Firmato digitalmente da
MASSIMO CAPPELLINI
CN = CAPPELLINI MASSIMO
C = IT

Regione Liguria | Comune Magliolo | Comune Rialto | Comune Tovo San Giacomo | Provincia Savona

REGIONE LIGURIA

PAR PARIBVS

PARCO EOLICO PIAN DEI BUOI - 8MW

Studio di fattibilità acustica

Rel. 06

Progetto definitivo
Comuni di Magliolo - Rialto - Tovo San Giacomo (SV)
Località Piano dei Buoi
Rev. 00 - Ottobre 2024

IL PROGETTISTA

ORDINE PERITI INDUSTRIALI
Per. Ind.
CAPPELLINI
MASSIMO
n. 1365
PROVINCIA DI GENOVA

Bissi Marco
03.02.2025 10:28:24
GMT+02:00

BH Wind s.r.l.
Via Zara, 5
23100 SONDRIO
tel. +39.0342.211159
fax. +39.0342.517163

www.bissiholding.com - info@bissiholding.com
C.F. - P.Iva. 01055440141
R.E.A. SO - 79322
Con Unico Socio

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Bissi Holding S.p.A.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO NUOVO IMPIANTO EOLICO

Oggetto: **relazione tecnica da allegare alla previsione di impatto acustico per la realizzazione di un parco eolico, nei comuni di Magliolo, Rialto, Tovo San Giacomo, Finale Ligure (Sv).**

COMMITTENTE: **BH Wind S.r.l.**
Via Zara 5
23100 Sondrio (SO)

Il tecnico competente in acustica ambientale
Massimo Cappellini



Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

SOMMARIO

1. PREMESSE

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO E CARATTERISTICHE DI EMISSIONE DELLE SORGENTI

3. CLASSI ACUSTICHE DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO INTERESSATO E VALORI LIMITE DI EMISSIONE, IMMISSIONE E DI QUALITA'

4. LIVELLI DI RUMORE ESISTENTI IN ZONA PRIMA DELL'INTERVENTO

5. SCELTA DEI MODELLI PREVISIONALI E VALUTAZIONE DEL DISTURBO

6. VERIFICA PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO (CLIMA ACUSTICO DELLO STATO UNO)

7. CONCLUSIONI

ALLEGATI E TAVOLE GRAFICHE

All. 1: FOGLI DI CALCOLO

All. 2: SCHEDA TECNICA AEROGENERATORE

Tav.1: PLANIMETRIA DELL'AREA CON INDICAZIONE DEL POSIZIONAMENTO DEGLI AEROGENERATORI

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

1. PREMESSE

La "BH Wind S.r.l.", con sede in Sondrio, via Zara 5, ha presentato domanda per la "Autorizzazione alla realizzazione di un Impianto Eolico e delle relative opere di connessione con impianto di accumulo da realizzarsi nei comuni di Magliolo, Rialto, Tovo San Giacomo, Finale Ligure in provincia di Savona".

Il legale rappresentante della società sopra citata ha incaricato il sottoscritto Per. Ind. Cappellini Massimo, iscritto all'Ordine dei Periti Industriali della Provincia di Genova al n.1365, con studio in Chiavari (Ge), via Nino Bixio 22D/13, "Tecnico competente in acustica ambientale" iscritto a ENTECA al n. 2522 in data 10/12/2018, di redigere, ai sensi dell'articolo 2, comma 2, lettera g), della L.R. 12/98, di cui all'art. 8 della legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995, una documentazione di impatto acustico.

Si è quindi proceduto nel seguente modo:

- esecuzione di rilevamenti fonometrici per valutare il livello del rumore attualmente riscontrabile nella zona oggetto dell'intervento;
- valutazione teorico-pratica di previsione dell'impatto che l'opera in oggetto potrà avere sull'ambiente;
- studio di eventuali accorgimenti o modalità di utilizzo dell'attività necessari per ridurre i livelli di rumorosità.

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO E CARATTERISTICHE DI EMISSIONE DELLE SORGENTI

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica caratterizzato da due aerogeneratori, ciascuno con una potenza nominale di 4 MW, posizionati tra i comuni di Magliolo, Rialto e Tovo San Giacomo, tutti in provincia di Savona. La cabina elettrica di consegna è situata nel Comune di Finale Ligure (SV) e sarà collegata alla cabina primaria CP di Finale Ligure attraverso un sistema di interconnessione di tipo ENTRA ESCI.

Il soggetto proponente è la società BH Wind S.r.l. con sede in via Zara 5, Sondrio, operante nel settore delle energie rinnovabili.

L'impianto si trova in Località Pian dei Buoi, al confine tra i Comuni di Magliolo (SV), Rialto (SV) e Tovo San Giacomo (SV), in un'area appartenente all'Appennino Ligure di Ponente, situata tra l'unità di paesaggio Valle Maremola e l'Anfiteatro del Melogno.

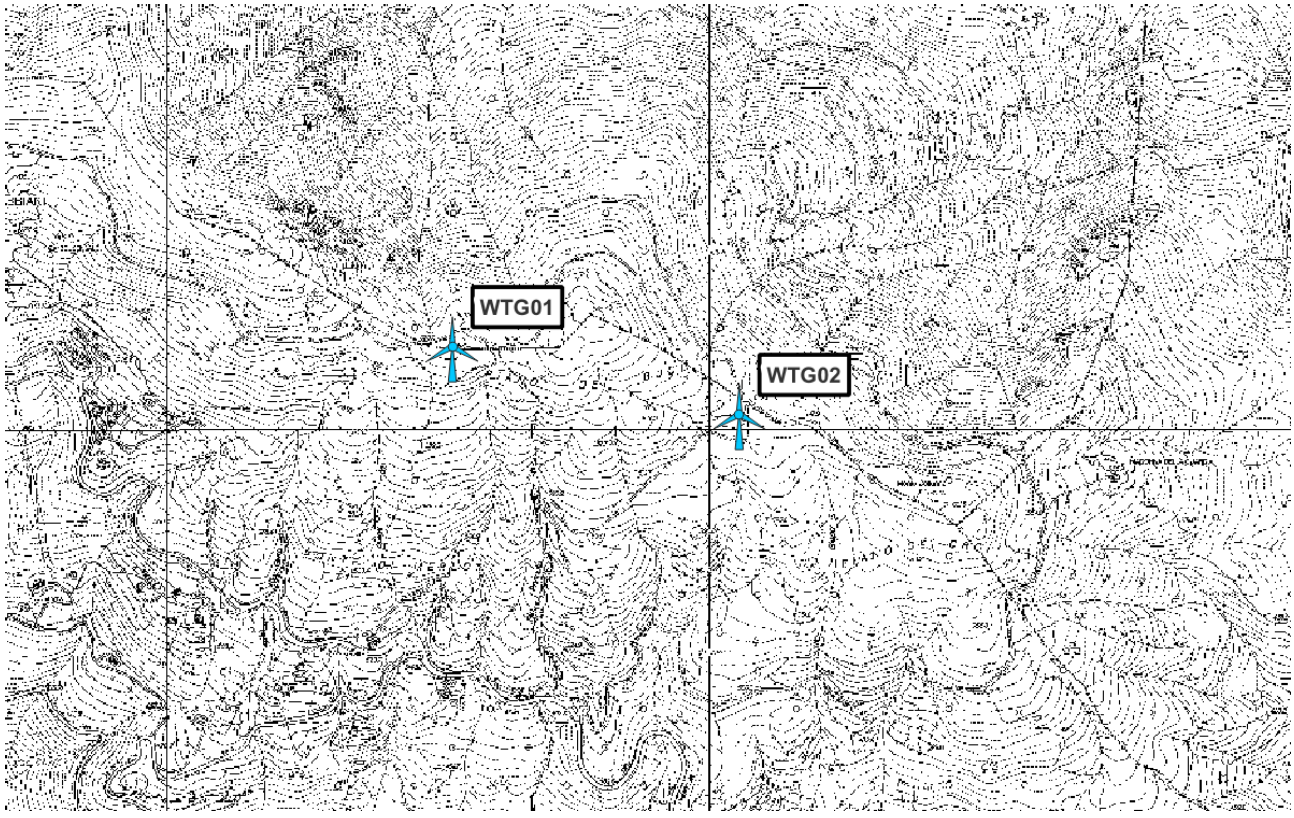


Figura 1 – inquadramento su CTR

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

Il modello dell'aerogeneratore scelto per la realizzazione dell'impianto è l'ENERCON **E138 EP3 – 4.2 MW.** Le caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore scelto per il progetto in questione sono riportate nell'allegato 2.

La scelta dell'area di installazione è scaturita dalla conoscenza del territorio e in particolare dagli aspetti principali che hanno guidato il proponente nella definizione del layout proposto:

- Ventosità dell'area dedotta dall'acquisizione di dati metereologici ed in particolare dell'intensità del vento e della sua direzione misurati in sito
- L'area di interesse è circondata da altri impianti eolici attualmente in esercizio
- Assenza di vincoli ostativi all'installazione
- Scarsa antropizzazione
- Facilità di accesso al sito

	WTG01	**WTG02**
Comune di installazione	Rialto	Tovo San Giacomo
Provincia	Savona	Savona
Foglio	21	1
Mappale	302	1
Latitudine WGS84 [°]	44°12'25,22" N	44°12'21,32" N
Longitudine WGS84 [°]	8°15'18,98" E	8°15'42,88" E
Altitudine [m.s.l.m.]	675	622
Modello aerogeneratore	E-138 EP3	E-138 EP3
Potenza nominale [kW]	4.200	4.200
Altezza del mozzo [m]	111	111
Diametro del rotore [m]	138,25	138,25

Coordinate aerogeneratori

Numero di pale	3
Diametro del rotore [m]	138,25
Superficie del rotore [m2]	15.011
Giri nominali [Rpm]	4,4 – 10,8
Velocità cut-in [m/s]	2,5
Velocità cut-off [m/s]	28,0
Materiale	E-glass fibre reinforced epoxy

Caratteristiche aerogeneratori

La scelta di tale macchina è avvenuta a valle di uno scrupoloso e dettagliato studio che ha considerato la realizzazione del progetto in relazione a molteplici fattori quali:

- profilo di distribuzione del vento;
- massimizzazione della producibilità;
- disposizione dell'aerogeneratore sul territorio studiandone l'impatto visivo;
- massimo riutilizzo della viabilità esistente in modo tale da limitare gli interventi necessari e mantenere i luoghi il più possibile uguali allo stato originale;
- utilizzo di materiali che favoriscono l'integrazione con il paesaggio circostante.

