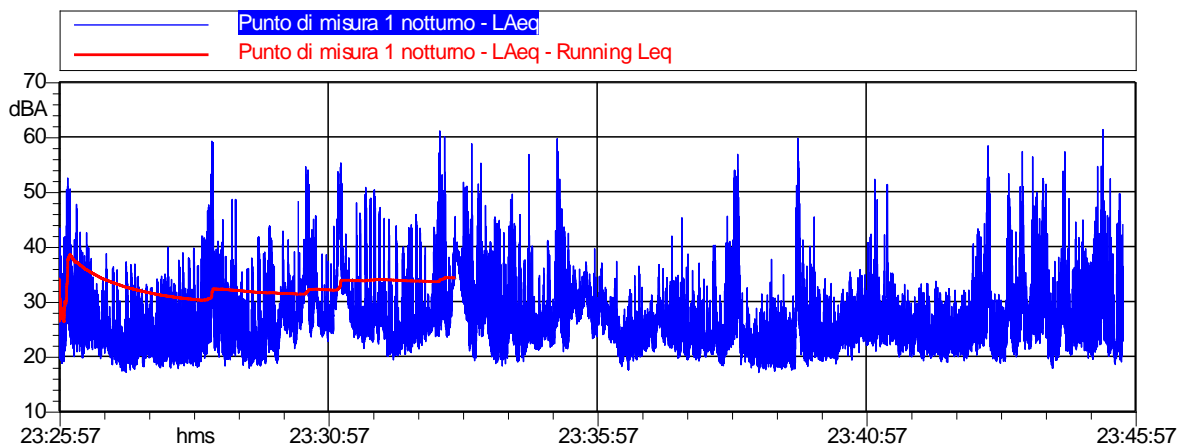
L1: 45.4 dBA L5: 37.5 dBA
 L10: 33.9 dBA L50: 25.3 dBA
 L90: 21.0 dBA L95: 20.3 dBA

$L_{Aeq} = 33.4 \text{ dB}$

Punto di misura 1 notturno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	47.3 dB	
16 Hz	41.9 dB	
31.5 Hz	39.4 dB	
63 Hz	38.3 dB	
125 Hz	32.3 dB	
250 Hz	28.3 dB	
500 Hz	29.0 dB	
1000 Hz	29.4 dB	
2000 Hz	26.5 dB	
4000 Hz	20.8 dB	
8000 Hz	16.1 dB	
16000 Hz	12.3 dB	



Annotazioni:



Punto di misura 1 notturno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	23:25:57	00:19:45.100	33.4 dBA
Non Mascherato	23:25:57	00:19:45.100	33.4 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

Report di misura

Denominazione misura: **PUNTO DI MISURA P2**

Luogo delle misure: **Escalaplano**

Data delle misure: **21 Marzo 2023**

Gruppo di lavoro: **Ing. Antonio Dedoni, abilitazione Enteca n. 4078 del 10/12/2018**

Strumentazione di misura: **Fonometro Larson Lavis 831, stazione meteo Davis Vantage Pro 2, con anemometro ultrasonico DZP.**

Condizioni di vento: **<5 m/s**

Ubicazione misura:



Riassunto delle misure:

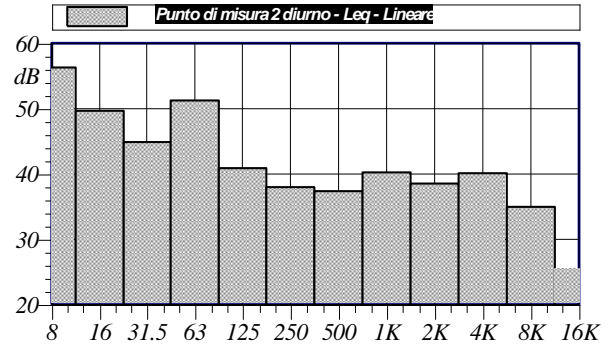
	Laeq [dB(A)]	L90 [dB(A)]	L95 [dB(A)]
Diurno	46.00	20.50	20.00
Notturmo	30.50	21.00	20.50

Nome misura: Punto di misura 2 diurno
Località: Escalaplano
Strumentazione: 831 0003223
Durata misura [s]: 1800.8
Nome operatore: Ing. Antonio Dedoni
Data, ora misura: 21/03/2023 18:08:30

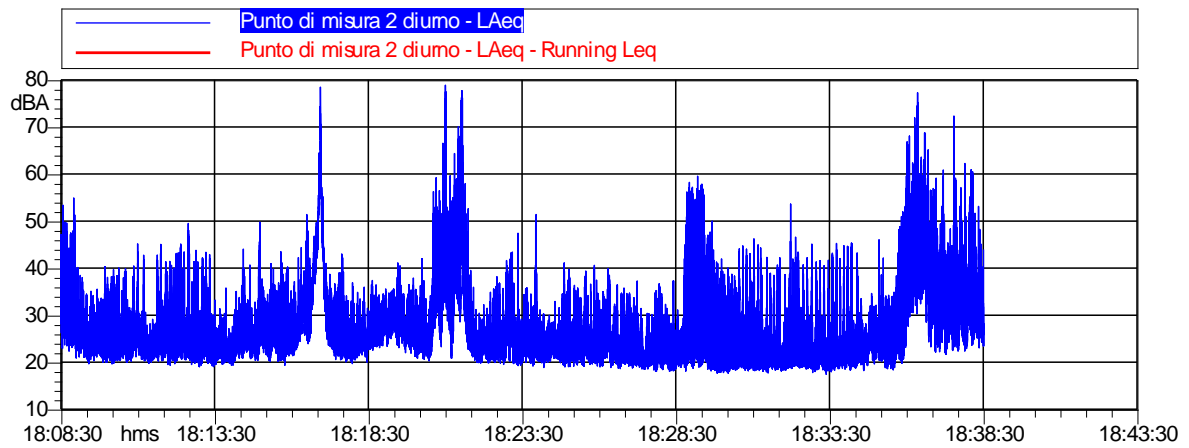
L1: 53.9 dBA L5: 42.2 dBA
 L10: 36.4 dBA L50: 24.6 dBA
 L90: 20.6 dBA L95: 19.9 dBA

$L_{Aeq} = 46.0$ dBA

Punto di misura 2 diurno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	56.3 dB	
16 Hz	49.7 dB	
31.5 Hz	44.9 dB	
63 Hz	51.3 dB	
125 Hz	40.9 dB	
250 Hz	38.0 dB	
500 Hz	37.4 dB	
1000 Hz	40.2 dB	
2000 Hz	38.5 dB	
4000 Hz	40.1 dB	
8000 Hz	35.0 dB	
16000 Hz	25.6 dB	



Annotazioni:



Punto di misura 2 diurno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	18:08:30	00:30:00.759	46.0 dBA
Non Mascherato	18:08:30	00:30:00.759	46.0 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

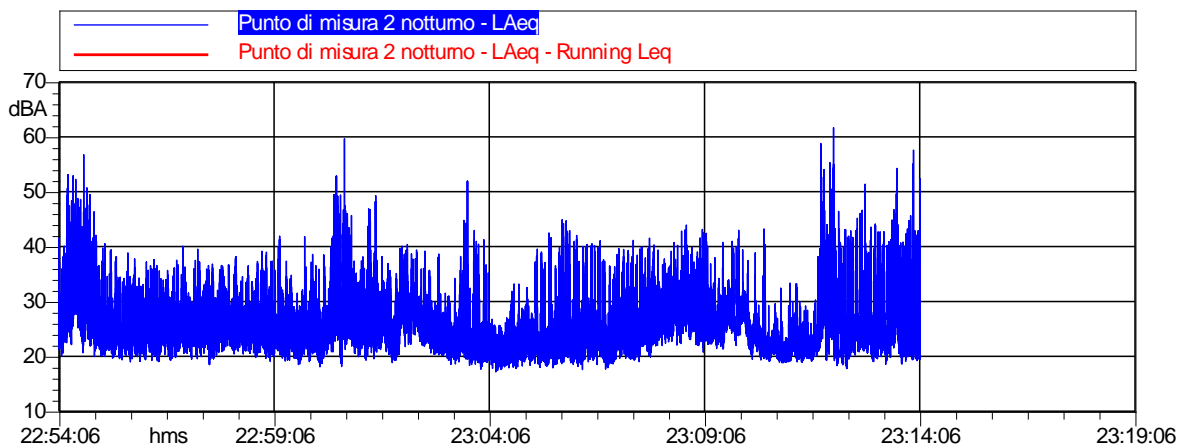
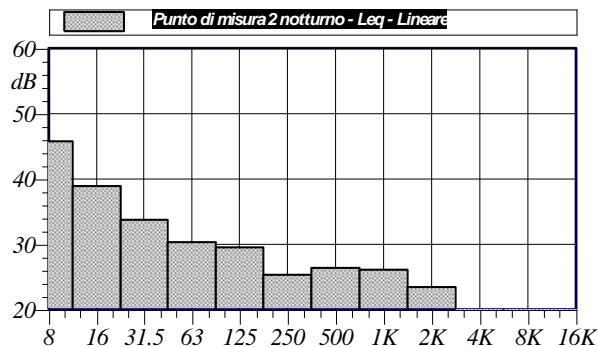
Nome misura: Punto di misura 2 notturno
Località: Escalaplano
Strumentazione: 831 0003223
Durata misura [s]: 1200.8
Nome operatore: Ing. Antonio Dedoni
Data, ora misura: 21/03/2023 22:54:06

L1: 40.4 dBA L5: 35.3 dBA
 L10: 32.6 dBA L50: 25.0 dBA
 L90: 21.0 dBA L95: 20.3 dBA

$L_{Aeq} = 30.4 \text{ dB}$

Annotazioni:

Punto di misura 2 notturno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	45.8 dB	
16 Hz	38.9 dB	
31.5 Hz	33.7 dB	
63 Hz	30.3 dB	
125 Hz	29.5 dB	
250 Hz	25.3 dB	
500 Hz	26.4 dB	
1000 Hz	26.1 dB	
2000 Hz	23.5 dB	
4000 Hz	18.6 dB	
8000 Hz	13.6 dB	
16000 Hz	10.1 dB	



Punto di misura 2 notturno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	22:54:06	00:20:00.820	30.4 dBA
Non Mascherato	22:54:06	00:20:00.820	30.4 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

Report di misura

Denominazione misura: **PUNTO DI MISURA P3**

Luogo delle misure: **Escalaplano**

Data delle misure: **21 Marzo 2023**

Gruppo di lavoro: **Ing. Antonio Dedoni, abilitazione Enteca n. 4078 del 10/12/2018**

Strumentazione di misura: **Fonometro Larson Lavis 831, stazione meteo Davis Vantage Pro 2, con anemometro ultrasonico DZP.**

Condizioni di vento: **<5 m/s**

Ubicazione misura:



Riassunto delle misure:

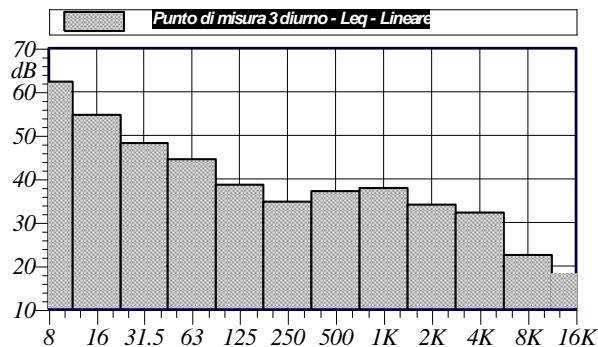
	Laeq [dB(A)]	L90 [dB(A)]	L95 [dB(A)]
Diurno	42.00	24.00	21.50
Notturmo	28.50	16.50	16.50

Nome misura: **Punto di misura 3 diurno**
 Località: **Escalaplano**
 Strumentazione: **831 0003223**
 Durata misura [s]: **1897.1**
 Nome operatore: **Ing. Antonio Dedoni**
 Data, ora misura: **21/03/2023 17:10:42**

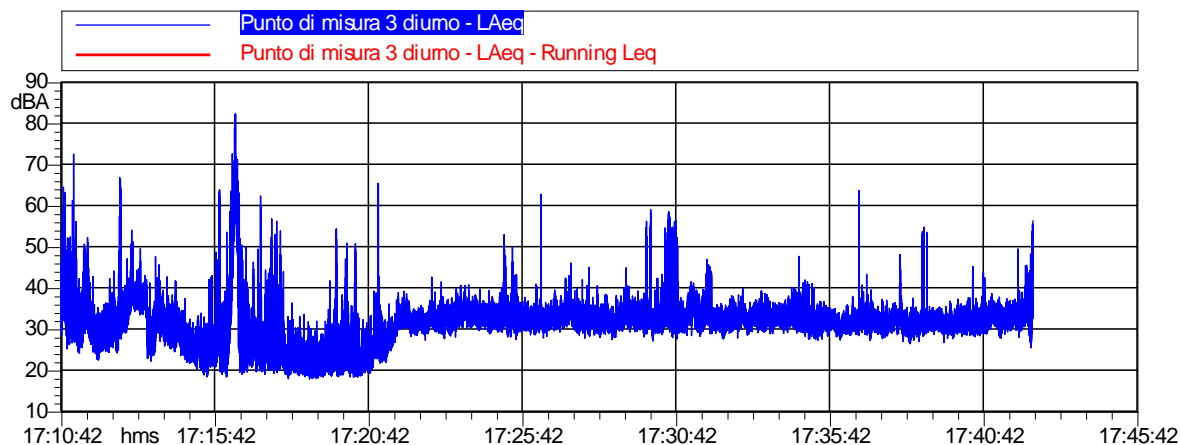
L1: 48.6 dBA L5: 37.8 dBA
 L10: 35.7 dBA L50: 32.0 dBA
 L90: 23.9 dBA L95: 21.7 dBA