In fase di progetto esecutivo sarà necessario svolgere sopralluoghi dettagliati e puntuali lungo l'intera viabilità di servizio ai cantieri, di fatto sarà compito dei tecnici esaminare ogni curva, ogni incrocio e ogni tratto critico in modo tale da verificare, senza sorta di dubbio, la percorribilità delle strade prescelte. Tale valutazione terrà conto del fatto che i trasporti in programma saranno eseguiti con autoarticolati estendibili dotati di ruote posteriori sterzanti.

Nell'individuare il tracciato più favorevole al trasporto dei conci si terrà conto di parametri quali la lunghezza, la pendenza e la tortuosità del tracciato, nonché di elementi distintivi come la larghezza e la qualità del fondo stradale.

Per convenzione il tracciato più idoneo al trasporto dei materiali sarà giudicato quello che implicherà minori interventi di adeguamento dei percorsi stradali esistenti e quello che implicherà la minore realizzazione di nuova viabilità.

Le attività necessarie in fase di costruzione consistono nell'impianto di cantieri per la realizzazione di infrastrutture, impianti tecnologici e strumentali all'attività specifica, nelle attività di costruzione, di trasporto dei materiali da costruzione, nell'attività di scavo e di ripristino.

La costruzione delle opere e degli impianti previsti, necessita dell'allestimento di cantieri fissi in corrispondenza dei pali eolici per la formazione del fabbricato del locale tecnico e di un cantiere mobile per la formazione del cavidotti principale e secondari per il vettoriamento dell'energia.

I materiali provenienti dagli scavi dei plinti di fondazione, dalla posa dei cavidotti e da quelli relativi alla realizzazione del fabbricato tecnico, verranno in parte riutilizzati per le operazioni di interramento delle stesse e per opere di ripristino ambientale in terra. Si prevede un riutilizzo completo del materiale di risulta degli scavi e non è previsto il conferimento a discarica autorizzata.

Le attività necessarie in fase di costruzione, precedentemente riportate, non sono state prese in considerazione nella valutazione previsionale di impatto acustico del nuovo parco eolico, in quanto dovranno essere considerate in una eventuale richiesta di deroga per attività temporanee costituite da cantiere edile.

Il rumore emesso degli impianti eolici ha due origini diverse:

- la prima è riconducibile all'interazione della vena fluida con le pale del rotori in movimento (il rumore aerodinamico adesso associato viene minimizzato in sede di progettazione e costruzione delle pale);
- la seconda è dovuta al moltiplicatore di giri ed al generatore elettrico (anche in questo caso il miglioramento della tecnologia ha permesso una riduzione notevole del rumore, che viene circoscritta alla navicella con l'impiego di materiale fonoassorbente).

Ulteriore considerazione: il rumore emesso da una centrale eolica, se adeguatamente progettata, ai possibili ricettori non risulta distinguibile, in generale, dal rumore di fondo esistente . A tale risultato contribuisce anche la conformazione topografica locale. Inoltre il rumore con l'aumento della velocità viene mascherato dal vento.

Il rumore aerodinamico è il rumore più importante prodotto da un impianto eolico moderno ed è imputabile all’attrito dell’aria con le pale e con la torre di sostegno; esso dipende, quindi, fortemente dalla velocità di rotazione del rotore ed aumenta all’aumentare delle dimensioni dell’aerogeneratore.

In una turbina eolica sono presenti varie sorgenti di rumore aerodinamico, dovute a turbolenze, ovvero cambiamenti della velocità e della direzione del vento:

- La *trailing edge turbulence* è una turbolenza che si genera sul bordo delle pale a causa del flusso d'aria incidente sulla loro superficie. Essa genera il t*urbulent boundary layer trailing edge noise (TBL-TE)*, il **principale rumore udibile per una turbina eolica** di grandi dimensioni, che ha una frequenza dipendente dalla velocità locale del flusso, dalla larghezza pale e dall'angolo di incidenza ed è considerata la principale sorgente di alte frequenze.
- La *inflow turblocence* genera il *airfoil self-noise*, dovuto dalla pala stessa che taglia i flussi turbolenti che si sviluppano nell'aria; questo sviluppa frequenze massime attorno a 10 Hz e quindi **inaudibili**.
- Il *thickness sound* è dovuto allo spostamento dell'aria generato dalla pala che ruota. Di fronte alla torre si ha, infatti, una velocità del vento lievemente ridotta e perciò varia la forza di sollevamento della pala quando questa la supera. Questo rapido cambiamento di forza genera una spinta laterale della pala stessa e una pulsazione sonora nella regione degli infrasuoni. **Non interessa lo spettro sonoro udibile**.
- Il *laminar boundary layer vortex shedding noise (LBL-VS)* è il rumore causato dall'instabilità nel flusso laminare separato dal bordo inferiore della lama.
- Il *flow separation noise (SEP)* è generato in seguito al superamento di un determinato angolo limite di attacco tra la lama e il flusso turbolento; quando si verifica questo superamento si ha un drastico aumento della resistenza sulle pale e dell'emissione sonora.
- Il *trailing edge bluntness vortex shedding noise (TEB-VS)* è il rumore prodotto dall'instabilità nella scia causata dallo spessore del bordo di uscita della pala e risulta essere tonale; esso **è praticamente irrilevante** per le grandi pale moderne.
- Il *tip vortex noise (TIP)* è il rumore causato dalla formazione di vortici intorno alla punta delle pale; il rumore da essi generato è a banda larga, con picchi a 2 e 3 kHz e può essere ridotto con un corretto design della punta della pala.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

Tutti questi fenomeni, uniti alla propagazione in ambiente esterno, sono causa di una modulazione d'ampiezza del rumore emesso dalla turbina eolica nel suo complesso e di una dipendenza dell'emissione sonora dall'orientamento della turbina e dalla direzione del vento. Per questo nei fogli tecnici vengono esposti i livelli medi di potenza.

Nella successiva tabella sono riportati i valori della potenza sonora forniti dalla committenza.

v_s at a height of 10 m	**Sound power level in dB(A)**		
	HH 111 m	**HH 131 m**	**HH 160 m**
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.7	103.1	103.6
5.5 m/s	104.6	104.7	104.9
6 m/s	105.0	105.0	105.0
6.5 m/s	105.0	105.0	105.0
7 m/s	105.0	105.0	105.0
7.5 m/s	105.0	105.0	105.0
8 m/s	105.0	105.0	105.0
8.5 m/s	105.0	105.0	105.0
9 m/s	105.0	105.0	105.0
9.5 m/s	105.0	105.0	105.0
10 m/s	105.0	105.0	105.0
10.5 m/s	105.0	105.0	105.0
11 m/s	105.0	105.0	105.0
11.5 m/s	105.0	105.0	105.0
12 m/s	105.0	105.0	105.0

Tab. 1: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v s at a height of 10 m

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

Il valore di 105.0 dB corrisponde al livello di potenza sonora massimo raggiungibile in funzione della velocità del vento ammessa per il funzionamento dell'aerogeneratore.

Il livello di **potenza sonora (Lw)** è un valore assoluto, generato da una sorgente sonora. La potenza sonora non può essere misurata direttamente, ma richiede metodi particolari per la sua determinazione.

In pratica, una sorgente sonora emette una potenza sonora che si trasforma in variazione di pressione sonora nel mezzo di propagazione (aria).

La **potenza sonora non è soggetta a nessun tipo di alterazioni ed è quindi un valore paragonabile**. A differenza della pressione sonora che dipende da diversi fattori, come la distanza dalla macchina. Quello che noi udiamo è la pressione sonora, ma questa è causata dalla potenza sonora emessa dalla sorgente.

La potenza sonora è la grandezza che meglio descrive la capacità di produrre rumore di una sorgente qualsiasi, indipendentemente da ogni considerazione sul tipo di ambiente, rappresenta quindi un descrittore univoco di una sorgente sonora, è il dato oggettivo del rumore di una macchina.

Man mano che ci si allontana dalla sorgente il livello di pressione sonora diminuisce comprensibilmente mentre il livello di potenza sonora rimane sempre il medesimo perchè è una caratteristica oggettiva della sorgente.

La conversione da livello di potenza a livello di pressione è molto utile nel momento in cui si desidera prevedere il rumore prodotto da una determinata apparecchiatura ad una certa distanza a partire dai dati forniti dal costruttore.

Ai fini della conversione da Lw a Lp, è necessario conoscere il fattore di direttività Q. Esso dipende dal posizionamento della sorgente rispetto ai piani di appoggio.

In acustica il fattore di direttività Q definisce la geometria di propagazione emessa da una sorgente sonora. In generale, si può parlare di propagazione sferica (Q=1), semisferica (Q=2), tra due piani (Q=4), fra tre piani (Q=8). È un parametro che va ad influenzare il livello d'attenuazione di una sorgente sonora.

Altro fattore necessario è il tipo di ambiente nel quale avviene la propagazione sonora. Nel caso specifico si considera la propagazione in campo libero.

Partendo dal valore della potenza sonora, nota la direttività Q e il tipo di propagazione è possibile ottenere il valore della pressione sonora ad una certa distanza, che nel caso specifico è stata considerata pari a 1 metro. Ciò consente di valutare l'attenuazione della pressione sonora dovuta alla distanza rispetto al recettore.

Nel caso specifico si può considerare una propagazione sferica (Q=1).

In caso di propagazione sferica (Q=1) ad un livello di potenza sonora pari a 105,0 dB corrisponde, con le ipotesi fatte, un livello di pressione sonora pari a 94,0 dB.

3. CLASSI ACUSTICHE DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO INTERESSATO E VALORI LIMITE DI EMISSIONE, IMMISSIONE E DI QUALITA'

La legge 26/10/95 n. 447 stabilisce che, nel realizzare la classificazione in zone del territorio, si dovrà tener conto che la classificazione di zona stabilisce, oltre ai valori di qualità, anche i livelli di attenzione ed i limiti massimi di immissione ed emissione. Tali limiti sono fissati nel D.P.C.M. 14 novembre 1997 nelle tabelle B, C e D in allegato di seguito riportate:

Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art. 2)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (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

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (art. 3)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (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 D: valori di qualità - Leq in dB(A) (art. 7)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (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

E' opportuno sottolineare che tali limiti sono più articolati rispetto a quelli del D.P.C.M. 1/3/91. Ricordiamo che essi sono: valori limite di emissione (con riferimento alle singole sorgenti); di immissione (differenziati tra ambienti abitativi e ambiente esterno e comprensivi di tutte le sorgenti); valori di attenzione e valori di qualità comprensivi di tutte le sorgenti presenti.

I valori di qualità sono definiti come "i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo, con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge".

Per quanto riguarda i valori limite di immissione da tutte le sorgenti, il decreto prevede che questi devono essere tali da rispettare il livello massimo di rumore ambientale previsto per la zona in cui il rumore viene valutato. I valori limite di immissione nell'ambiente esterno sono posti pari ai valori indicati nella tabella C; negli ambienti abitativi i valori limite di immissione sono di tipo differenziale (con delle soglie inferiori). I valori di emissione delle singole sorgenti sono pari a quelli della tabella C diminuiti di 5 dB, ossia corrispondenti alla tabella B.