$L_{Aeq} = 42.2 \text{ dB}$

Punto di misura 3 diurno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	62.4 dB	
16 Hz	54.7 dB	
31.5 Hz	48.3 dB	
63 Hz	44.5 dB	
125 Hz	38.7 dB	
250 Hz	34.8 dB	
500 Hz	37.2 dB	
1000 Hz	37.9 dB	
2000 Hz	34.1 dB	
4000 Hz	32.3 dB	
8000 Hz	22.6 dB	
16000 Hz	18.2 dB	



Annotazioni:



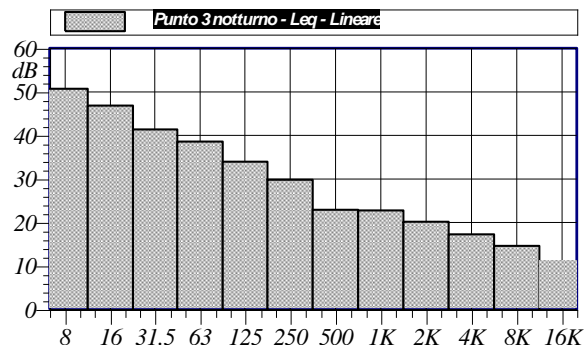
Punto di misura 3 diurno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	17:10:42	00:31:37.100	42.2 dBA
Non Mascherato	17:10:42	00:31:37.100	42.2 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

Nome misura: Punto 3 notturno
Località: Escalaplano
Strumentazione: 831 0003223
Durata misura [s]: 1211.8
Nome operatore: Ing. Antonio Dedoni
Data, ora misura: 21/03/2023 22:17:43

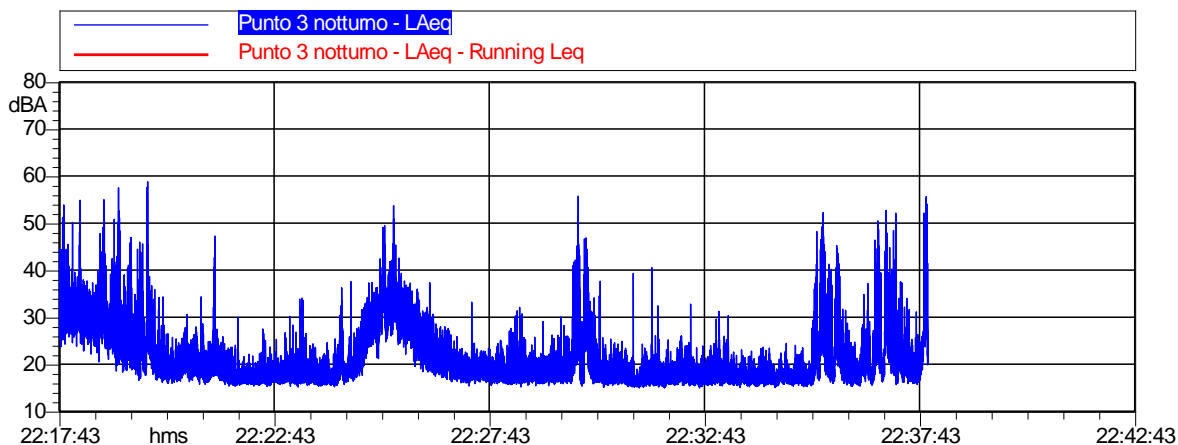
L1: 39.3 dBA L5: 33.2 dBA
 L10: 30.3 dBA L50: 19.1 dBA
 L90: 16.6 dBA L95: 16.3 dBA

$L_{Aeq} = 28.5 \text{ dB}$

Punto 3 notturno Leq - Lineare		
	dB	dB
8 Hz	50.7 dB	
16 Hz	46.9 dB	
31.5 Hz	41.4 dB	
63 Hz	38.6 dB	
125 Hz	34.0 dB	
250 Hz	29.8 dB	
500 Hz	22.9 dB	
1000 Hz	22.8 dB	
2000 Hz	20.2 dB	
4000 Hz	17.3 dB	
8000 Hz	14.6 dB	
16000 Hz	11.3 dB	



Annotazioni:



Punto 3 notturno LAeq			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	22:17:43	00:20:11.799	28.5 dBA
Non Mascherato	22:17:43	00:20:11.799	28.5 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

CERTIFICATI STRUMENTAZIONE



Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Bevedone, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 5783463
 skylab.tarature@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura
 Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 4
 Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 28260-A Certificate of Calibration LAT 163 28260-A

- data di emissione
 date of issue 2022-10-03
 - cliente
 customer ANTONIO DEDONI
 - destinatario
 receiver ANTONIO DEDONI
 09100 - CAGLIARI (CA)

Si riferisce a
 Referring to
 - oggetto
 item Calibratore
 - costruttore
 manufacturer Larson & Davis
 - modello
 model CAL200
 - matricola
 serial number 9945
 - data di ricevimento oggetto
 date of receipt of item 2022-09-30
 - data delle misure
 date of measurements 2022-10-03
 - registro di laboratorio
 laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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 e 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 N° 163 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 di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e 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 calibration 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. Soltanto sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k 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.

Direzione Tecnica
 (Approving Officer)

Firmato digitalmente da: Emilio Giovanni Caglio
 Data: 03/10/2022 14:46:40



Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 5783463
 skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura
 Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 10
 Page 1 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 28261-A
 Certificate of Calibration LAT 163 28261-A

- data di emissione
 date of issue 2022-10-03
 - cliente
 customer ANTONIO DEDONI
 - destinatario
 receiver ANTONIO DEDONI
 09100 - CAGLIARI (CA)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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 e 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.

Si riferisce a
 Referring to
 - oggetto
 item Fonometro
 - costruttore
 manufacturer Larson & Davis
 - modello
 model 831
 - matricola
 serial number 3223
 - data di ricevimento oggetto
 date of receipt of item 2022-09-30
 - data delle misure
 date of measurements 2022-10-03
 - registro di laboratorio
 laboratory reference Reg. 03

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 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 di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e 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 calibration 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 ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k 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.

Direzione Tecnica
 (Approving Officer)

Firmato digitalmente da: Emilio Giovanni Caglio
 Data: 03/10/2022 14:47:01



Sky-lab S.r.l.
 Area Laboratori
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)
 Tel. 039 5783463
 skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura
 Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 6
 Page 1 of 6

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 28262-A
 Certificate of Calibration LAT 163 28262-A

- data di emissione
 date of issue 2022-10-03
 - cliente
 customer ANTONIO DEDONI
 - destinatario
 receiver ANTONIO DEDONI
 09100 - CAGLIARI (CA)
 09100 - CAGLIARI (CA)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 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 e 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.

Si riferisce a
 Referring to
 - oggetto
 item Filtri 1/3
 - costruttore
 manufacturer Larson & Davis
 - modello
 model 831
 - matricola
 serial number 3223
 - data di ricevimento oggetto
 date of receipt of item 2022-09-30
 - data delle misure
 date of measurements 2022-10-03
 - registro di laboratorio
 laboratory reference Reg. 03

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 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 di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e 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 calibration 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 ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k 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.

Direzione Tecnica
 (Approving Officer)

Firmato digitalmente da: Emilio Giovanni Caglio
 Data: 03/10/2022 14:47:21

SCHEDE SPECIFICHE AEROGENERATORI

Restricted
Document no.: 0098-0840 V03
2020-12-07

Performance Specification

EnVentus™

V162-6.0 MW 50/60 Hz



Table of contents

1	GENERAL DESCRIPTION	4
2	TYPE APPROVALS AND AVAILABLE HUB HEIGHTS.....	4
3	OPERATIONAL ENVELOPE AND PERFORMANCE GUIDELINES.....	5
3.1	CLIMATE AND SITE CONDITIONS.....	5
3.1.1	<i>Wind Power Plant Layout</i>	<i>6</i>
3.2	OPERATIONAL ENVELOPE – WIND.....	7
3.3	OPERATIONAL ENVELOPE – TEMPERATURE AND ALTITUDE	8
3.3.1	<i>Temperature dependent operation</i>	<i>8</i>
3.4	OPERATIONAL ENVELOPE – CONDITIONS FOR POWER CURVE AND Ct VALUES (AT HUB HEIGHT).....	9
3.5	OPERATIONAL ENVELOPE – REACTIVE POWER CAPABILITY	10
3.6	SOUND MODES	11
4	DRAWINGS	12
4.1	TURBINE VISUAL IMPRESSION – SIDE VIEW.....	12
5	GENERAL RESERVATIONS, NOTES AND DISCLAIMERS.....	13
6	POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S	14
6.1	POWER CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S	14
6.2	CT VALUES, MODE PO6000/PO6000-0S	15
6.3	SOUND CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S.....	16
7	POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODES.....	17
7.1	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2	17
7.2	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2	18
7.3	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2.....	19
7.4	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3	20
7.5	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3	21
7.6	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3.....	22
7.7	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4	23
7.8	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4	24
7.9	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4.....	25
7.10	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5	26
7.11	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5	27
7.12	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5.....	28
7.13	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6	29
7.14	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6	30
7.15	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6.....	31

Recipient acknowledges that (i) this Performance Specification is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this Performance Specification (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 5, p. 13) to this Performance Specification.

1 General Description

The Vestas V162-6.0 MW is a wind turbine variant within the EnVentus™ turbine range. It is a pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor. The V162-6.0 MW turbine has a rotor diameter of 162 m and a rated power of 6.0 MW.

For more details, please refer to the General Description of the EnVentus™ 5MW turbine range (General Description EnVentus™ - 0081-5017).

2 Type Approvals and Available Hub Heights

The standard turbine is type certified according to the certification standards and available hub heights listed below:

Certification	Wind Class	Hub Height
IECRE OD-501	IEC S	119 / 125 / 149 / 166 m
DIBt 2012	DIBt S	119 / 169 m

3 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

3.1 Climate and Site Conditions

The standard turbine is designed for the wind climate conditions listed below. Values refer to hub height.

Wind Climate	IEC S	IEC S	IEC S	IEC S
Power Rating	6.0 MW	6.0 MW	6.0 MW	6.0 MW
Hub Height	119 m	125 m	149 m	166 m
Average design parameters - IEC				
Wind Speed (10 min average), V_{ave}	7.4 m/s	8.5 m/s	7.9 m/s	7.9 m/s
Weibull Scale Factor, C	8.3 m/s	9.6 m/s	8.9 m/s	8.9 m/s
Weibull Shape Factor, k	2.48	2.3	2.48	2.48
I_{ref} acc. to IEC 61400-1	0.15	0.14	0.15	0.15
Turbulence Intensity acc. to IEC 61400-1, Including Wind Farm Turbulence (@15 m/s) I_{90} (90% quantile)	16.9%	15.7%	16.9 %	16.9 %
Wind Shear, α	0.30	0.20	0.30	0.30
Inflow Angle (vertical)	8°	8°	8°	8°
Extreme design parameters – IEC				
Extr. Wind Speed (10 min average), V_{50}	37.1 m/s	37.5 m/s	39.5 m/s	39.5 m/s
Survival Wind Speed (3 s gust), V_{e50}	51.9 m/s	52.5 m/s	55.3 m/s	55.3 m/s
Turbulence Intensity, I_{V50}	11%	11 %	11 %	11 %

Wind Class	DIBt S	DIBt S
Hub Height	119 m	CHT*169 m
Power Rating	6.0 MW	6.0 MW
Average design parameters – DIBt		
Wind Speed (10 min average), V_{ave}	7.1 m/s	7.5 m/s
Weibull Scale Factor, C	8.0 m/s	8.5 m/s
Weibull Shape Factor, k	2.22	2.22
I_{ref} acc. to IEC 61400-1	S	S
Turbulence Intensity, I_{90} (90% quant.)	S	S
Extreme design parameters – DIBt		
Extr Wind Speed (10 min average), V_{50}	39.4 m/s	37.6 m/s
Survival Wind Speed (3 s gust), V_{e50}	55.2 m/s	52.6 m/s
Turbulence intensity, $I_{V(z)}$	11.3%	11.1%
Wind Shear, α	0.25	0.27
Inflow Angle	8°	8°

*CHT is Concrete Hybrid Tower

NOTE The turbine is intended for low to medium wind speed sites and is classified as IEC S. Please contact Vestas Wind Systems A/S for further information if needed.

3.1.1 Wind Power Plant Layout

Turbine spacing is to be evaluated site-specifically. Spacing below two rotor diameters (2D) may require sector-wise curtailment.

NOTE As evaluation of climate and site conditions is complex, consult Vestas for every project. If conditions exceed the above parameters, Vestas must be consulted.