Sono valori di attenzione quelli che uguagliano, per una durata di un'ora, i valori della tabella C aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno, oppure gli stessi valori di tabella C se rapportati ad una durata pari ai tempi di riferimento.

Il decreto stabilisce infine che i valori di qualità siano quelli della tabella C diminuiti di 3 dB, ossia quelli della tabella D.

I valori limite differenziali di immissione sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI.

Tali limiti non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;

b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Di seguito sono riportati i ricettori presi in esame:

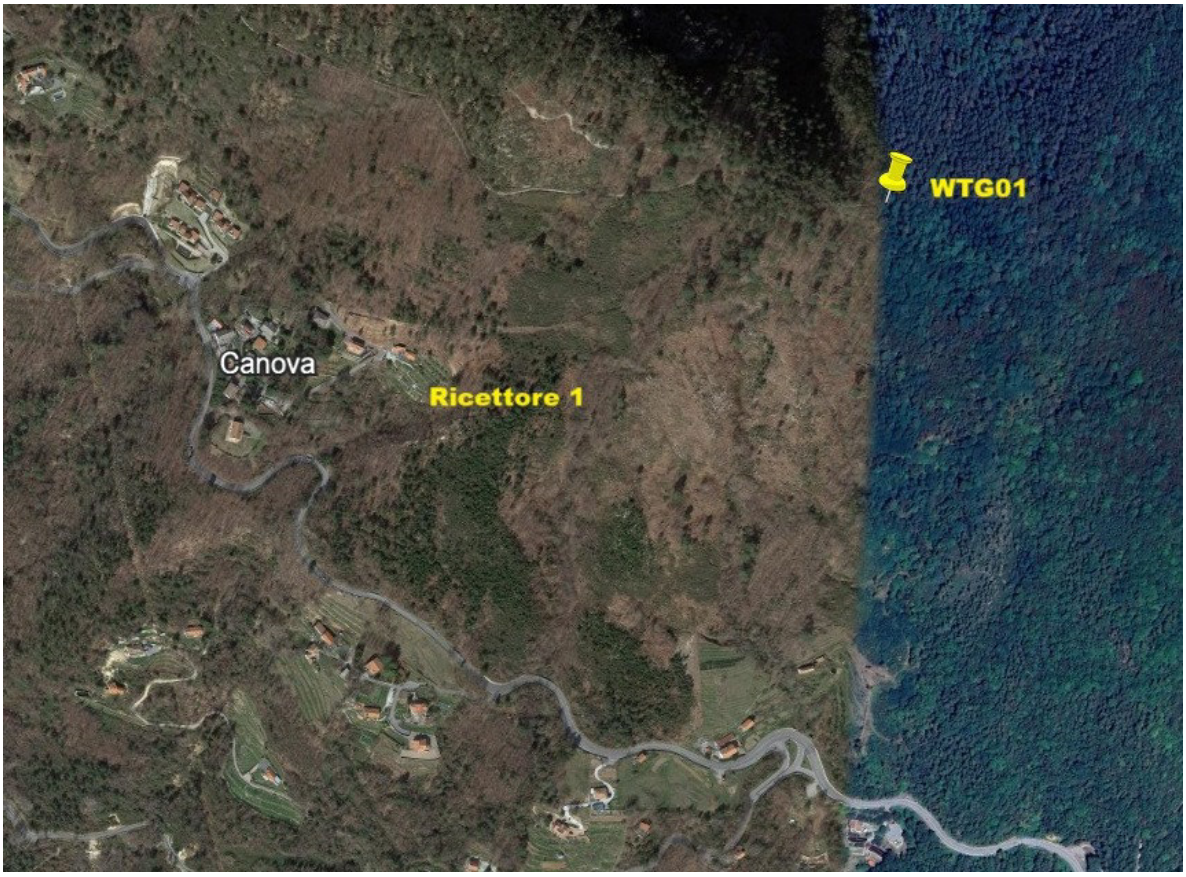


Fig. 2 – Posizione pala e ricettore 1

Il ricettore 1 si trova in località Canova nel comune di Magliolo (SV) ed è in classe acustica III.



Fig. 3 – Posizione pala e ricettore 2

Il ricettore 2 si trova in prossimità della strada provinciale SP 490 nel comune di Magliolo (SV) ed è in classe acustica III.

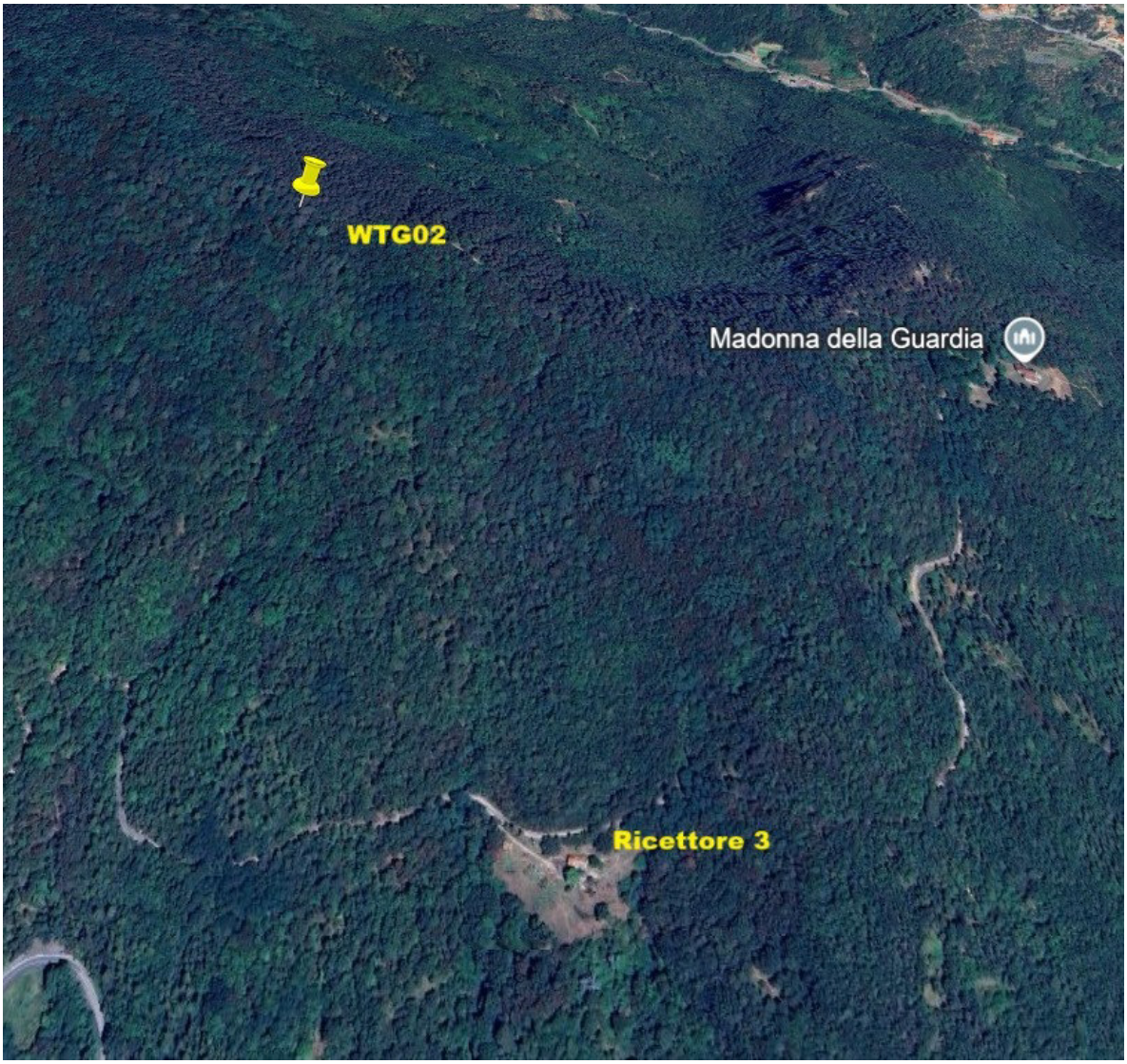


Fig. 4 – Posizione pala e ricettore 3

Il ricettore 3 si trova nel comune di Tovo San Giacomo (SV) che non è dotato di zonizzazione acustica ed è pertanto stato stimato appartenente alla classe acustica II.



Fig. 5 – Posizione pala e ricettore 4

Il ricettore 4 corrisponde al santuario della Madonna della Guardia nel comune di Calice Ligure (SV) ed è in classe acustica III.

Nella Tavola 1 allegata alla presente relazione è riportata la planimetria dell'area e viene riportata la posizione delle pale eoliche.

Considerando che l'orario di funzionamento dell'attività è nelle 24 ore, si rende necessario eseguire la valutazione previsionale di impatto acustico sia per il periodo diurno che per quello notturno.
Non è stato valutato l'aspetto della rumorosità prodotta dall'eventuale traffico veicolare già presente nell'area quale semplificazione ammessa dalla linea guida, potendosi in definitiva considerare irrilevante eventuale traffico a servizio degli aerogeneratori.

4. LIVELLI DI RUMORE ESISTENTI IN ZONA PRIMA DELL'INTERVENTO

Un importante elemento di difficoltà contestuale alla valutazione delle ricadute acustiche di un impianto eolico riguarda la possibilità di analizzare, con la necessaria accuratezza, gli effetti prodotti dal fenomeno ventoso che possono condizionare in larga misura il clima acustico residuale delle aree interessate da questo tipo di impianti.

A tale proposito si rende necessario definire degli standard che possano descrivere gli effetti acustici prodotti dal solo vento valutato nelle diverse configurazioni utili al funzionamento di un aerogeneratore.

La certificazione acustica degli aerogeneratori, realizzata secondo la norma CEI 61400-11, prevede una verifica strumentale effettuata al suolo i cui risultati sono correlati alla velocità del vento valutata a quota h = 10 m ponendosi in campo aperto caratterizzato da una rugosità z0 pari a 0,05 m.

Di seguito vengono elencate le due principali esigenze in ordine alla normalizzazione da realizzare per rendere confrontabili i livelli di rumore prodotti dall'aerogeneratore e dal vento.

- il rumore prodotto dall'impianto è certificato al suolo in funzione del vento valutato a 10 m di quota e con costante z0 = 0,05 m;
- il rumore residuo prodotto dal vento deve essere valutato al suolo e correlato con il vento valutato al suolo e nelle reali condizioni orografiche (z0).