3.2 Operational Envelope – Wind

Values refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Wind Climate	IEC S / DIBt S	
	PO6000	SO2, SO3, SO4, SO5, SO6
Cut-In, V_{in}	3 m/s	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), V_{out}	24 m/s	20 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	22 m/s	18 m/s

3.3 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature operation)	-30° to +45°C

NOTE

The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature operation of the wind turbine please consult Vestas.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

3.3.1 Temperature dependent operation

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine. At ambient temperatures above the thresholds shown for each operating mode, the turbine will maintain derated production.

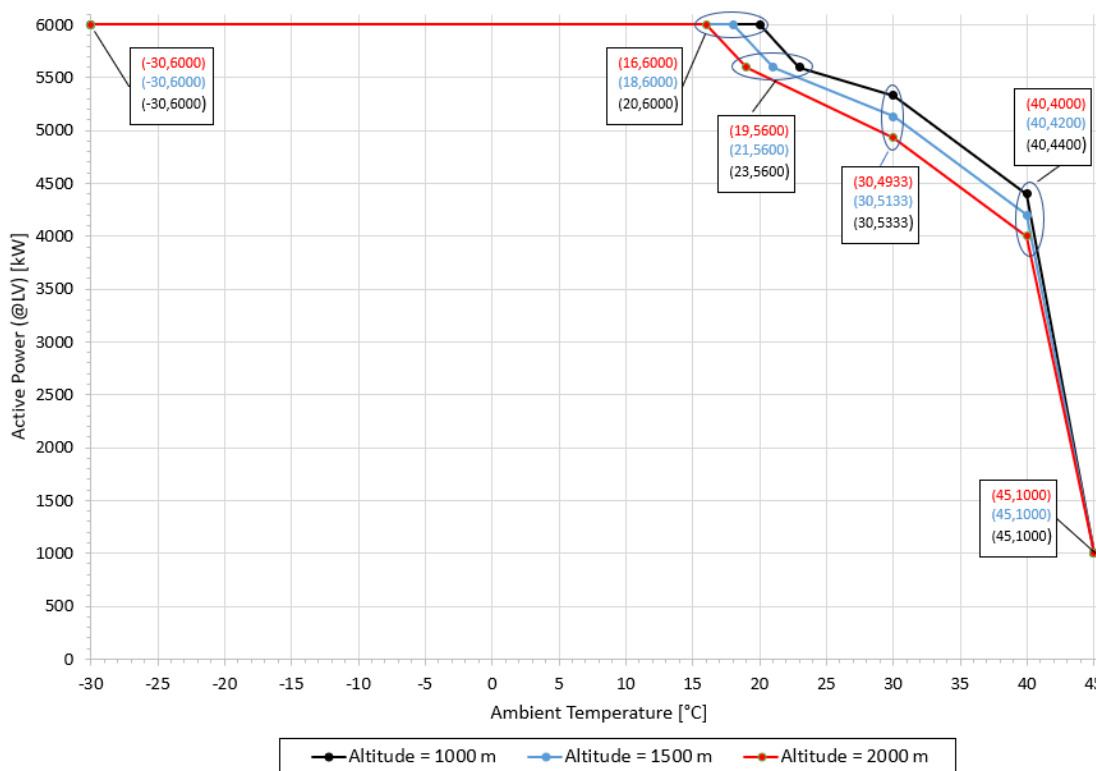


Figure 3-1: Temperature dependant derated operation

3.4 Operational Envelope – Conditions for Power Curve and C_t Values (at Hub Height)

Please consult section 6 and subsequent, for power curves and C_t values.

Conditions for Power Curve and C_t Values (at Hub Height)	
Wind Shear, α	0.00-0.30 (10-minute average)
Turbulence Intensity, I	6-12% (10-minute average)
Blades	Clean
Rain	No
Ice/Snow on Blades	No
Leading Edge	No damage
Terrain	IEC 61400-12-1
Inflow Angle (Vertical)	$0 \pm 2^\circ$
Grid Voltage	Nominal Voltage $\pm 2.5\%$
Grid Frequency	Nominal Frequency ± 0.5 Hz
Grid Active Power (LV-side)	Per tabulated values in Section 6 and following sections
Grid Reactive Power (LV-side)	Power Factor 1.0

3.5 Operational Envelope – Reactive Power Capability

The turbine has a reactive power capability on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 3-2:

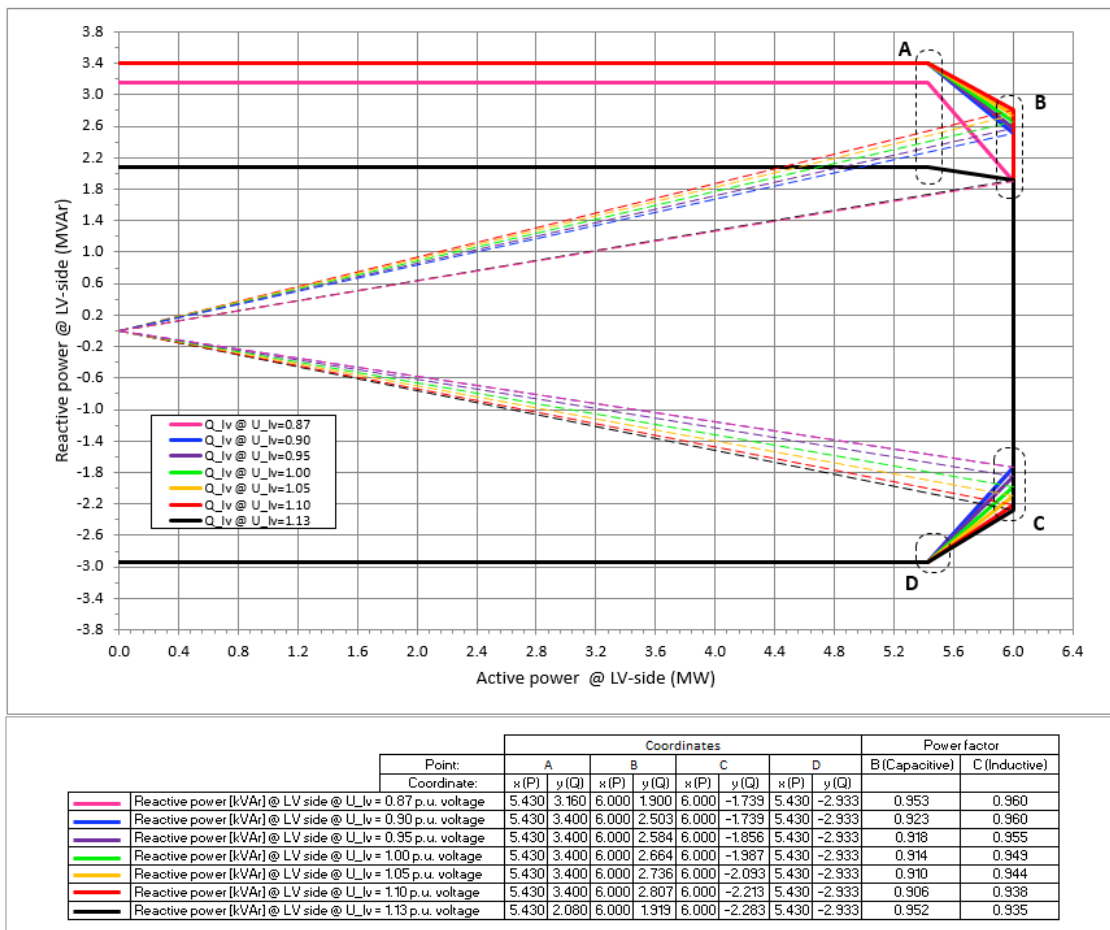


Figure 3-2: Reactive power capability

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

3.6 Sound Modes

The sound modes listed below are available for the turbine.

Sound modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
PO6000	104.3 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m
PO6000-0S	107.1 dBA	No (option)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m

In addition, Sound Optimized (SO) modes as listed below are available as options for the turbine.

Sound Optimized (SO) modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
SO2	102 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m
SO3	101 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m
SO4	100 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m
SO5	99 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 149 / 166 / 169 m
SO6	98 dBA	Yes (standard)	Site specific

NOTE Sound Optimized (SO) modes are only available with serrated trailing edges on the blades. For further details on sound performance and in case of specific requests, please contact Vestas Wind Systems A/S.

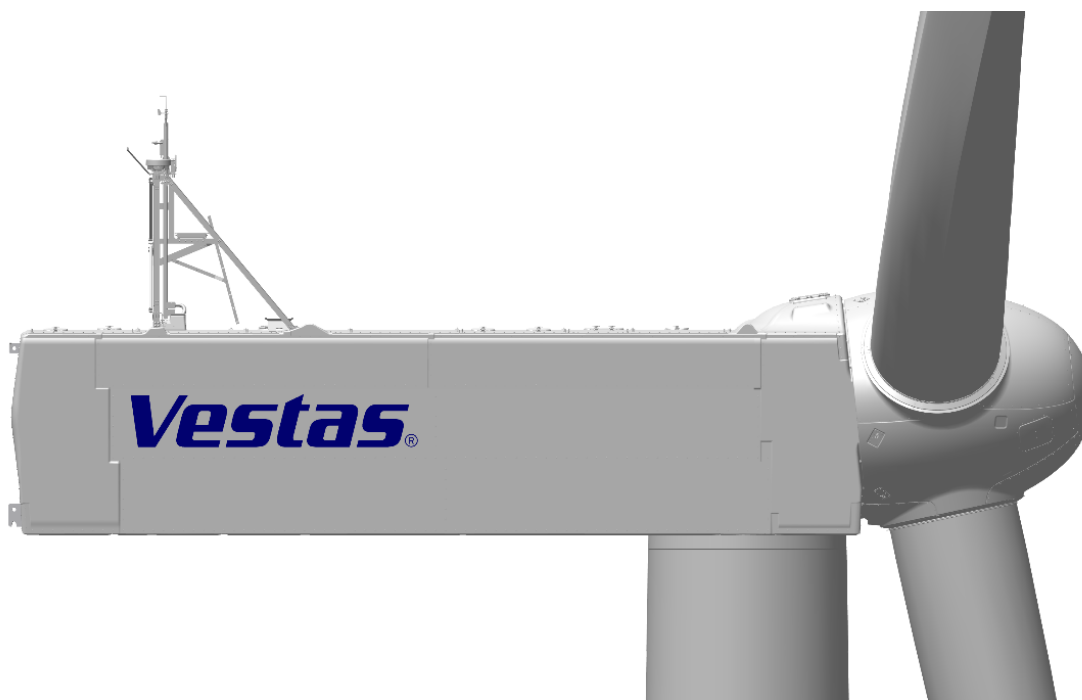
4 Drawings

Overview drawings describing the wind turbines, tower and foundation are shown in these documents.

V162 HH119 – 0075-8518
V162 HH125 – 0079-6651
V162 HH149 – 0079-6675
V162 HH166 – 0075-8514
V162 HH169 (CHT) – 0089-4874

NOTE For detailed drawings, please contact Vestas Wind Systems A/S.

4.1 Turbine visual impression – side view



5 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2020 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The performance specifications described in this document apply to the current version of the V162-6.0 MW wind turbine. Updated versions of the V162-6.0 MW wind turbine, which may be manufactured in the future, may differ from these performance specifications. In the event that Vestas supplies an updated version of the V162-6.0 MW wind turbine, Vestas will provide an updated performance specification applicable to the updated version.
- All listed start/stop parameters (e.g. wind speeds) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- This document, Performance Specification, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method) must be agreed to separately in writing.

6 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Mode PO6000/PO6000-0S

6.1 Power Curves, Mode PO6000/PO6000-0S

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m ³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	32	13	14	15	17	18	20	22	24	26	28	30	35	38
3.5	150	96	101	106	111	116	121	125	130	135	140	145	155	159
4.0	292	208	215	223	231	238	246	254	261	269	277	284	300	307
4.5	467	344	355	366	378	389	400	411	422	433	444	455	478	489
5.0	676	507	523	538	553	569	584	599	615	630	645	660	691	706
5.5	927	701	721	742	762	783	804	824	845	865	886	907	948	968
6.0	1229	934	961	988	1015	1042	1068	1095	1122	1148	1175	1202	1255	1282
6.5	1584	1211	1245	1279	1313	1347	1381	1415	1449	1483	1516	1550	1618	1651
7.0	2000	1535	1578	1620	1662	1705	1747	1789	1832	1874	1916	1958	2042	2084
7.5	2476	1907	1959	2010	2062	2114	2166	2218	2269	2321	2373	2424	2527	2578
8.0	3017	2330	2392	2455	2518	2581	2643	2706	2768	2831	2893	2955	3079	3141
8.5	3624	2807	2882	2957	3032	3107	3181	3255	3330	3404	3477	3551	3696	3769
9.0	4264	3337	3424	3511	3598	3685	3769	3853	3937	4022	4102	4183	4341	4419
9.5	4859	3882	3976	4070	4163	4257	4345	4433	4521	4609	4692	4776	4936	5014
10.0	5380	4415	4513	4611	4709	4808	4895	4983	5071	5159	5233	5306	5442	5504
10.5	5734	4920	5015	5109	5204	5299	5371	5442	5514	5585	5635	5684	5770	5807
11.0	5932	5377	5455	5534	5612	5691	5735	5779	5823	5868	5889	5910	5944	5955
11.5	5983	5714	5760	5805	5850	5895	5912	5929	5945	5962	5969	5976	5987	5991
12.0	5998	5898	5916	5933	5950	5968	5974	5980	5986	5992	5994	5996	5999	5999
12.5	6000	5965	5972	5979	5986	5994	5995	5996	5998	5999	6000	6000	6000	6000
13.0	6000	5991	5993	5995	5997	5999	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
13.5	6000	5999	5999	5999	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
14.0	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
14.5	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
15.0	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
15.5	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
16.0	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
16.5	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
17.0	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
17.5	6000	5987	5989	5991	5994	5996	5997	5998	5999	6000	6000	6000	6000	6000
18.0	5846	5728	5737	5747	5757	5766	5777	5788	5799	5810	5822	5834	5858	5871
18.5	5581	5483	5490	5498	5506	5514	5523	5532	5541	5550	5561	5571	5593	5604
19.0	5360	5270	5277	5284	5292	5299	5307	5315	5324	5332	5341	5351	5369	5379
19.5	5128	5019	5028	5036	5045	5054	5065	5075	5086	5096	5107	5117	5139	5151
20.0	4844	4735	4744	4753	4762	4771	4781	4791	4801	4811	4822	4833	4854	4865
20.5	4555	4450	4459	4468	4477	4485	4495	4505	4515	4524	4535	4545	4565	4574
21.0	4268	4175	4183	4191	4198	4206	4215	4223	4232	4240	4250	4259	4278	4288
21.5	3985	3898	3905	3913	3920	3928	3936	3944	3952	3960	3968	3976	3993	4002
22.0	3690	3600	3608	3616	3623	3631	3639	3647	3656	3664	3672	3681	3699	3707
22.5	3383	3306	3313	3319	3326	3332	3339	3346	3353	3361	3368	3376	3391	3398
23.0	3102	3034	3040	3046	3052	3058	3064	3070	3076	3082	3088	3095	3109	3115
23.5	2801	2728	2734	2741	2748	2755	2761	2768	2775	2782	2788	2795	2809	2816
24.0	2479	2405	2412	2418	2425	2432	2438	2444	2450	2456	2463	2471	2484	2490

6.2 Ct Values, Mode PO6000/PO6000-0S

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.908	0.911	0.911	0.912	0.912	0.912	0.912	0.911	0.911	0.911	0.910	0.909	0.908	0.907
3.5	0.882	0.890	0.889	0.888	0.888	0.887	0.887	0.886	0.885	0.885	0.884	0.883	0.881	0.880
4.0	0.853	0.859	0.858	0.858	0.857	0.857	0.856	0.856	0.855	0.855	0.854	0.854	0.853	0.852
4.5	0.837	0.839	0.839	0.839	0.839	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.838	0.837	0.837
5.0	0.820	0.821	0.821	0.821	0.821	0.821	0.820	0.820	0.820	0.820	0.820	0.820	0.820	0.820
5.5	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814	0.814
6.0	0.812	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813	0.812	0.812	0.812	0.812
6.5	0.810	0.813	0.813	0.813	0.812	0.812	0.812	0.812	0.811	0.811	0.811	0.810	0.810	0.809
7.0	0.807	0.812	0.812	0.811	0.811	0.810	0.810	0.810	0.809	0.809	0.808	0.808	0.807	0.806
7.5	0.804	0.810	0.809	0.809	0.808	0.808	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.803	0.803
8.0	0.800	0.807	0.807	0.806	0.805	0.805	0.804	0.803	0.803	0.802	0.801	0.800	0.799	0.798
8.5	0.793	0.805	0.804	0.803	0.802	0.801	0.800	0.799	0.798	0.797	0.796	0.794	0.791	0.789
9.0	0.763	0.800	0.798	0.795	0.793	0.791	0.787	0.784	0.780	0.777	0.772	0.767	0.757	0.752
9.5	0.701	0.766	0.760	0.755	0.749	0.744	0.738	0.732	0.726	0.720	0.714	0.707	0.695	0.689
10.0	0.635	0.712	0.706	0.699	0.692	0.685	0.679	0.672	0.665	0.658	0.650	0.642	0.626	0.618
10.5	0.559	0.655	0.648	0.640	0.633	0.625	0.616	0.607	0.598	0.589	0.579	0.569	0.549	0.539
11.0	0.484	0.601	0.591	0.582	0.572	0.563	0.551	0.540	0.529	0.518	0.507	0.495	0.473	0.462
11.5	0.413	0.540	0.528	0.516	0.504	0.492	0.480	0.468	0.456	0.444	0.434	0.424	0.404	0.395
12.0	0.356	0.475	0.462	0.450	0.437	0.425	0.414	0.404	0.393	0.383	0.374	0.365	0.349	0.341
12.5	0.310	0.413	0.402	0.390	0.379	0.368	0.359	0.350	0.341	0.332	0.325	0.318	0.304	0.297
13.0	0.273	0.360	0.351	0.341	0.331	0.322	0.314	0.307	0.299	0.291	0.285	0.279	0.267	0.262
13.5	0.242	0.317	0.309	0.300	0.292	0.284	0.277	0.271	0.264	0.258	0.252	0.247	0.237	0.232
14.0	0.216	0.280	0.273	0.266	0.259	0.252	0.246	0.241	0.235	0.230	0.225	0.220	0.211	0.207
14.5	0.193	0.250	0.244	0.238	0.232	0.225	0.220	0.216	0.211	0.206	0.202	0.197	0.190	0.186
15.0	0.174	0.224	0.219	0.214	0.208	0.203	0.198	0.194	0.190	0.185	0.182	0.178	0.171	0.168
15.5	0.158	0.202	0.198	0.193	0.188	0.183	0.179	0.176	0.172	0.168	0.165	0.161	0.155	0.152
16.0	0.144	0.184	0.179	0.175	0.171	0.166	0.163	0.159	0.156	0.153	0.150	0.147	0.141	0.139
16.5	0.131	0.167	0.163	0.159	0.156	0.152	0.149	0.145	0.142	0.139	0.137	0.134	0.129	0.127
17.0	0.120	0.153	0.149	0.146	0.142	0.139	0.136	0.133	0.130	0.127	0.125	0.123	0.118	0.116
17.5	0.111	0.140	0.137	0.134	0.131	0.128	0.125	0.123	0.120	0.118	0.116	0.113	0.109	0.107
18.0	0.100	0.124	0.121	0.119	0.116	0.114	0.112	0.110	0.107	0.105	0.104	0.102	0.099	0.097
18.5	0.089	0.110	0.107	0.105	0.103	0.101	0.099	0.097	0.095	0.093	0.092	0.090	0.088	0.086
19.0	0.079	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.078	0.076
19.5	0.070	0.086	0.084	0.082	0.081	0.079	0.078	0.076	0.075	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068
20.0	0.062	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.066	0.065	0.064	0.063	0.061	0.060
20.5	0.055	0.067	0.065	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.057	0.056	0.054	0.053
21.0	0.048	0.059	0.058	0.056	0.055	0.054	0.053	0.052	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047
21.5	0.043	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.046	0.045	0.044	0.043	0.042	0.042
22.0	0.038	0.045	0.044	0.044	0.043	0.042	0.041	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037
22.5	0.033	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.036	0.035	0.034	0.034	0.033	0.033	0.032
23.0	0.029	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.030	0.029	0.028
23.5	0.025	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.026	0.025	0.025
24.0	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021

6.3 Sound Curves, Mode PO6000/PO6000-0S

Sound Power Level at Hub Height		
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	93.9	96.7
4	94.1	96.9
5	94.3	97.1
6	96.2	99.0
7	99.2	102.0
8	102.0	104.8
9	104.1	106.9
10	104.3	107.1
11	104.3	107.1
12	104.3	107.1
13	104.3	107.1
14	104.3	107.1
15	104.3	107.1
16	104.3	107.1
17	104.3	107.1
18	104.3	107.1
19	104.3	107.1
20	104.3	107.1

7 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Modes

7.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO2

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m ³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	898	939	960
6.0	1219	925	952	979	1005	1032	1059	1086	1113	1140	1166	1193	1246	1272
6.5	1574	1201	1235	1269	1303	1337	1371	1405	1439	1473	1507	1540	1608	1642
7.0	1991	1525	1568	1610	1653	1695	1737	1780	1822	1864	1906	1948	2033	2075
7.5	2461	1892	1944	1995	2047	2099	2151	2203	2255	2306	2358	2410	2513	2564
8.0	2983	2299	2362	2424	2486	2549	2611	2673	2735	2797	2859	2921	3044	3106
8.5	3530	2729	2802	2876	2949	3022	3095	3168	3241	3314	3386	3458	3601	3672
9.0	4079	3173	3257	3342	3426	3511	3594	3677	3760	3843	3922	4001	4153	4226
9.5	4500	3611	3706	3800	3895	3989	4071	4152	4234	4316	4377	4438	4546	4592
10.0	4745	4028	4120	4212	4304	4396	4457	4518	4579	4640	4675	4710	4766	4787
10.5	4860	4381	4453	4526	4599	4672	4707	4743	4779	4815	4830	4845	4869	4877
11.0	4928	4650	4700	4750	4800	4851	4866	4881	4896	4911	4917	4923	4931	4934
11.5	4972	4824	4851	4878	4905	4932	4940	4947	4955	4963	4966	4969	4973	4974
12.0	5009	4928	4942	4957	4972	4986	4991	4996	5001	5006	5007	5008	5009	5008
12.5	5038	4987	4997	5006	5016	5026	5029	5032	5034	5037	5037	5037	5037	5037
13.0	5052	5016	5024	5031	5038	5045	5047	5049	5051	5052	5052	5052	5052	5052
13.5	5057	5028	5035	5041	5047	5053	5054	5055	5056	5057	5057	5057	5057	5057
14.0	5057	5033	5038	5043	5048	5053	5054	5055	5056	5057	5057	5057	5057	5057
14.5	5052	5029	5034	5038	5043	5048	5048	5049	5050	5051	5051	5051	5052	5052
15.0	5037	5012	5017	5022	5027	5032	5032	5033	5034	5035	5036	5036	5037	5038
15.5	5015	4992	4996	5000	5005	5009	5010	5011	5012	5013	5014	5014	5016	5016
16.0	4990	4968	4972	4976	4980	4984	4986	4986	4988	4988	4989	4990	4991	4992
16.5	4964	4942	4946	4950	4954	4958	4959	4960	4961	4962	4963	4964	4965	4966
17.0	4938	4916	4920	4924	4927	4931	4932	4933	4935	4936	4936	4937	4938	4939
17.5	4912	4888	4893	4897	4901	4905	4906	4907	4909	4910	4910	4911	4912	4913
18.0	4885	4864	4867	4871	4875	4879	4880	4881	4882	4882	4883	4884	4886	4886
18.5	4859	4841	4844	4847	4850	4853	4854	4855	4856	4857	4857	4858	4860	4860
19.0	4836	4818	4821	4824	4826	4829	4831	4832	4833	4834	4835	4836	4837	4837
19.5	4813	4789	4793	4796	4800	4803	4805	4806	4808	4810	4811	4812	4814	4815
20.0	4736	4690	4695	4701	4706	4711	4714	4718	4722	4726	4729	4732	4740	4744

7.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO2

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.891	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
6.0	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
6.5	0.798	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798
7.0	0.801	0.804	0.804	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.802	0.802	0.802	0.802	0.801	0.801
7.5	0.796	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.797	0.797	0.797	0.797	0.796	0.796	0.795	0.795
8.0	0.784	0.787	0.787	0.786	0.786	0.786	0.786	0.785	0.785	0.785	0.784	0.784	0.783	0.783
8.5	0.747	0.751	0.750	0.750	0.750	0.749	0.749	0.749	0.748	0.748	0.748	0.747	0.746	0.745
9.0	0.707	0.717	0.717	0.717	0.716	0.716	0.715	0.715	0.714	0.713	0.711	0.709	0.703	0.699
9.5	0.634	0.683	0.682	0.681	0.680	0.679	0.675	0.670	0.665	0.660	0.651	0.643	0.624	0.613
10.0	0.541	0.631	0.627	0.623	0.619	0.615	0.606	0.597	0.588	0.578	0.566	0.554	0.528	0.516
10.5	0.455	0.566	0.559	0.552	0.544	0.537	0.525	0.513	0.502	0.490	0.478	0.466	0.444	0.433
11.0	0.385	0.500	0.490	0.481	0.471	0.461	0.450	0.438	0.427	0.415	0.405	0.395	0.376	0.368
11.5	0.332	0.437	0.427	0.416	0.406	0.395	0.386	0.376	0.366	0.357	0.348	0.340	0.325	0.317
12.0	0.289	0.382	0.372	0.363	0.353	0.343	0.335	0.327	0.319	0.311	0.303	0.296	0.283	0.277
12.5	0.254	0.335	0.326	0.318	0.309	0.301	0.294	0.287	0.280	0.273	0.267	0.261	0.249	0.244
13.0	0.225	0.294	0.287	0.280	0.272	0.265	0.259	0.253	0.247	0.241	0.235	0.230	0.220	0.216
13.5	0.200	0.260	0.254	0.248	0.241	0.235	0.230	0.224	0.219	0.214	0.209	0.205	0.196	0.192
14.0	0.179	0.232	0.226	0.220	0.215	0.209	0.205	0.200	0.195	0.191	0.187	0.183	0.175	0.172
14.5	0.160	0.207	0.202	0.197	0.192	0.187	0.183	0.179	0.175	0.171	0.167	0.164	0.157	0.154
15.0	0.144	0.185	0.181	0.177	0.172	0.168	0.164	0.161	0.157	0.153	0.150	0.147	0.142	0.139
15.5	0.130	0.167	0.163	0.159	0.155	0.151	0.148	0.145	0.142	0.138	0.136	0.133	0.128	0.125
16.0	0.118	0.151	0.147	0.144	0.140	0.137	0.134	0.131	0.128	0.125	0.123	0.120	0.116	0.114
16.5	0.107	0.136	0.133	0.130	0.127	0.124	0.122	0.119	0.116	0.114	0.112	0.109	0.105	0.103
17.0	0.098	0.124	0.121	0.119	0.116	0.113	0.111	0.108	0.106	0.104	0.102	0.100	0.096	0.094
17.5	0.090	0.114	0.111	0.109	0.106	0.104	0.102	0.100	0.097	0.095	0.094	0.092	0.088	0.087
18.0	0.083	0.104	0.102	0.100	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.086	0.084	0.081	0.080
18.5	0.076	0.096	0.094	0.092	0.090	0.087	0.086	0.084	0.082	0.080	0.079	0.078	0.075	0.073
19.0	0.070	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.079	0.077	0.075	0.074	0.073	0.071	0.069	0.067
19.5	0.065	0.081	0.079	0.078	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.066	0.064	0.063
20.0	0.060	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.066	0.064	0.063	0.062	0.061	0.059	0.058