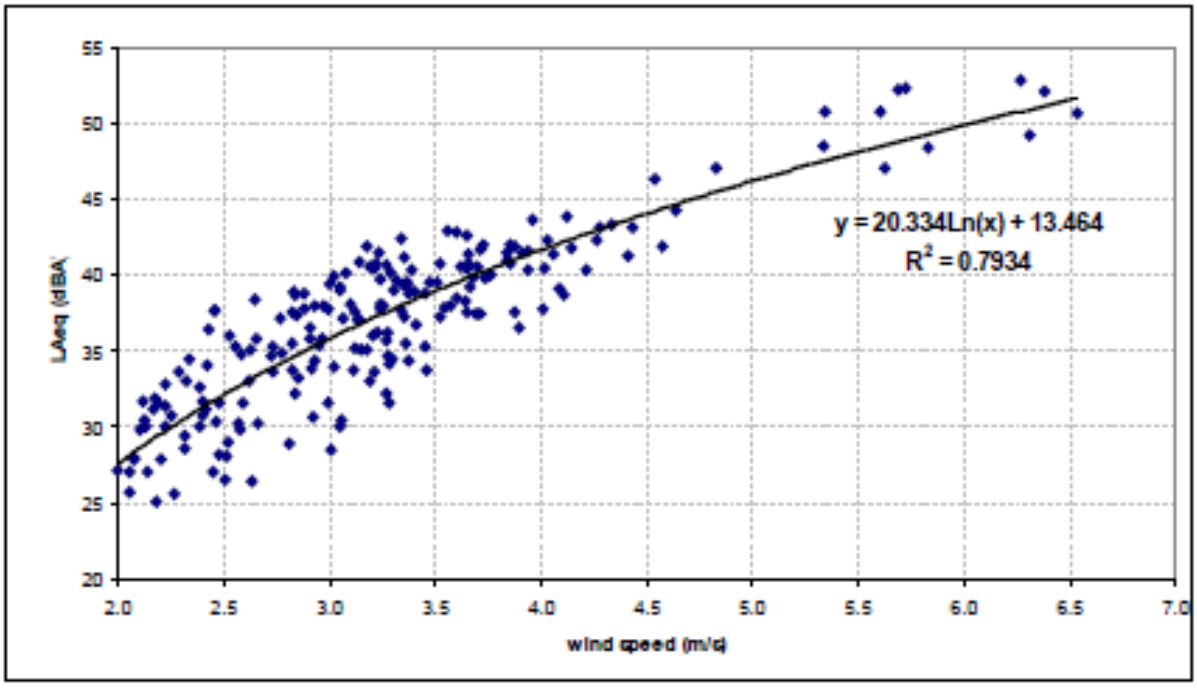
Dunque è necessario operare una prima normalizzazione riportando il vento dalla quota di 10 m alla quota del rotore dell'aerogeneratore utilizzando la rugosità di riferimento (z0 = 0,05 m) per poi ricalcolare la velocità del vento al suolo utilizzando il dato di rugosità caratteristico del territorio indagato; quest'ultimo dato di vento è proprio quello che deve essere utilizzato per la verifica dei livelli residuali in assenza delle emissioni prodotte dall'impianto e in corrispondenza della specifica configurazione indagata.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

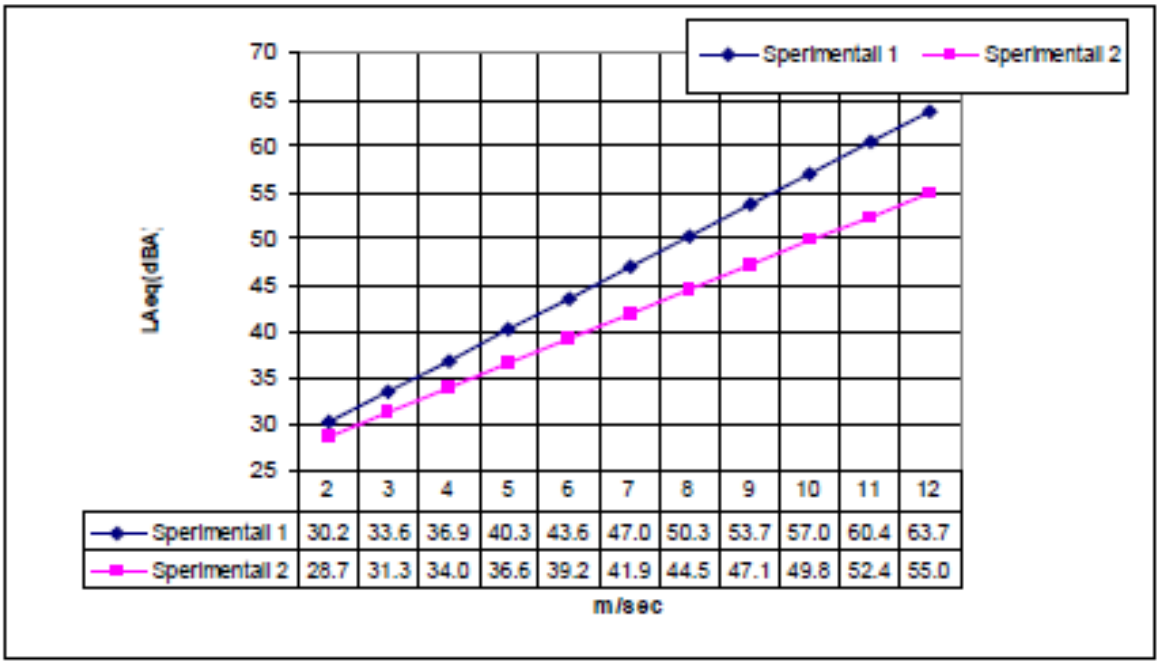
Una volta stabilito il fattore correttivo che permette di valutare la velocità del vento al suolo risulta necessario stimarne l'effetto acustico in funzione della propria velocità.

Dalla Pubblicazione edita dall'ISPRA, Rapporti 103/2013 - ISBN 978-88-448-0636-1, si possono estrapolare i grafici, ottenuti sperimentalmente, del rumore generato dal vento in funzione della sua velocità. Essi sono stati rilevati con campagne di misura dedicate.

Tab. 1 – Dati misurati e curva logaritmica che meglio rappresenta la tendenza sperimentale ottenuta (dati sperimentali Arpa Veneto).



Tab. 2 – Rappresentazione dell'intervallo di variabilità della rumorosità prodotta dal vento a terra.



	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sperimentali 1	30.2	33.6	36.9	40.3	43.6	47.0	50.3	53.7	57.0	60.4	63.7
Sperimentali 2	28.7	31.3	34.0	36.6	39.2	41.9	44.5	47.1	49.8	52.4	55.0

m/sec

Non sono state eseguite misure per la determinazione dei livelli di rumore residuo in corrispondenza dei diversi recettori, ma sono state considerate le classi acustiche riferite agli stessi.

Questa scelta è motivata dal fatto che per tutti i ricettori esaminati sono stati adottati nella valutazione previsionale valori di rumore residuo pari a **45 dB sia per il periodo diurno che per il periodo notturno.**

In base a quanto riportato precedentemente risulta evidente che tali livelli sono decisamente inferiori rispetto a quelli riscontrabili in presenza di vento anche a velocità decisamente basse.

A partire da questi valori e conoscendo i livelli dovuti alle singole fonti di rumore specifiche per l'attività in oggetto, è possibile eseguire una valutazione previsionale di impatto acustico sui ricettori più esposti.

In Allegato 1 (Fogli di calcolo) sono riportati in dettaglio i calcoli eseguiti per la determinazione dei livelli di emissione, immissione e differenziali, dovuti alle pale eoliche per le quali si prevede l'installazione.

5. SCELTA DEI MODELLI PREVISIONALI E VALUTAZIONE DEL DISTURBO

Effettuare una stima degli effetti che l'attività potrà apportare sull'ambiente circostante, è un'operazione che può portare a dei risultati attendibili, con un certo margine di tolleranza, in base alla precisione con la quale vengono forniti i dati di partenza ed al livello di aderenza dei modelli di rappresentazione del territorio interessato.

E' sicuramente preferibile che la diagnostica della rumorosità venga attuata con un sistema ibrido, costituito da un lato da una modellazione numerica della propagazione del rumore, dall'altro da una verifica e taratura dei modelli di calcolo mediante un congruo numero di rilievi strumentali "intelligenti", eseguiti cioè esplicitamente con lo scopo di raccogliere dati per la modellazione, e dunque corredati della raccolta di dati sulle sorgenti del rumore rilevato.

Partendo dai livelli di rumore residuo previsti si è provveduto a valutare, mediante il modello previsionale di seguito descritto, la variazione di livello riscontrabile nei punti di previsione prescelti, determinata dalla presenza in zona del nuovo impianto di produzione di energia elettrica.

La norma ISO 9613 impone i metodi di calcolo per la propagazione del rumore in ambiente esterno per attività produttive in genere, il cui modello di calcolo descritto dalle equazioni della ISO 9613-2 è il seguente:

$$Lp\,(f) = Lw\,(f) + Dw\,(f) - A(f)$$

dove:

Lp: livello di pressione sonoro equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f.

Lw: livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt.

Dw: indice di direttività della sorgente w (dB)

A(f): attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p.

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc$$

dove:

- Adiv: attenuazione dovuta alla divergenza geometrica.
- Aatm: attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico.
- Agr: attenuazione dovuta all'effetto del suolo.
- Abar: attenuazione dovuta alle barriere (supposta nulla nel caso specifico).
- Amisc: attenuazione dovuta ad altri effetti.