7.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	100.2
8	102.0
9	102.0
10	102.0
11	102.0
12	102.0
13	102.0
14	102.0
15	102.0
16	102.0
17	102.0
18	102.0
19	102.0
20	102.0

7.4 Power Curves, Sound Optimized Mode SO3

Air density [kg/m ³]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	898	939	960
6.0	1219	925	952	979	1005	1032	1059	1086	1113	1140	1166	1193	1246	1272
6.5	1574	1201	1235	1269	1303	1337	1371	1405	1439	1473	1507	1540	1608	1642
7.0	1990	1525	1567	1610	1652	1694	1737	1779	1821	1864	1906	1948	2032	2074
7.5	2453	1886	1937	1989	2041	2092	2144	2196	2247	2299	2350	2402	2504	2556
8.0	2953	2277	2339	2400	2462	2524	2585	2647	2708	2770	2831	2892	3014	3076
8.5	3458	2674	2745	2817	2889	2960	3032	3103	3174	3246	3317	3387	3528	3598
9.0	3940	3059	3140	3222	3303	3385	3465	3546	3626	3706	3784	3862	4012	4083
9.5	4306	3423	3514	3604	3694	3784	3866	3948	4031	4113	4177	4242	4353	4400
10.0	4532	3760	3853	3945	4037	4130	4199	4268	4337	4406	4448	4490	4557	4582
10.5	4659	4070	4154	4237	4320	4403	4451	4498	4545	4592	4615	4637	4671	4683
11.0	4742	4331	4398	4466	4534	4602	4629	4657	4685	4713	4723	4733	4748	4754
11.5	4800	4532	4580	4628	4676	4723	4738	4753	4768	4782	4788	4794	4803	4806
12.0	4829	4647	4680	4714	4747	4780	4789	4799	4809	4818	4822	4826	4830	4832
12.5	4839	4698	4725	4751	4777	4803	4810	4817	4824	4831	4834	4836	4840	4840
13.0	4841	4724	4745	4767	4789	4811	4817	4823	4829	4835	4837	4839	4842	4842
13.5	4841	4731	4752	4774	4795	4817	4822	4827	4833	4838	4839	4840	4842	4842
14.0	4840	4746	4765	4783	4801	4820	4824	4828	4833	4837	4838	4839	4840	4841
14.5	4834	4754	4770	4786	4801	4817	4820	4824	4828	4831	4832	4833	4835	4835
15.0	4819	4744	4758	4773	4787	4801	4805	4808	4812	4816	4817	4818	4820	4820
15.5	4798	4728	4741	4754	4767	4781	4784	4788	4791	4794	4796	4797	4798	4799
16.0	4773	4707	4719	4732	4744	4756	4759	4763	4766	4770	4771	4772	4774	4774
16.5	4746	4685	4696	4708	4719	4730	4734	4737	4740	4743	4744	4745	4747	4748
17.0	4720	4664	4674	4684	4695	4705	4708	4710	4713	4716	4717	4718	4720	4720
17.5	4693	4637	4648	4658	4668	4679	4681	4684	4687	4690	4691	4692	4694	4694
18.0	4666	4620	4629	4637	4646	4654	4656	4659	4661	4664	4664	4665	4667	4668
18.5	4640	4604	4611	4617	4623	4630	4632	4634	4636	4638	4638	4639	4640	4641
19.0	4617	4584	4589	4595	4600	4606	4608	4610	4612	4614	4615	4616	4618	4618
19.5	4598	4574	4578	4582	4586	4590	4592	4593	4595	4596	4597	4597	4598	4599
20.0	4575	4548	4552	4555	4559	4563	4565	4567	4569	4571	4572	4573	4576	4577

7.5 Ct Values, Sound Optimized Mode SO3

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.891	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
6.0	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
6.5	0.798	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798
7.0	0.801	0.803	0.803	0.803	0.803	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.801	0.801	0.801	0.800
7.5	0.792	0.794	0.794	0.794	0.794	0.794	0.793	0.793	0.793	0.793	0.792	0.792	0.792	0.791
8.0	0.769	0.772	0.771	0.771	0.771	0.771	0.770	0.770	0.770	0.770	0.769	0.769	0.768	0.768
8.5	0.720	0.723	0.723	0.722	0.722	0.722	0.722	0.721	0.721	0.721	0.720	0.720	0.719	0.718
9.0	0.670	0.676	0.676	0.676	0.676	0.675	0.675	0.675	0.674	0.674	0.672	0.671	0.667	0.663
9.5	0.594	0.622	0.621	0.621	0.621	0.620	0.618	0.616	0.613	0.611	0.605	0.600	0.585	0.576
10.0	0.508	0.562	0.560	0.559	0.557	0.556	0.551	0.545	0.540	0.535	0.526	0.517	0.497	0.487
10.5	0.431	0.506	0.502	0.499	0.495	0.491	0.483	0.476	0.468	0.460	0.450	0.440	0.421	0.412
11.0	0.368	0.454	0.448	0.442	0.436	0.431	0.422	0.413	0.404	0.395	0.386	0.377	0.360	0.352
11.5	0.319	0.405	0.397	0.390	0.383	0.376	0.367	0.359	0.350	0.342	0.334	0.327	0.312	0.305
12.0	0.278	0.357	0.349	0.342	0.335	0.328	0.320	0.313	0.305	0.298	0.291	0.285	0.272	0.266
12.5	0.244	0.313	0.306	0.300	0.293	0.286	0.280	0.274	0.267	0.261	0.255	0.249	0.239	0.234
13.0	0.215	0.276	0.270	0.264	0.258	0.252	0.246	0.241	0.235	0.230	0.225	0.220	0.211	0.206
13.5	0.191	0.244	0.239	0.234	0.229	0.223	0.219	0.214	0.209	0.204	0.200	0.195	0.187	0.183
14.0	0.171	0.218	0.213	0.208	0.204	0.199	0.195	0.191	0.186	0.182	0.178	0.174	0.167	0.164
14.5	0.153	0.195	0.191	0.187	0.183	0.178	0.175	0.171	0.167	0.163	0.160	0.156	0.150	0.147
15.0	0.138	0.175	0.171	0.168	0.164	0.160	0.157	0.153	0.150	0.147	0.144	0.141	0.135	0.133
15.5	0.124	0.158	0.154	0.151	0.148	0.144	0.141	0.138	0.135	0.132	0.130	0.127	0.122	0.120
16.0	0.113	0.143	0.140	0.137	0.134	0.130	0.128	0.125	0.122	0.120	0.117	0.115	0.111	0.109
16.5	0.102	0.129	0.127	0.124	0.121	0.118	0.116	0.114	0.111	0.109	0.107	0.105	0.101	0.099
17.0	0.093	0.118	0.115	0.113	0.110	0.108	0.106	0.103	0.101	0.099	0.097	0.095	0.092	0.090
17.5	0.086	0.108	0.106	0.104	0.101	0.099	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.088	0.084	0.083
18.0	0.079	0.099	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.085	0.084	0.082	0.080	0.077	0.076
18.5	0.073	0.091	0.089	0.087	0.085	0.084	0.082	0.080	0.079	0.077	0.075	0.074	0.071	0.070
19.0	0.067	0.084	0.082	0.080	0.078	0.077	0.075	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.064
19.5	0.062	0.078	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.065	0.064	0.063	0.061	0.060
20.0	0.057	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.064	0.063	0.062	0.061	0.060	0.058	0.056	0.055

7.6 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO3 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	100.2
8	101.0
9	101.0
10	101.0
11	101.0
12	101.0
13	101.0
14	101.0
15	101.0
16	101.0
17	101.0
18	101.0
19	101.0
20	101.0

7.7 Power Curves, Sound Optimized Mode SO4

Air density [kg/m ³]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	898	940	960
6.0	1220	926	953	979	1006	1033	1060	1087	1114	1140	1167	1194	1247	1274
6.5	1575	1201	1235	1269	1303	1337	1371	1405	1439	1473	1507	1541	1608	1642
7.0	1986	1522	1564	1606	1649	1691	1733	1776	1818	1860	1902	1944	2028	2070
7.5	2437	1874	1925	1977	2028	2079	2131	2182	2233	2284	2335	2386	2488	2539
8.0	2909	2243	2304	2365	2426	2486	2547	2607	2668	2728	2789	2849	2970	3030
8.5	3367	2602	2672	2742	2811	2881	2951	3020	3090	3160	3229	3298	3435	3504
9.0	3783	2932	3011	3089	3167	3246	3323	3401	3478	3556	3632	3708	3854	3924
9.5	4086	3219	3304	3390	3475	3560	3641	3722	3803	3884	3951	4019	4138	4190
10.0	4294	3496	3586	3675	3764	3854	3927	4001	4074	4147	4196	4245	4327	4359
10.5	4434	3770	3855	3941	4027	4113	4171	4228	4286	4344	4374	4404	4451	4469
11.0	4519	3996	4072	4148	4224	4299	4342	4384	4427	4469	4486	4502	4527	4536
11.5	4548	4117	4185	4254	4322	4390	4421	4453	4484	4515	4526	4537	4554	4559
12.0	4556	4182	4244	4306	4368	4430	4455	4480	4505	4530	4539	4548	4560	4564
12.5	4559	4228	4285	4341	4398	4454	4475	4496	4517	4538	4545	4552	4563	4566
13.0	4562	4274	4324	4375	4425	4476	4492	4509	4526	4543	4549	4555	4565	4568
13.5	4566	4308	4352	4396	4440	4484	4501	4517	4534	4550	4555	4560	4568	4570
14.0	4566	4347	4385	4423	4461	4500	4513	4526	4540	4553	4558	4562	4568	4570
14.5	4561	4372	4405	4438	4471	4504	4516	4528	4539	4551	4554	4558	4563	4564
15.0	4547	4374	4404	4434	4464	4494	4504	4515	4526	4536	4540	4544	4549	4550
15.5	4526	4368	4396	4423	4450	4477	4487	4497	4506	4516	4519	4523	4527	4529
16.0	4502	4360	4384	4409	4433	4458	4466	4475	4484	4492	4496	4498	4503	4504
16.5	4475	4352	4373	4394	4415	4436	4444	4452	4460	4467	4470	4473	4476	4478
17.0	4449	4347	4364	4382	4399	4417	4423	4430	4436	4442	4445	4447	4450	4452
17.5	4424	4322	4340	4358	4377	4395	4400	4406	4412	4418	4420	4422	4425	4426
18.0	4397	4319	4333	4347	4361	4375	4379	4384	4388	4392	4394	4396	4398	4399
18.5	4371	4314	4324	4334	4344	4354	4358	4361	4364	4367	4368	4370	4371	4372
19.0	4348	4303	4310	4318	4326	4333	4336	4339	4341	4344	4345	4346	4348	4349
19.5	4329	4298	4304	4309	4314	4320	4321	4323	4325	4327	4328	4328	4330	4330
20.0	4316	4296	4299	4303	4307	4310	4312	4313	4314	4315	4316	4316	4317	4317