Attenuazione per divergenza geometrica

L'attenuazione causata dalla divergenza geometrica prende in considerazione la riduzione del livello sonoro dovuto alla distanza di propagazione.

$$Ad = 20 \log r + 11 \ dB$$

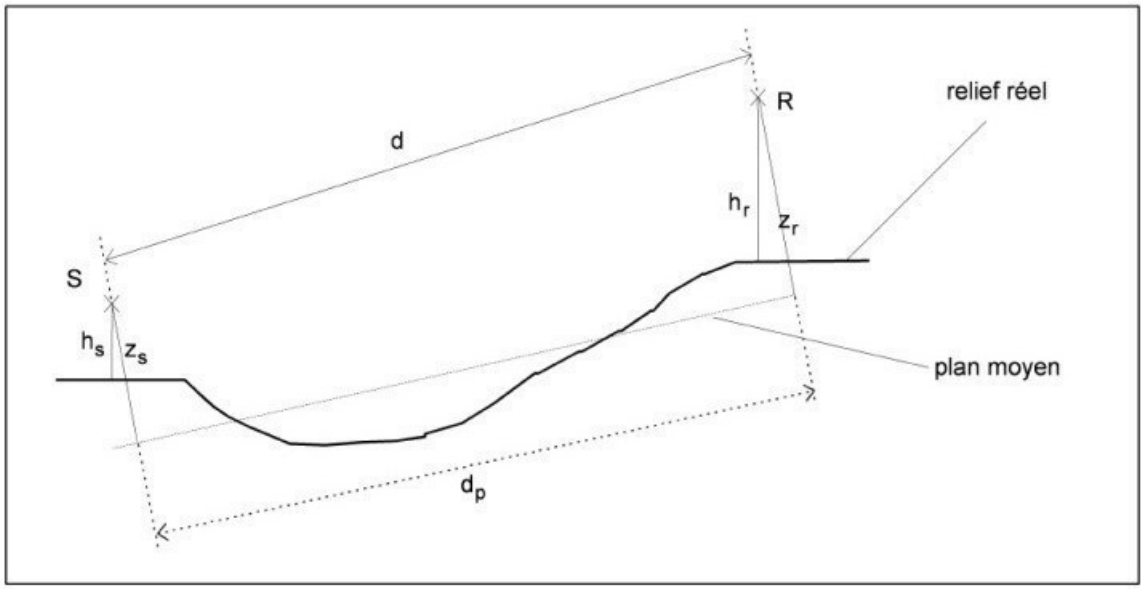
Effetto del suolo

L'attenuazione dovuta all'effetto del suolo è principalmente il risultato dell'interferenza fra il suono riflesso dalla superficie del suolo ed il suono che si propaga direttamente dalla sorgente verso il ricettore. Tale fenomeno è funzione sia delle caratteristiche del terreno sia delle condizioni meteorologiche che modificano la curvatura dei raggi sonori (verso l'alto o il basso): pertanto anche per l'effetto suolo, vengono distinte due tipologie di calcolo, l'una per le condizioni omogenee e l'altra per le condizioni favorevoli di propagazione.

Ai fini del calcolo, l'assorbimento del suolo è rappresentato da un coefficiente G, adimensionale, compreso fra 1 e 0, attribuendo il valore 0 ad un terreno riflettente ed il valore 1 ad un terreno assorbente, mentre può assumere valori intermedi in caso di propagazione lungo suoli di diversa natura.

Per prendere in opportuna considerazione la realtà del profilo del terreno lungo la di propagazione, le formule di calcolo dell'effetto suolo utilizzano,in luogo delle altezze reali della sorgente e del ricettore (indicate con h) la loro altezza equivalente al di sopra del "piano medio del suolo" (indicata con z). In altri termini le altezze equivalenti si ottengono a partire dal profilo reale del terreno e sostituendolo con un piano fittizio rappresentante il profilo medio del terreno, come esemplificato in figura.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995



L'altezza equivalente, z , di un punto è quindi la sua altezza ortogonale a tale piano medio. Se l'altezza equivalente di un punto assume valori negativi (ovvero se il punto è situato al di sotto del piano medio), la sua altezza equivalente viene posta pari a zero, ed in tal caso il punto coincide con il suo eventuale punto immagine.
Nel caso di condizioni di propagazione favorevole, il calcolo è effettuato in modo separato per le porzioni di suolo nei pressi della sorgente, nel percorso fra sorgente e ricettore e nella zona presso il ricettore, definite rispettivamente zona della sorgente, zona intermedia e zona del ricettore.
Nel caso di condizioni favorevoli, i raggi sonori sono incurvati verso il suolo, e i conseguenza l'effetto suolo è essenzialmente condizionato dalla natura del terreno posta nelle vicinanze della sorgente e del ricettore; solo per grandi distanze le traiettorie di propagazione possono avere dei "rimbalzi" sul terreno situato fra sorgente e ricettore: in tal caso occorre tener conto anche di questi fenomeni.
Pertanto nel caso di condizioni favorevoli il calcolo và effettuato separatamente sulla zona in vicinanza della sorgente, sulla zona intermedia e sulla zona in vicinanza del ricettore. Ciascuna di tali zone può essere caratterizzata da un coefficiente del suolo G diverso, definiti rispettivamente Gs, Gm et Gr.
Normalmente si possono considerare anche due soli fattori di terreno, ovvero un coefficiente Gs nella regione della sorgente ed un coefficiente Gtraiettoria corrispondente alle caratteristiche medie del suolo sull'insieme del percorso di

propagazione, ovvero applicato alla zona intermedia ed alla zona del ricettore (Gm = Gr = Gtraiettoria).

L'attenuazione per assorbimento atmosferico

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula (par. 7.2 ISO 9613-2):

$$Aatm = \alpha \cdot d / 1000$$

Dove:

d rappresenta la distanza di propagazione in metri

α rappresenta il coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti :

Umidità relativa pari al 70%:

Temp (C)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 (Hz)
10	0,1	0,4	1	1,9	3,	9,7	32,8	117
20	0,1	0,3	1,1	2,8	5	9	22,9	76,6
30	0,1	0,3	1	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3

Temperatura pari a 15 gradi

Uml (%)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 (Hz)
20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,1	88,8	202
50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

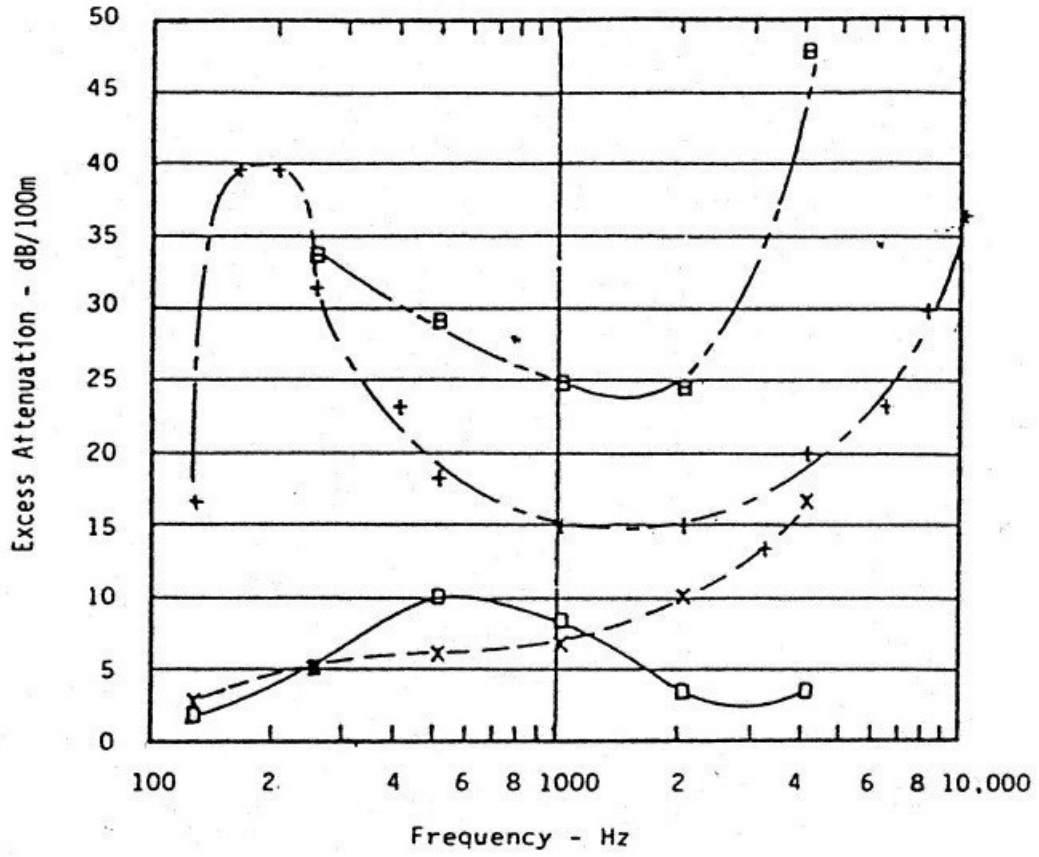
Per valori di temperatura o umidità relativa diversi da quelli indicati i coefficienti sono calcolati per interpolazione.

Effetto della vegetazione

La vegetazione riduce infatti l'inquinamento acustico attenuando il suono e riducendone l'intensità.

La seguente tabella evidenzia l'effetto della vegetazione sulla propagazione del rumore.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995



□ Attenuazione dovuta all'erba

X Attenuazione dovuta al fitto fogliame

⊟ Attenuazione dovuta agli alberi nel periodo estivo

\+ Attenuazione dovuta agli alberi nel periodo invernale

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

Nel caso specifico è stata considerata la sola attenuazione per divergenza $\mathbf{A_d}$:

$$Adiv = 20 \log (d/d0) + 11 \ dB$$

Dove:

d = distanza tra sorgente e ricevitore espressa in metri

d0 = distanza di riferimento (= 1 m)

In caso di propagazione sferica in campo libero il coefficiente va posto a 11 come da norma UNI ISO 9613-2:2024 Cap. 7 Par. 7.1.

Il calcolo dei livelli previsti è stato realizzato per i diversi recettori critici precedentemente riportati. I calcoli dettagliati sono riportati nei fogli di calcolo in Allegato 1.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

6. VERIFICA PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO (CLIMA ACUSTICO DELLO STATO UNO)

Di seguito vengono sommariamente riportati gli esiti della valutazione previsionale eseguita, dai quali si può dedurre il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente. Maggiori dettagli sono riportati in Allegato 1: Fogli di calcolo.

VERIFICA IMPATTO ACUSTICO PUNTO DI PREVISIONE 1 CLASSE ACUSTICA III – POTENZA SONORA 105.0 dB				
Punto di misura	**LAeq residuo (stimato)**	**LAeq di Emissione (calcolato)**	**LAeq ambientale (stimato)**	**DIFFERENZIALE (stimato)**
Ricettore 1 diurno	45.0	41.1	46.5	1.5
Ricettore 1 notturno	45.0	41.1	46.5	1.5

VERIFICA IMPATTO ACUSTICO PUNTO DI PREVISIONE 2 CLASSE ACUSTICA III – POTENZA SONORA 105.0 dB				
Punto di misura	**LAeq residuo (stimato)**	**LAeq di Emissione (calcolato)**	**LAeq ambientale (stimato)**	**DIFFERENZIALE (stimato)**
Ricettore 2 diurno	45.0	41.2	46.5	1.5
Ricettore 2 notturno	45.0	41.2	46.5	1.5

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

VERIFICA IMPATTO ACUSTICO PUNTO DI PREVISIONE 3 CLASSE ACUSTICA II – POTENZA SONORA 105.0 dB				
Punto di misura	**LAeq residuo (stimato)**	**LAeq di Emissione (calcolato)**	**LAeq ambientale (stimato)**	**DIFFERENZIALE (stimato)**
Ricettore 3 diurno	45.0	40.0	46.2	1.2
Ricettore 3 notturno	45.0	40.0	46.2	1.2

VERIFICA IMPATTO ACUSTICO PUNTO DI PREVISIONE 4 CLASSE ACUSTICA III – POTENZA SONORA 105.0 dB				
Punto di misura	**LAeq residuo (stimato)**	**LAeq di Emissione (calcolato)**	**LAeq ambientale (stimato)**	**DIFFERENZIALE (stimato)**
Ricettore 4 diurno	45.0	38.4	45.9	0.9
Ricettore 4 notturno	45.0	38.4	45.9	0.9

E’ opportuno sottolineare che la presente valutazione previsionale è riferita alle condizioni massime in termini di potenza sonora emessa, ad una attenuazione dovuta alla sola divergenza e a valori dei livelli residui sicuramente inferiori rispetto a quelli riscontrabili in presenza di vento significativo per l’attivazione della pala eolica a progetto.