7.8 Ct Values, Sound Optimized Mode SO4

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.891	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.798	0.797	0.797	0.797	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798
6.0	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.803	0.803	0.803	0.803
6.5	0.802	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802
7.0	0.798	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.798	0.798
7.5	0.784	0.786	0.786	0.786	0.786	0.786	0.785	0.785	0.785	0.785	0.785	0.784	0.784	0.784
8.0	0.749	0.751	0.751	0.751	0.751	0.750	0.750	0.750	0.750	0.749	0.749	0.749	0.748	0.748
8.5	0.692	0.694	0.694	0.694	0.694	0.693	0.693	0.693	0.693	0.692	0.692	0.692	0.691	0.691
9.0	0.630	0.633	0.633	0.633	0.633	0.632	0.632	0.632	0.632	0.631	0.631	0.630	0.628	0.626
9.5	0.549	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.562	0.561	0.560	0.559	0.555	0.552	0.543	0.537
10.0	0.472	0.504	0.504	0.503	0.503	0.502	0.499	0.496	0.493	0.490	0.484	0.478	0.464	0.456
10.5	0.405	0.456	0.454	0.452	0.450	0.448	0.443	0.438	0.433	0.428	0.420	0.413	0.397	0.389
11.0	0.349	0.410	0.407	0.403	0.400	0.396	0.390	0.384	0.378	0.371	0.364	0.356	0.341	0.334
11.5	0.301	0.361	0.357	0.353	0.349	0.346	0.339	0.333	0.327	0.321	0.314	0.308	0.295	0.288
12.0	0.262	0.316	0.312	0.309	0.305	0.301	0.296	0.290	0.284	0.279	0.273	0.267	0.256	0.251
12.5	0.229	0.278	0.275	0.271	0.268	0.264	0.259	0.254	0.249	0.244	0.239	0.234	0.225	0.220
13.0	0.202	0.247	0.244	0.240	0.237	0.233	0.229	0.224	0.220	0.215	0.211	0.207	0.198	0.194
13.5	0.180	0.221	0.218	0.214	0.211	0.207	0.203	0.200	0.196	0.192	0.188	0.184	0.177	0.173
14.0	0.161	0.199	0.195	0.192	0.189	0.186	0.182	0.178	0.175	0.171	0.168	0.164	0.158	0.155
14.5	0.145	0.179	0.176	0.173	0.170	0.167	0.164	0.160	0.157	0.154	0.151	0.148	0.142	0.139
15.0	0.130	0.161	0.159	0.156	0.153	0.150	0.147	0.144	0.141	0.138	0.136	0.133	0.128	0.125
15.5	0.118	0.146	0.143	0.141	0.138	0.135	0.133	0.130	0.127	0.125	0.122	0.120	0.115	0.113
16.0	0.106	0.132	0.130	0.127	0.125	0.122	0.120	0.118	0.115	0.113	0.111	0.109	0.104	0.102
16.5	0.097	0.120	0.118	0.116	0.114	0.111	0.109	0.107	0.105	0.103	0.101	0.099	0.095	0.093
17.0	0.088	0.110	0.108	0.106	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.094	0.092	0.090	0.087	0.085
17.5	0.081	0.101	0.099	0.097	0.095	0.093	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.083	0.080	0.078
18.0	0.075	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.084	0.082	0.081	0.079	0.077	0.076	0.073	0.072
18.5	0.069	0.086	0.084	0.082	0.081	0.079	0.077	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.067	0.066
19.0	0.063	0.079	0.077	0.076	0.074	0.072	0.071	0.070	0.068	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061
19.5	0.058	0.073	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.064	0.063	0.062	0.061	0.060	0.057	0.056
20.0	0.054	0.068	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061	0.060	0.059	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052

7.9 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO4

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO4 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	99.7
8	100.0
9	100.0
10	100.0
11	100.0
12	100.0
13	100.0
14	100.0
15	100.0
16	100.0
17	100.0
18	100.0
19	100.0
20	100.0

7.10 Power Curves, Sound Optimized Mode S05

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m ³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	899	940	960
6.0	1220	926	952	979	1006	1032	1059	1086	1113	1140	1166	1193	1247	1274
6.5	1570	1198	1232	1266	1299	1333	1367	1401	1435	1469	1502	1536	1603	1637
7.0	1968	1509	1551	1593	1635	1677	1718	1760	1802	1844	1885	1927	2010	2051
7.5	2386	1835	1886	1936	1986	2036	2086	2136	2186	2236	2286	2336	2436	2486
8.0	2788	2147	2205	2264	2322	2380	2439	2497	2555	2613	2671	2730	2846	2904
8.5	3160	2438	2503	2569	2635	2701	2767	2833	2898	2964	3029	3095	3225	3290
9.0	3480	2693	2765	2837	2909	2980	3052	3124	3195	3267	3338	3409	3550	3620
9.5	3719	2891	2968	3044	3121	3198	3274	3350	3425	3501	3574	3646	3783	3848
10.0	3888	3047	3127	3208	3288	3369	3447	3525	3603	3681	3750	3819	3943	3998
10.5	3984	3155	3238	3320	3403	3486	3564	3642	3720	3798	3860	3922	4030	4075
11.0	4029	3234	3319	3404	3488	3573	3646	3719	3792	3864	3919	3974	4071	4112
11.5	4069	3302	3386	3471	3556	3641	3710	3779	3848	3917	3968	4018	4105	4141
12.0	4106	3375	3458	3542	3625	3708	3773	3838	3903	3968	4014	4060	4135	4164
12.5	4138	3455	3536	3617	3698	3779	3839	3899	3959	4019	4059	4099	4161	4184
13.0	4162	3531	3608	3686	3764	3841	3896	3952	4007	4063	4096	4129	4180	4198
13.5	4171	3594	3666	3738	3810	3882	3932	3983	4034	4084	4113	4142	4188	4205
14.0	4185	3652	3720	3789	3857	3926	3972	4019	4065	4111	4136	4161	4200	4214
14.5	4199	3713	3778	3842	3907	3972	4013	4054	4096	4137	4158	4178	4211	4223
15.0	4209	3773	3834	3896	3957	4018	4053	4088	4124	4159	4176	4192	4218	4228
15.5	4219	3839	3895	3951	4007	4063	4092	4121	4150	4180	4193	4206	4227	4234
16.0	4228	3909	3958	4007	4056	4105	4128	4152	4175	4198	4208	4218	4234	4240
16.5	4237	3978	4019	4060	4102	4143	4161	4178	4196	4213	4221	4229	4241	4246
17.0	4244	4041	4074	4107	4140	4174	4187	4200	4213	4226	4232	4238	4246	4249
17.5	4246	4074	4102	4130	4157	4185	4197	4209	4221	4233	4237	4242	4249	4251
18.0	4251	4122	4144	4166	4188	4209	4218	4226	4234	4242	4245	4248	4252	4253
18.5	4253	4164	4179	4195	4211	4226	4232	4237	4242	4248	4250	4251	4254	4254
19.0	4253	4189	4200	4211	4222	4234	4237	4241	4245	4248	4250	4251	4253	4254
19.5	4254	4212	4220	4227	4234	4242	4244	4247	4249	4252	4253	4253	4254	4255
20.0	4255	4228	4232	4237	4242	4247	4249	4250	4252	4254	4254	4255	4255	4255

7.11 Ct Values, Sound Optimized Mode SO5

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.891	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.799	0.798	0.798	0.798	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
6.0	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803
6.5	0.797	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
7.0	0.786	0.788	0.788	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.786	0.786	0.786
7.5	0.754	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.755	0.755	0.755	0.755	0.755	0.754	0.754
8.0	0.703	0.705	0.705	0.705	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.703	0.703	0.703	0.703
8.5	0.633	0.635	0.635	0.635	0.634	0.634	0.634	0.634	0.634	0.634	0.633	0.633	0.633	0.633
9.0	0.554	0.555	0.555	0.555	0.555	0.555	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.553	0.553
9.5	0.481	0.484	0.484	0.484	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.482	0.481	0.479	0.477
10.0	0.416	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.421	0.421	0.420	0.420	0.419	0.417	0.413	0.409
10.5	0.358	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.366	0.365	0.365	0.364	0.362	0.360	0.354	0.350
11.0	0.307	0.320	0.320	0.320	0.320	0.319	0.318	0.317	0.316	0.315	0.312	0.310	0.304	0.301
11.5	0.267	0.281	0.281	0.281	0.280	0.280	0.279	0.277	0.276	0.275	0.272	0.270	0.264	0.261
12.0	0.235	0.250	0.249	0.249	0.249	0.248	0.247	0.245	0.244	0.242	0.240	0.237	0.232	0.228
12.5	0.208	0.224	0.224	0.223	0.222	0.222	0.220	0.219	0.217	0.215	0.213	0.210	0.205	0.202
13.0	0.185	0.203	0.202	0.201	0.200	0.199	0.198	0.196	0.194	0.192	0.190	0.187	0.182	0.179
13.5	0.165	0.183	0.182	0.181	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.170	0.167	0.162	0.160
14.0	0.148	0.166	0.165	0.164	0.163	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.150	0.146	0.143
14.5	0.133	0.152	0.151	0.150	0.148	0.147	0.145	0.144	0.142	0.140	0.138	0.136	0.131	0.129
15.0	0.121	0.139	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133	0.131	0.129	0.127	0.125	0.123	0.119	0.117
15.5	0.110	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.121	0.119	0.118	0.116	0.114	0.112	0.108	0.106
16.0	0.100	0.119	0.117	0.116	0.115	0.113	0.111	0.110	0.108	0.106	0.104	0.102	0.099	0.097
16.5	0.092	0.110	0.109	0.107	0.106	0.104	0.102	0.101	0.099	0.097	0.095	0.094	0.090	0.089
17.0	0.084	0.103	0.101	0.099	0.098	0.096	0.094	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.083	0.081
17.5	0.078	0.096	0.094	0.092	0.091	0.089	0.088	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.077	0.075
18.0	0.072	0.089	0.088	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.078	0.076	0.075	0.074	0.071	0.070
18.5	0.067	0.083	0.082	0.080	0.078	0.077	0.075	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.064
19.0	0.062	0.077	0.076	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.065	0.064	0.063	0.061	0.060
19.5	0.057	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.056	0.055
20.0	0.054	0.067	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052

7.12 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO5

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO5 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.2
7	99.0
8	99.0
9	99.0
10	99.0
11	99.0
12	99.0
13	99.0
14	99.0
15	99.0
16	99.0
17	99.0
18	99.0
19	99.0
20	99.0

7.13 Power Curves, Sound Optimized Mode SO6

Air density [kg/m ³]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	817	837	858	878	899	940	960
6.0	1219	925	952	978	1005	1032	1059	1085	1112	1139	1165	1192	1245	1272
6.5	1559	1190	1224	1257	1291	1325	1358	1392	1425	1459	1492	1526	1592	1626
7.0	1928	1479	1520	1561	1602	1642	1683	1724	1765	1806	1847	1887	1969	2010
7.5	2278	1751	1799	1847	1895	1943	1991	2039	2087	2134	2182	2230	2326	2374
8.0	2603	2004	2058	2113	2168	2222	2277	2331	2386	2440	2495	2549	2658	2712
8.5	2881	2225	2285	2345	2404	2464	2524	2583	2643	2702	2762	2821	2939	2998
9.0	3097	2398	2462	2526	2590	2654	2717	2781	2845	2909	2972	3034	3157	3217
9.5	3237	2522	2588	2656	2722	2790	2856	2922	2988	3054	3115	3176	3290	3342
10.0	3324	2608	2676	2745	2814	2883	2950	3017	3083	3150	3208	3266	3369	3414
10.5	3379	2675	2745	2816	2886	2956	3023	3089	3155	3222	3274	3326	3419	3459
11.0	3412	2737	2809	2881	2952	3024	3086	3147	3209	3270	3318	3365	3449	3485
11.5	3454	2808	2879	2951	3022	3094	3152	3209	3267	3325	3368	3411	3486	3517
12.0	3492	2880	2950	3020	3090	3160	3214	3268	3322	3376	3414	3453	3517	3541
12.5	3519	2947	3014	3082	3150	3218	3268	3318	3368	3418	3451	3485	3538	3557
13.0	3538	3008	3072	3137	3201	3266	3312	3359	3406	3453	3481	3510	3554	3569
13.5	3546	3065	3124	3184	3244	3303	3346	3388	3431	3473	3498	3522	3561	3575
14.0	3561	3125	3181	3238	3294	3351	3389	3426	3464	3502	3522	3541	3573	3586
14.5	3575	3188	3240	3293	3346	3398	3431	3463	3495	3527	3543	3559	3585	3595
15.0	3588	3256	3304	3352	3400	3449	3475	3501	3527	3553	3565	3576	3595	3602
15.5	3599	3327	3369	3410	3452	3493	3513	3533	3553	3572	3581	3590	3604	3609
16.0	3607	3394	3428	3462	3496	3530	3545	3559	3573	3587	3594	3600	3610	3614
16.5	3613	3453	3479	3505	3532	3558	3568	3578	3588	3598	3603	3608	3615	3617
17.0	3617	3504	3523	3541	3560	3579	3586	3593	3601	3608	3611	3614	3618	3620
17.5	3619	3528	3543	3559	3575	3590	3596	3602	3608	3613	3615	3617	3620	3621
18.0	3621	3560	3571	3582	3593	3604	3607	3611	3614	3618	3619	3620	3622	3622
18.5	3622	3584	3592	3599	3606	3613	3615	3617	3619	3620	3621	3621	3622	3622
19.0	3622	3595	3600	3605	3610	3614	3616	3617	3619	3620	3621	3621	3622	3622
19.5	3622	3606	3609	3612	3615	3618	3619	3620	3621	3622	3622	3622	3622	3622
20.0	3622	3613	3615	3617	3618	3620	3621	3621	3622	3622	3622	3622	3622	3622