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

7. CONCLUSIONI

In relazione alle ipotesi fatte, che sono largamente cautelative (come d'altra parte devono essere in questi tipi di valutazione), dai calcoli eseguiti e tenendo presente l'utilizzo degli accorgimenti citati precedentemente, si è riscontrato che i livelli di immissione in tutte le zone potenzialmente esposte alla propagazione sonora del nuovo insediamento si mantengono, nella peggiore delle ipotesi, al di sotto dei limiti previsti dalla normativa vigente. Viene parimenti verificato il rispetto del criterio differenziale.

Chiavari, 29 ottobre 2024

Il T.C.A.A.
Massimo Cappellini



Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

ALLEGATO 1 FOGLI DI CALCOLO

RICETTORE 1 - LOCALITA' CANOVA - COMUNE MAGLIOLO - CLASSE ACUSTICA III

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 06.00 - 22.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 22.00 - 06.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLI DI PRESSIONE SONORA PER OGNI SINGOLO AEROGENERATORE

	dB(A)
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0

STIMA DEL LIVELLO PREVISTO NEI PUNTI DI MISURA

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**46,5**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**46,5**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	490	64,8	**40,2**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	990	70,9	**34,1**	

CALCOLO DEL LIVELLO DI EMISSIONE PREVISTO

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**41,1**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**41,1**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	490	64,8	**40,2**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	990	70,9	**34,1**	

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

RICETTORE 2 - SP 490 - COMUNE MAGLIOLO - CLASSE ACUSTICA III

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 06.00 - 22.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 22.00 - 06.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLI DI PRESSIONE SONORA PER OGNI SINGOLO AEROGENERATORE

	dB(A)
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0

STIMA DEL LIVELLO PREVISTO NEI PUNTI DI MISURA

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**46,5**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**46,5**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	535	65,6	**39,4**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	765	68,7	**36,3**	

CALCOLO DEL LIVELLO DI EMISSIONE PREVISTO

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**41,2**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**41,2**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	535	65,6	**39,4**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	765	68,7	**36,3**	

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

RICETTORE 3 - SP 490 - COMUNE TOVO SAN GIACOMO - CLASSE ACUSTICA II (IPOTESI)

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 06.00 - 22.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 22.00 - 06.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLI DI PRESSIONE SONORA PER OGNI SINGOLO AEROGENERATORE

	dB(A)
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0

STIMA DEL LIVELLO PREVISTO NEI PUNTI DI MISURA

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**46,2**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**46,2**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	990	70,9	**34,1**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	583	66,3	**38,7**	

CALCOLO DEL LIVELLO DI EMISSIONE PREVISTO

	Punto 3	
	dB(A)	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**40,0**	
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**40,0**	

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	990	70,9	**34,1**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	583	66,3	**38,7**	

Studio Emmeci di Massimo Cappellini **studioemmeci@yahoo.it**
Via Nino Bixio,22D/13 16043 CHIAVARI GE
TEL 0185308965 CELL 3388038487
P.IVA 01134120995

RICETTORE 4 - SANTUARIO MADONNA DELLA GUARDIA - COMUNE CALICE LIGURE - CLASSE ACUSTICA III

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 06.00 - 22.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLO DI RUMORE RESIDUO STIMATO NEL PERIODO 22.00 - 06.00

Punto 3	
45,0	dB(A)
0,003556559	Pa

LIVELLI DI PRESSIONE SONORA PER OGNI SINGOLO AEROGENERATORE

	dB(A)
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0
Aerogeneratore ENERCON E-138	105,0

STIMA DEL LIVELLO PREVISTO NEI PUNTI DI MISURA

	Punto 3
	dB(A)
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**45,9**
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**45,9**

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	1236	72,8	**32,2**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	690	67,8	**37,2**	

CALCOLO DEL LIVELLO DI EMISSIONE PREVISTO

	Punto 3
	dB(A)
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo diurno	**38,4**
Stima relativa al Ricettore 3 - Periodo notturno	**38,4**

Stima del contributo al livello di rumore apportato da ogni singolo aerogeneratore nel punto di misura.

	Punto 3			
	dist. [m]	att. [dBA]	liv. [dBA]	note
Aerogeneratore ENERCON E-138	1236	72,8	**32,2**	
Aerogeneratore ENERCON E-138	690	67,8	**37,2**	

Technical data sheet

Power-optimised sound modes

ENERCON E-138 EP3 E3 / 4260 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

ENERCON
ENERGY FOR THE WORLD

Publisher

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany
Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109
E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Managing Directors: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411
VAT ID no.: DE 181 977 360

Copyright notice

The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.

ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.

The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.

If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

Registered trademarks

Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

Reservation of right of modification

ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

Document details

Document ID	D02438336/0.0-en
Note	Original document. Source document of this translation: D02438336/0.0-de/2021-07-26

Date	Language	DCC	Plant/department
2021-07-27	en	DA	WRD Management Support GmbH / Documentation Department

Applicable documents

The titles of the documents listed are the titles of the original language versions, with translations of these titles in brackets where applicable. The titles of superordinate standards and guidelines are indicated in the original language or as an English translation. Document IDs always refer to the original language versions. If the document ID does not contain a revision, the most recent revision of the document applies. This list contains documents concerning optional components if necessary.

Document ID	Title
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
IEC 61400-11:2012	Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques
-	Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters

Table of contents

1 Available operating modes 6

2 General information 7
2.1 Power Performance 7
2.2 Information on sound power levels 7
2.3 Operating parameters 7
2.4 Site properties 8
2.5 Turbulence intensity 9

3 Operating mode NR I s 11
3.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR I s 11
3.2 Calculated sound power levels – operating mode NR I s 14

4 Operating mode NR II s 16
4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR II s 16
4.2 Calculated sound power levels – operating mode NR II s 19

5 Operating mode NR III s 21
5.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR III s 21
5.2 Calculated sound power levels – operating mode NR III s 24

List of abbreviations

Abbreviations

HH	Hub height

Variables, units, formulas

L_{WA}	Sound power level
v_H	Wind speed at hub height
v_s	Standardised wind speed
σ_P	Serial product variation
σ_R	Uncertainty in measurement

1 Available operating modes

The following table shows which operating modes are available for which tower versions or hub heights.

Tab. 1: Available operating modes

Operating mode	Tower version and hub height (HH)		
	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
NR I s	x	x	x
NR II s	x	x	x
NR III s	x	x	x

x = Available

- = Not available

2 General information

In addition to the technical properties of the wind energy converter listed in this document, it is imperative to note the supplement to this document. An overview of the supplements is available to Sales (D0950052 'Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern' (Overview of supplements to the sound and performance data sheets)).

2.1 Power Performance

The power values, power coefficients (c_p values) and thrust coefficients (c_t values) given in this document are predicted values. Based on the current development status of this wind energy converter type, ENERCON considers it sufficiently likely that these values will be reached. The power performance of the wind energy converter is only guaranteed under the conditions described in the document 'Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters'.

2.2 Information on sound power levels

Allocation of the sound power levels (L_{WA}) to the standardised wind speed (v_s) at a height of 10 m is valid only if based on a logarithmic wind shear law with a roughness length of 0.05 m. Allocation of the sound power levels to the wind speed at hub height (v_H) is valid for all hub heights (HH). During measurements, the wind speed is determined based on the power output and the power curve.

Due to uncertainties in sound measurements (σ_R) and series product variations (σ_P), the sound power level values indicated in this document allow for an uncertainty of σ_R = 0.5 dB(A) and σ_P = 1.2 dB(A). The 90 % confidence interval applies:

$$L_{e,max} = L_W + 1{,}28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

If, during measurement, the difference between total noise and extraneous noise is less than 6 dB(A), a greater uncertainty should be assumed. The guideline is IEC 61400-11:2012.

The sound power levels are calculated for the conditions stated in tab. 2, p. 8. A prevailing turbulence intensity distribution of 6 % to 12 % is assumed.

This data sheet does not constitute a warranty of compliance with project-specific or site-specific sound power levels.

2.3 Operating parameters

The settings of the wind energy converter's reactive power generation and wind farm open-loop and closed-loop control systems influence the power performance. The calculated power curves, c_p and c_t curves listed in this document apply only to operation without limitations.

2.4 Site properties

The power, c_p and c_t curves and sound power levels listed in this document have been calculated for the conditions described in tab. 2, p. 8 with undamaged leading edges and clean rotor blades. The calculations are based on experience with wind energy converters in a wide variety of locations.

Tab. 2: Site conditions

Parameter	Value (10-minute mean)
Standard air density	1.225 kg/m^3
Relative air humidity	70 %
Temperature	15 °C
Turbulence intensity	According to ch. 2.5, p. 9
Wind shear exponent	0.0 to 0.3
Maximum difference of wind direction between upper and lower blade tip	10°
Maximum flow inclination	±2°
Terrain	According to IEC 61400-12-1:2017
Snow/ice	No
Rain	No

Otherwise, the framework conditions according to IEC 61400-12-1:2017 apply.

2.5 Turbulence intensity

The table below defines the range of validity for the power curves, c_p and c_t curves with regard to the turbulence intensities that may prevail on site. See tab. 2, p. 8 for further restrictions.

Tab. 3: Turbulence intensity

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
0.00	20.00	40.00
0.50	20.00	40.00
1.00	20.00	40.00
1.50	20.00	40.00
2.00	20.00	40.00
2.50	20.00	40.00
3.00	18.32	34.02
3.50	16.45	30.55
4.00	15.05	27.95
4.50	13.96	25.93
5.00	13.09	24.31
5.50	12.38	22.99
6.00	11.78	21.88
6.50	11.28	20.95
7.00	10.85	20.15
7.50	10.48	19.46
8.00	10.15	18.85
8.50	9.86	18.31
9.00	9.61	17.84
9.50	9.38	17.41
10.00	9.17	17.03
10.50	8.98	16.68
11.00	8.81	16.37
11.50	8.66	16.08
12.00	8.52	15.82
12.50	8.39	15.57
13.00	8.27	15.35
13.50	8.15	15.14
14.00	8.05	14.95
14.50	7.95	14.77
15.00	7.86	14.60

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
15.50	7.78	14.45
16.00	7.70	14.30
16.50	7.63	14.16
17.00	7.56	14.03
17.50	7.49	13.91
18.00	7.43	13.79
18.50	7.37	13.69
19.00	7.31	13.58
19.50	7.26	13.48
20.00	7.21	13.39
20.50	7.16	13.30
21.00	7.12	13.22
21.50	7.07	13.14
22.00	7.03	13.06
22.50	6.99	12.99
23.00	6.95	12.92
23.50	6.92	12.85
24.00	6.88	12.78
24.50	6.85	12.72
25.00	6.82	12.66
25.50	6.79	12.60
26.00	6.76	12.55
26.50	6.73	12.50
27.00	6.70	12.45
27.50	6.68	12.40
28.00	6.65	12.35

3 Operating mode NR I s

3.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR I s

Tab. 4: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR I s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	729	0.48	0.89
6.00	952	0.48	0.89
6.50	1210	0.48	0.88
7.00	1501	0.48	0.86
7.50	1818	0.47	0.83
8.00	2152	0.46	0.79
8.50	2489	0.44	0.75
9.00	2815	0.42	0.69
9.50	3117	0.40	0.64
10.00	3383	0.37	0.58
10.50	3604	0.34	0.53
11.00	3777	0.31	0.48
11.50	3903	0.28	0.43
12.00	3990	0.25	0.38
12.50	4046	0.23	0.34
13.00	4080	0.20	0.30
13.50	4080	0.18	0.27
14.00	4080	0.16	0.24
14.50	4080	0.15	0.21

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
15.00	4080	0.13	0.19
15.50	4080	0.12	0.17
16.00	4080	0.11	0.16
16.50	4080	0.10	0.14
17.00	4080	0.09	0.13
17.50	4080	0.08	0.12
18.00	4080	0.08	0.11
18.50	4080	0.07	0.10
19.00	4080	0.07	0.10
19.50	4080	0.06	0.09
20.00	4080	0.06	0.08
20.50	4078	0.05	0.08
21.00	4032	0.05	0.07
21.50	3960	0.04	0.07
22.00	3855	0.04	0.06
22.50	3710	0.04	0.06
23.00	3526	0.03	0.05
23.50	3304	0.03	0.05
24.00	3049	0.02	0.04
24.50	2774	0.02	0.04
25.00	2249	0.02	0.03
25.50	1950	0.01	0.02
26.00	1666	0.01	0.02
26.50	1397	0.01	0.02
27.00	1149	0.01	0.01
27.50	928	0.01	0.01
28.00	787	0.00	0.01

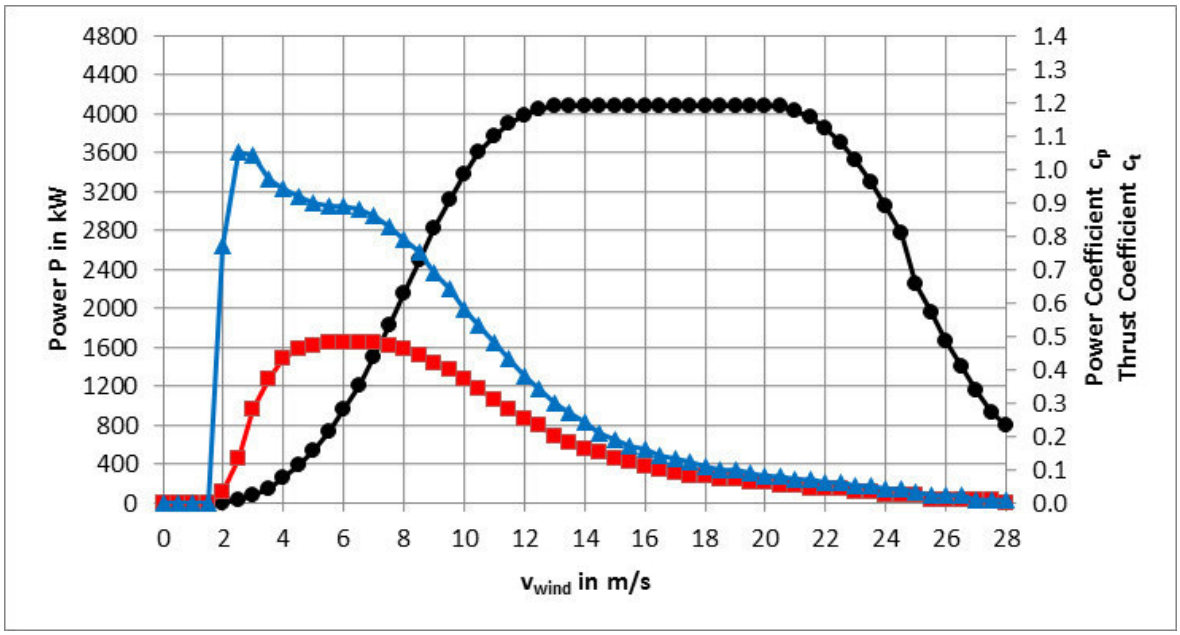


Fig. 1: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR I s

◆	Power P in kW
▲	c_t value
■	c_p value

3.2 Calculated sound power levels – operating mode NR I s

In operating mode NR I s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 105.0 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described inch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	4080	kW
Nominal wind speed	13.0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	10.6	rpm

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.7	103.1	103.6
5.5 m/s	104.6	104.7	104.9
6 m/s	105.0	105.0	105.0
6.5 m/s	105.0	105.0	105.0
7 m/s	105.0	105.0	105.0
7.5 m/s	105.0	105.0	105.0
8 m/s	105.0	105.0	105.0
8.5 m/s	105.0	105.0	105.0
9 m/s	105.0	105.0	105.0
9.5 m/s	105.0	105.0	105.0
10 m/s	105.0	105.0	105.0
10.5 m/s	105.0	105.0	105.0
11 m/s	105.0	105.0	105.0
11.5 m/s	105.0	105.0	105.0
12 m/s	105.0	105.0	105.0

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	105.0	105.0	105.0

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	103.3
8 m/s	104.6
8.5 m/s	105.0
9 m/s	105.0
9.5 m/s	105.0
10 m/s	105.0
10.5 m/s	105.0
11 m/s	105.0
11.5 m/s	105.0
12 m/s	105.0
12.5 m/s	105.0
13 m/s	105.0
13.5 m/s	105.0
14 m/s	105.0
14.5 m/s	105.0
15 m/s	105.0

4 Operating mode NR II s

4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR II s

Tab. 8: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR II s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	729	0.48	0.89
6.00	951	0.48	0.88
6.50	1205	0.48	0.87
7.00	1485	0.47	0.84
7.50	1782	0.46	0.80
8.00	2084	0.44	0.75
8.50	2379	0.42	0.69
9.00	2658	0.40	0.64
9.50	2915	0.37	0.58
10.00	3146	0.34	0.52
10.50	3346	0.32	0.47
11.00	3512	0.29	0.43
11.50	3642	0.26	0.39
12.00	3737	0.24	0.35
12.50	3804	0.21	0.31
13.00	3849	0.19	0.28
13.50	3870	0.17	0.25
14.00	3870	0.15	0.22
14.50	3870	0.14	0.20

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p value	c_t value
15.00	3870	0.13	0.18
15.50	3870	0.11	0.16
16.00	3870	0.10	0.15
16.50	3870	0.09	0.14
17.00	3870	0.09	0.12
17.50	3870	0.08	0.11
18.00	3870	0.07	0.11
18.50	3870	0.07	0.10
19.00	3870	0.06	0.09
19.50	3870	0.06	0.08
20.00	3870	0.05	0.08
20.50	3870	0.05	0.07
21.00	3862	0.05	0.07
21.50	3813	0.04	0.06
22.00	3738	0.04	0.06
22.50	3628	0.04	0.05
23.00	3480	0.03	0.05
23.50	3294	0.03	0.05
24.00	3070	0.02	0.04
24.50	2825	0.02	0.04
25.00	2317	0.02	0.03
25.50	2015	0.01	0.02
26.00	1729	0.01	0.02
26.50	1456	0.01	0.02
27.00	1202	0.01	0.01
27.50	975	0.01	0.01
28.00	828	0.00	0.01

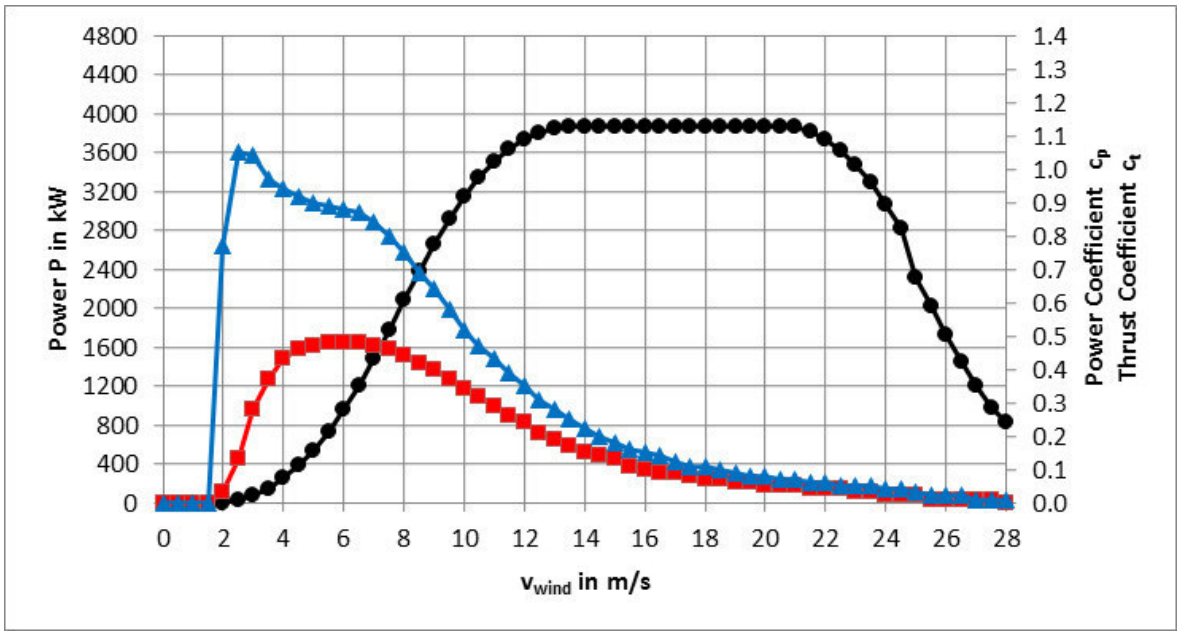


Fig. 2: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR II s

◆	Power P in kW
▲	c_t value
■	c_p value

4.2 Calculated sound power levels – operating mode NR II s

In operating mode NR II s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 104.0 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 9: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	3870	kW
Nominal wind speed	13.5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	10.1	rpm