7.14 Ct Values, Sound Optimized Mode SO6

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.890	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
6.0	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802	0.802
6.5	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.789	0.788	0.788
7.0	0.757	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.758	0.757	0.757	0.757	0.757
7.5	0.702	0.704	0.704	0.703	0.703	0.703	0.703	0.703	0.703	0.703	0.703	0.703	0.702	0.702
8.0	0.627	0.629	0.629	0.628	0.628	0.628	0.628	0.628	0.627	0.627	0.627	0.627	0.626	0.626
8.5	0.542	0.544	0.544	0.544	0.544	0.544	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.543	0.542	0.542
9.0	0.468	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.469	0.468	0.468	0.468	0.468	0.468	0.467	0.466
9.5	0.402	0.406	0.406	0.406	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.404	0.404	0.403	0.400	0.398
10.0	0.344	0.350	0.350	0.350	0.350	0.350	0.349	0.349	0.349	0.348	0.347	0.346	0.342	0.339
10.5	0.296	0.304	0.304	0.304	0.304	0.303	0.303	0.302	0.302	0.301	0.300	0.298	0.293	0.290
11.0	0.256	0.266	0.266	0.266	0.266	0.266	0.265	0.264	0.263	0.262	0.260	0.258	0.253	0.250
11.5	0.224	0.236	0.236	0.236	0.235	0.235	0.234	0.233	0.231	0.230	0.228	0.226	0.222	0.219
12.0	0.198	0.212	0.211	0.211	0.210	0.210	0.208	0.207	0.206	0.204	0.202	0.200	0.195	0.193
12.5	0.176	0.190	0.190	0.189	0.188	0.188	0.186	0.185	0.183	0.182	0.180	0.178	0.173	0.170
13.0	0.157	0.172	0.171	0.170	0.170	0.169	0.167	0.166	0.164	0.163	0.161	0.159	0.154	0.152
13.5	0.140	0.156	0.155	0.154	0.153	0.152	0.150	0.149	0.147	0.146	0.144	0.142	0.138	0.135
14.0	0.126	0.142	0.141	0.140	0.139	0.138	0.137	0.135	0.133	0.132	0.130	0.128	0.124	0.122
14.5	0.114	0.131	0.129	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.121	0.120	0.118	0.116	0.112	0.110
15.0	0.103	0.120	0.119	0.118	0.117	0.116	0.114	0.112	0.110	0.109	0.107	0.105	0.102	0.100
15.5	0.094	0.112	0.110	0.109	0.108	0.106	0.104	0.103	0.101	0.099	0.098	0.096	0.092	0.091
16.0	0.086	0.104	0.102	0.101	0.099	0.098	0.096	0.094	0.093	0.091	0.089	0.088	0.084	0.083
16.5	0.079	0.096	0.095	0.093	0.092	0.090	0.088	0.087	0.085	0.083	0.082	0.080	0.077	0.076
17.0	0.072	0.090	0.088	0.086	0.085	0.083	0.081	0.080	0.078	0.077	0.075	0.074	0.071	0.070
17.5	0.067	0.083	0.082	0.080	0.079	0.077	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.066	0.065
18.0	0.062	0.078	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060
18.5	0.057	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.056	0.055
19.0	0.053	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061	0.060	0.059	0.057	0.056	0.055	0.054	0.052	0.051
19.5	0.049	0.062	0.061	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048
20.0	0.046	0.058	0.057	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.045	0.045

7.15 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO6

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO6 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.1
7	98.0
8	98.0
9	98.0
10	98.0
11	98.0
12	98.0
13	98.0
14	98.0
15	98.0
16	98.0
17	98.0
18	98.0
19	98.0
20	98.0

MODELLO NORD 2000

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Main Result

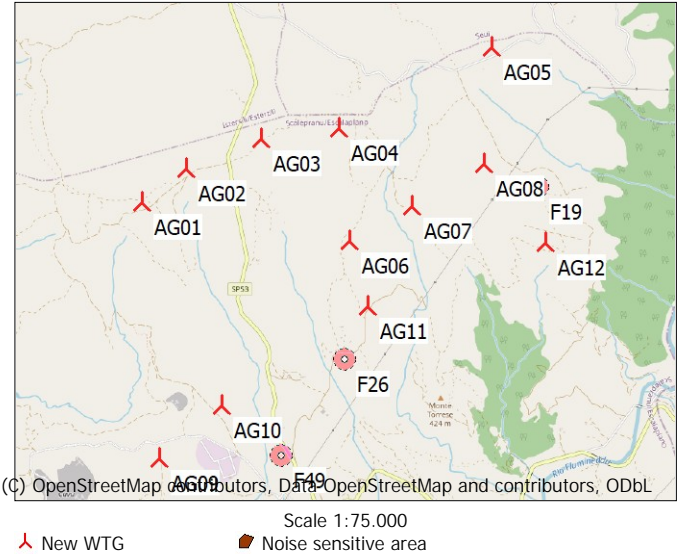
Calculation: NORD2000_2023_03_17

Assumptions

Weather stability	
Relative humidity	70,0 %
Air temperature	10,0 °C
Height for air temperature	2,0 m
Stability parameters	Night; Clear sky
Inverse Monin Obukhov length	0,0100
Temperature scale T*	0,0500
Terrain	
Flat area with fixed elevation	0,0 m above sea level
Uniform roughness length	0,0500 m
Uniform roughness class	1,4
Uniform terrain type	D
Wind speed criteria	
Uniform wind speed at 10 m agl.	
Wind speed	9,0 m/s - 10,0 m/s - 1,0 m/s
Wind direction	-45,0 ° - 315,0 ° - 90,0 °
Height above ground level for receiver	1,5 m
Wind speed has been extrapolated to calculation height using IEC profile shear (z0 = 0.05m)	
No stability correction	
Version	6.005

All coordinates are in

Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular < ±4m)



WTGs

	Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data	
					Valid	Manufact.					Creator	Name
AG01	1.528.883	4.392.340	604,6	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG03	1.530.063	4.392.975	588,9	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG04	1.530.839	4.393.081	575,7	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG05	1.532.347	4.393.885	661,4	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG02	1.529.321	4.392.679	604,3	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG07	1.531.560	4.392.311	529,3	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG08	1.532.280	4.392.734	618,0	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG10	1.529.685	4.390.338	469,2	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG11	1.531.132	4.391.319	490,1	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG09	1.529.063	4.389.808	441,8	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG06	1.530.947	4.391.972	522,0	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge
AG12	1.532.896	4.391.958	580,0	VESTAS V162-6.0 6000 16...Yes	Yes	VESTAS	V162-6.0-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Mode PO6000-OS without serrated trailing edge

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area				Sound level			
No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height	Wind speed	From WTGs
				[m]	[m]	[m/s]	[dB(A)]
F19	D10-A4	1.532.812	4.392.504	618,0	1,5	9,0	43,4
F19						10,0	43,8
F26	pascolo	1.530.904	4.390.798	464,2	1,5	9,0	41,6
F26						10,0	42,0
F49	D03-A03	1.530.275	4.389.846	440,0	1,5	9,0	39,0
F49						10,0	39,4

Sound level

Noise sensitive area				Sound level				
No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height	Wind speed	Dir	From WTGs
				[m]	[m]	[m/s]	[°]	[dB(A)]
F19	D10-A4	1.532.812	4.392.504	618,0	1,5	9,0	-45,0	43,4
F19						9,0	45,0	43,2
F19						9,0	135,0	43,2
F19						9,0	225,0	43,4
F19						9,0	315,0	43,4
F19						10,0	-45,0	43,8
F19						10,0	45,0	43,6
F19						10,0	135,0	43,6
F19						10,0	225,0	43,8
F19						10,0	315,0	43,8
F26	pascolo	1.530.904	4.390.798	464,2	1,5	9,0	-45,0	41,6
F26						9,0	45,0	41,4

To be continued on next page...

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Main Result

Calculation: NORD2000_2023_03_17

...continued from previous page

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z [m]	Immission height [m]	Wind speed [m/s]	Dir [°]	Sound level From WTGs [dB(A)]
F26						9,0	135,0	41,2
F26						9,0	225,0	41,2
F26						9,0	315,0	41,6
F26						10,0	-45,0	42,0
F26						10,0	45,0	41,8
F26						10,0	135,0	41,6
F26						10,0	225,0	41,6
F26						10,0	315,0	42,0
F49	D03-A03	1.530.275	4.389.846	440,0	1,5	9,0	-45,0	39,0
F49						9,0	45,0	38,8
F49						9,0	135,0	38,4
F49						9,0	225,0	38,3
F49						9,0	315,0	39,0
F49						10,0	-45,0	39,4
F49						10,0	45,0	39,3
F49						10,0	135,0	38,7
F49						10,0	225,0	38,7
F49						10,0	315,0	39,4

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Assumptions for NORD2000 calculation

Calculation: NORD2000_2023_03_17

Assumptions

Weather stability	
Relative humidity	70,0 %
Air temperature	10,0 °C
Height for air temperature	2,0 m
Stability parameters	Night;Clear sky
Inverse Monin Obukhov length	0,0100
Temperature scale T*	0,0500
Terrain	
Flat area with fixed elevation	0,0 m above sea level
Uniform roughness length	0,0500 m
Uniform roughness class	1,4
Uniform terrain type	D
Wind speed criteria	
Uniform wind speed at 10 m agl.	
Wind speed	9,0 m/s - 10,0 m/s - 1,0 m/s
Wind direction	-45,0 ° - 315,0 ° - 90,0 °
Height above ground level for receiver	1,5 m
Wind speed has been extrapolated to calculation height using IEC profile shear (z0 = 0.05m)	
No stability correction	
Version	6.005

All coordinates are in

Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular $\pm 4m$)

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Assumptions for NORD2000 calculation

Calculation: NORD2000_2023_03_17

WTG: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O!

Noise: Mode PO6000-OS without serrated trailing edge

Source	Source/Date	Creator	Edited
Document no.: 0098-0840 V03	09/05/2022	USER	09/05/2022 09:24

Wind speed [m/s]	LwA,ref [dB(A)]
5,0	96,8
6,0	96,9
7,0	97,0
8,0	97,9
9,0	99,3
10,0	101,3
11,0	103,3
12,0	105,1
13,0	106,5
14,0	107,0
15,0	107,1
16,0	107,1
17,0	107,1
18,0	107,1
19,0	107,1
20,0	107,1
21,0	107,1
22,0	107,1
23,0	107,1
24,0	107,1
25,0	107,1
26,0	107,1
27,0	107,1
28,0	107,1
29,0	107,1

NSA: D10-A4-F19

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: pascolo-F26

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: D03-A03-F49

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Via Santa Margherita 4
IT-09124 Cagliari
+39 070 658297
Giuseppe Frongia | direttore@iatprogetti.it
Calculated:
17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Details

Calculation: NORD2000_2023_03_17

...continued from previous page

Table with columns: WTG No., Distance, Wind speed, Wind direction, Wind speed at hub height, Sound level (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000), Source noise (LwA,ref), and Octave data [Hz] (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000). Rows include WTG models AG06 through AG12 with various parameters.

Noise sensitive area: F49 D03-A03

Table with columns: WTG No., Distance, Wind speed, Wind direction, Wind speed at hub height, Sound level (250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000), Source noise (LwA,ref), and Octave data [Hz] (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000). Rows include WTG models AG01 through AG02 with various parameters.

To be continued on next page...

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
 Via Santa Margherita 4
 IT-09124 Cagliari
 +39 070 658297
 Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it
 Calculated:
 17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Details

Calculation: NORD2000_2023_03_17

...continued from previous page

WTG	No.	Distance	Wind speed	Wind direction	Wind speed at hub height	Sound level	Octave data [Hz]										Source noise LwA,ref	Octave data [Hz]													
							63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125		250	500	1000	2000	4000	8000								
		[m]	[m/s]	[°]	[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]			
AG11	1.704	9,0	315,0	13,3	27,84	15,9	20,2	20,4	23,8	20,5	6,6	-34,1	-116,4	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG11	1.704	10,0	45,0	14,8	28,54	16,4	20,8	20,0	25,1	20,9	7,1	-33,7	-116,0	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG11	1.704	10,0	-45,0	14,8	28,30	16,4	20,7	20,8	24,3	20,9	7,1	-33,7	-116,0	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG11	1.704	10,0	135,0	14,8	27,75	16,4	20,6	19,8	23,3	20,9	7,1	-33,7	-116,0	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG11	1.704	10,0	225,0	14,8	24,62	16,3	20,6	16,7	18,6	10,9	-8,9	-53,0	-138,2	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG11	1.704	10,0	315,0	14,8	28,30	16,4	20,7	20,8	24,3	20,9	7,1	-33,7	-116,0	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG12	3.366	9,0	45,0	13,3	19,70	8,2	12,8	14,3	15,3	8,5	-14,5	-77,3	-142,0	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8
AG12	3.366	9,0	-45,0	13,3	18,66	8,1	11,9	11,9	14,6	8,5	-14,5	-77,3	-142,0	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8
AG12	3.366	9,0	135,0	13,3	19,14	8,1	11,9	13,5	14,8	8,5	-14,5	-77,3	-142,0	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8
AG12	3.366	9,0	225,0	13,3	8,20	5,5	3,6	-3,2	-5,8	-17,1	-44,6	-110,5	-178,2	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8
AG12	3.366	9,0	315,0	13,3	18,66	8,1	11,9	11,9	14,6	8,5	-14,5	-77,3	-142,0	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8	106,63	88,2	95,2	98,6	101,2	101,0	98,1	93,3	83,8
AG12	3.366	10,0	45,0	14,8	20,25	8,6	13,1	15,3	15,6	8,9	-14,1	-76,8	-141,6	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG12	3.366	10,0	-45,0	14,8	19,07	8,6	12,4	12,3	15,0	8,9	-14,1	-76,8	-141,6	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG12	3.366	10,0	135,0	14,8	19,60	8,6	12,4	14,0	15,3	8,9	-14,1	-76,8	-141,6	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG12	3.366	10,0	225,0	14,8	7,73	5,2	2,9	-4,0	-6,5	-17,7	-45,2	-111,1	-178,9	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3
AG12	3.366	10,0	315,0	14,8	19,07	8,6	12,4	12,3	15,0	8,9	-14,1	-76,8	-141,6	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3	107,07	88,7	95,7	99,1	101,7	101,5	98,6	93,8	84,3

Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: NORD2000_2023_03_17NSA: F19 - D10-A4

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

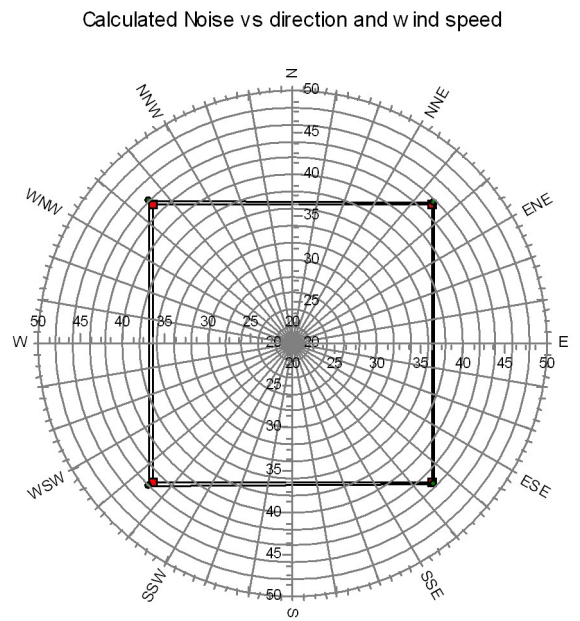
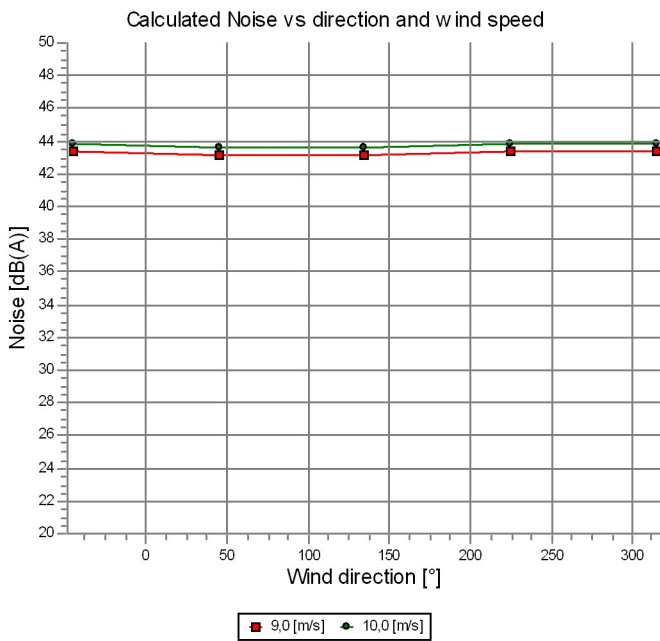
45,0 43,2 43,6

-45,0 43,4 43,8

135,0 43,2 43,6

225,0 43,4 43,8

315,0 43,4 43,8



Project:

Progetto_Vestas_Escalaplano

Licensed user:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Via Santa Margherita 4

IT-09124 Cagliari

+39 070 658297

Giuseppe Frongia / direttore@iatprogetti.it

Calculated:

17/03/2023 16:59/3.4.415

NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: NORD2000_2023_03_17NSA: F26 - pascolo

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

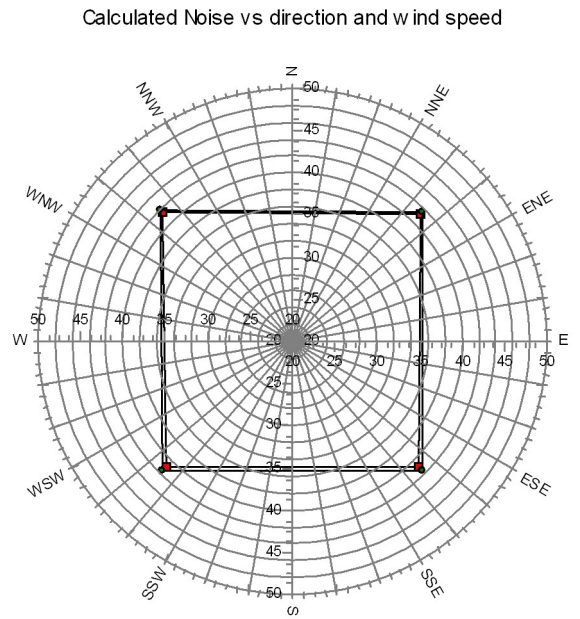
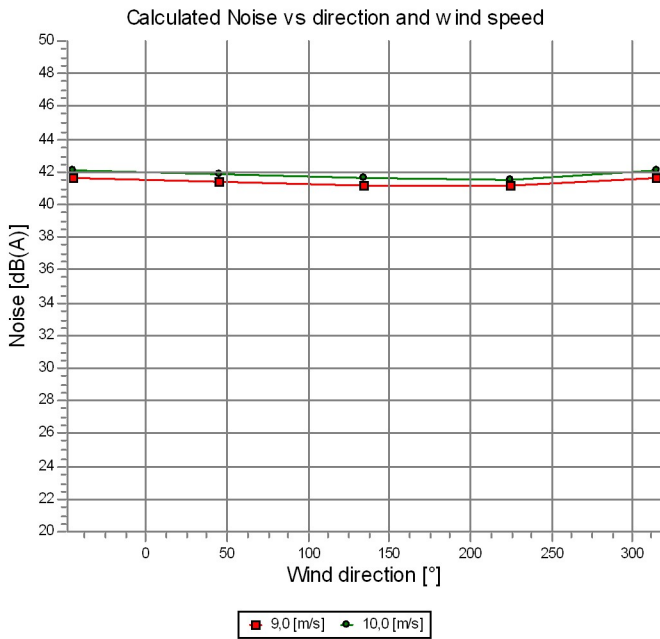
45,0 41,4 41,8

-45,0 41,6 42,0

135,0 41,2 41,6

225,0 41,2 41,6

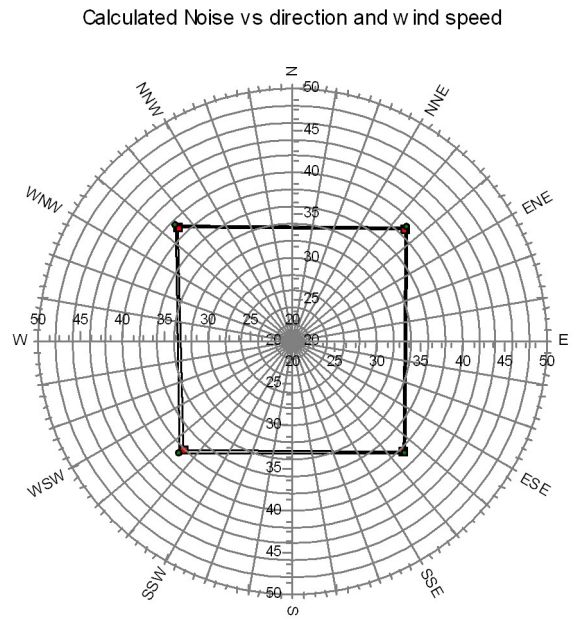
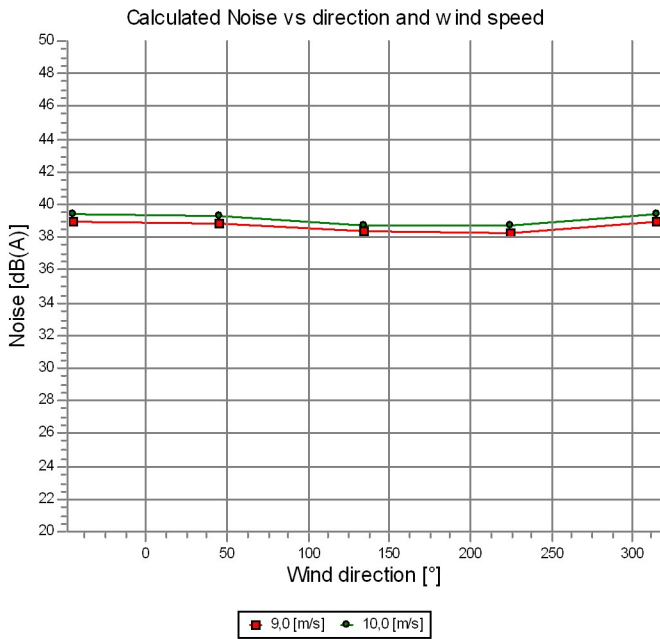
315,0 41,6 42,0



NORD2000 - Speed/Directional analysis

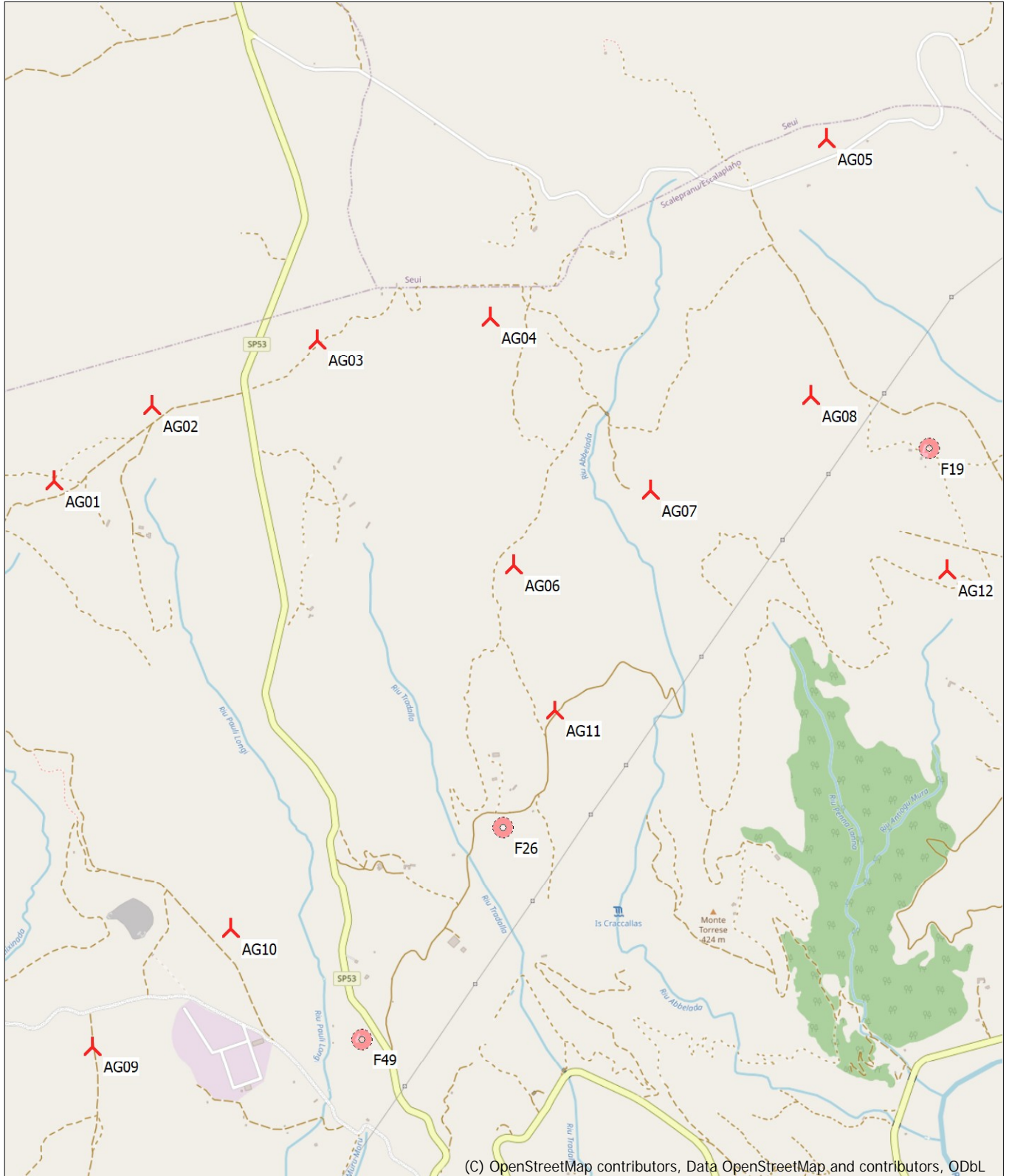
Calculation: NORD2000_2023_03_17NSA: F49 - D03-A03

Direction	Wind speed		
Degrees	[m/s]	[m/s]	
45,0	38,8	39,3	
-45,0	39,0	39,4	
135,0	38,4	38,7	
225,0	38,3	38,7	
315,0	39,0	39,4	



NORD2000 -

Calculation: NORD2000_2023_03_17



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:25.000, Map center Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular $\pm 4m$) East: 1.530.890 North: 4.391.846

New WTG Noise sensitive area