Tab. 10: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.7	103.1	103.5
5.5 m/s	104.0	104.0	104.0
6 m/s	104.0	104.0	104.0
6.5 m/s	104.0	104.0	104.0
7 m/s	104.0	104.0	104.0
7.5 m/s	104.0	104.0	104.0
8 m/s	104.0	104.0	104.0
8.5 m/s	104.0	104.0	104.0
9 m/s	104.0	104.0	104.0
9.5 m/s	104.0	104.0	104.0
10 m/s	104.0	104.0	104.0
10.5 m/s	104.0	104.0	104.0
11 m/s	104.0	104.0	104.0
11.5 m/s	104.0	104.0	104.0
12 m/s	104.0	104.0	104.0

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	104.0	104.0	104.0

Tab. 11: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	103.3
8 m/s	104.0
8.5 m/s	104.0
9 m/s	104.0
9.5 m/s	104.0
10 m/s	104.0
10.5 m/s	104.0
11 m/s	104.0
11.5 m/s	104.0
12 m/s	104.0
12.5 m/s	104.0
13 m/s	104.0
13.5 m/s	104.0
14 m/s	104.0
14.5 m/s	104.0
15 m/s	104.0

5 Operating mode NR III s

5.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode NR III s

Tab. 12: Calculated power, c_p and c_t values for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR III s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	2	0.03	0.77
2.50	19	0.13	1.05
3.00	69	0.28	1.04
3.50	146	0.37	0.97
4.00	250	0.43	0.94
4.50	383	0.46	0.92
5.00	540	0.47	0.90
5.50	727	0.48	0.89
6.00	942	0.48	0.87
6.50	1183	0.47	0.84
7.00	1440	0.46	0.79
7.50	1703	0.44	0.74
8.00	1964	0.42	0.68
8.50	2215	0.39	0.62
9.00	2455	0.37	0.56
9.50	2680	0.34	0.51
10.00	2890	0.32	0.46
10.50	3080	0.29	0.42
11.00	3247	0.27	0.39
11.50	3388	0.24	0.35
12.00	3500	0.22	0.32
12.50	3583	0.20	0.29
13.00	3643	0.18	0.26
13.50	3682	0.16	0.23
14.00	3700	0.15	0.21
14.50	3700	0.13	0.19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c_p-Wert	c_t-Wert
15.00	3700	0.12	0.17
15.50	3700	0.11	0.16
16.00	3700	0.10	0.14
16.50	3700	0.09	0.13
17.00	3700	0.08	0.12
17.50	3700	0.08	0.11
18.00	3700	0.07	0.10
18.50	3700	0.06	0.09
19.00	3700	0.06	0.09
19.50	3700	0.05	0.08
20.00	3700	0.05	0.08
20.50	3700	0.05	0.07
21.00	3700	0.04	0.07
21.50	3685	0.04	0.06
22.00	3634	0.04	0.06
22.50	3553	0.03	0.05
23.00	3438	0.03	0.05
23.50	3286	0.03	0.04
24.00	3095	0.02	0.04
24.50	2881	0.02	0.04
25.00	2402	0.02	0.03
25.50	2105	0.01	0.03
26.00	1814	0.01	0.02
26.50	1535	0.01	0.02
27.00	1275	0.01	0.01
27.50	1039	0.01	0.01
28.00	885	0.00	0.01

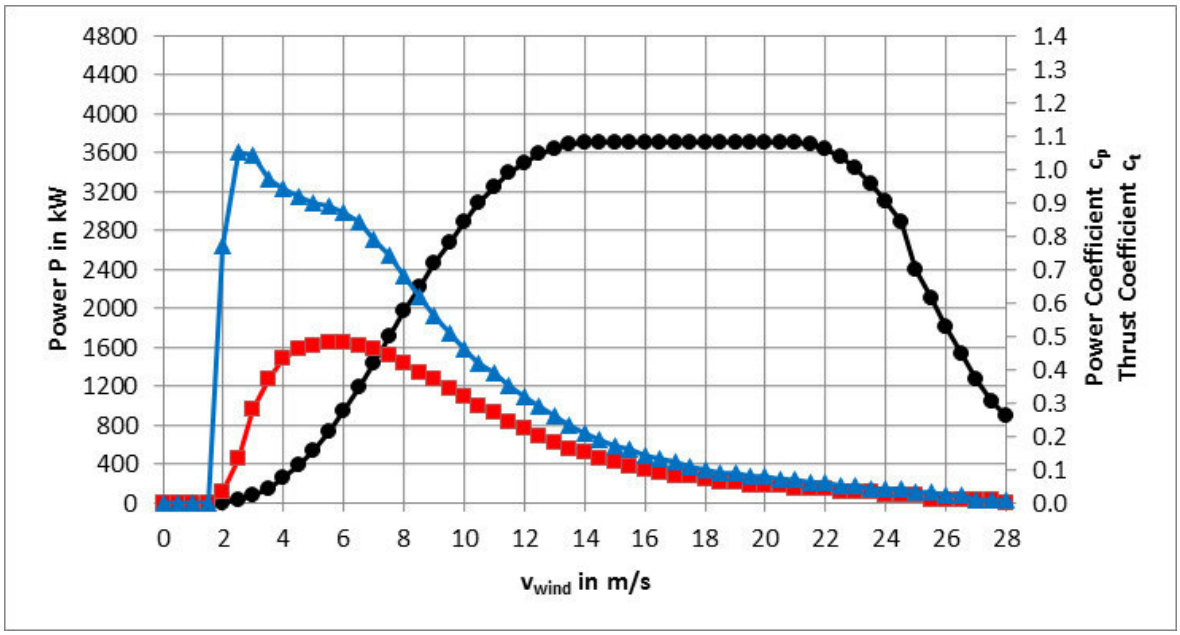


Fig. 3: Power, c_p and c_t curves for E-138 EP3 E3 / 4260 kW – operating mode NR III s

◆	Leistung P in kW
▲	c_t value
■	c_p value

5.2 Calculated sound power levels – operating mode NR III s

In operating mode NR III s the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 103.2 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 13: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	3700	kW
Nominal wind speed	14.0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	9.7	rpm

Tab. 14: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
3 m/s	94.8	94.9	95.2
3.5 m/s	96.5	96.8	97.2
4 m/s	98.5	98.8	99.3
4.5 m/s	100.6	101.0	101.5
5 m/s	102.4	102.7	102.8
5.5 m/s	102.9	103.0	103.1
6 m/s	103.1	103.2	103.2
6.5 m/s	103.2	103.2	103.2
7 m/s	103.2	103.2	103.2
7.5 m/s	103.2	103.2	103.2
8 m/s	103.2	103.2	103.2
8.5 m/s	103.2	103.2	103.2
9 m/s	103.2	103.2	103.2
9.5 m/s	103.2	103.2	103.2
10 m/s	103.2	103.2	103.2
10.5 m/s	103.2	103.2	103.2
11 m/s	103.2	103.2	103.2
11.5 m/s	103.2	103.2	103.2
12 m/s	103.2	103.2	103.2

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 111 m	HH 131 m	HH 160 m
95 % P_n	103.2	103.2	103.2

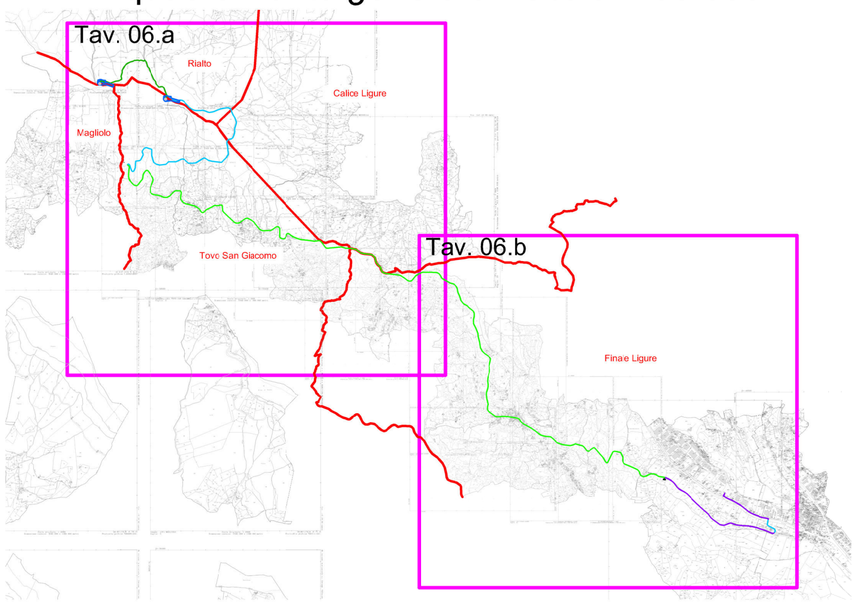
Tab. 15: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	96.3
5.5 m/s	97.6
6 m/s	99.0
6.5 m/s	100.5
7 m/s	101.9
7.5 m/s	102.8
8 m/s	102.9
8.5 m/s	103.1
9 m/s	103.2
9.5 m/s	103.2
10 m/s	103.2
10.5 m/s	103.2
11 m/s	103.2
11.5 m/s	103.2
12 m/s	103.2
12.5 m/s	103.2
13 m/s	103.2
13.5 m/s	103.2
14 m/s	103.2
14.5 m/s	103.2
15 m/s	103.2

Legenda

- Piazzola
- Fondazione WTG
- Area di piazzola interessata da scavi o riporti
- Cavidotto utente WTG01 - WTG02
- Cavidotto utente WTG02 - Cabina di consegna
- Cabina di consegna
- Cavidotto di consegna
- Cavidotto utente/di consegna posato su strada non presente a catasto
- Confine comunale

Inquadramento generale - Scala 1:35.000



Regione Liguria | Comune Magliolo | Comune Rialto | Comune Tovo San Giacomo | Provincia Savona

PARCO EOLICO PIAN DEI BUOI - 8MW

BH WIND

Inquadramento su catasto	Tav. 06.a

Progetto definitivo	IL PROGETTISTA
Comuni di Magliolo - Rialto - Tovo San Giacomo (SV)	
Località Piano dei Buoi	
Rev. 00 - Ottobre 2024	
Scala 1:5.000	

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1758 Dott. Ing. Daniele Pitra

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1945 Dott. Ing. Samuele Viara

BH Wind s.r.l.
Via Zara, 5
23100 SONDRIO
tel. +39.0342.211159
fax. +39.0342.517163
www.bissiholding.ccm - info@bissiholding.com
C.F. - P.Iva. 01055440141
R.E.A. SO - 79322
Con Unico Socio

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Bissi Holding S.p.A.

BISSI holding energy for the future