

REGIONE: PUGLIA
PROVINCIA: FOGGIA
COMUNE: BOVINO

ELABORATO:

ALL.1

OGGETTO:

PARCO EOLICO
composto da 8 WTG da 4,2MW/cad.
ELABORATO ALLEGATO ALLO STUDIO DI IMPATTO
AMBIENTALE
STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO

PROPONENTE:

 **RENVICO**
RENEWABLE ENERGY
RENVICO ITALY SRL
via San Gregorio N. 34
20124 Milano
PEC: renvicoitaly@legalmail.it

TECNICO
COMPETENTE:

ing. Alessandro PERAGO
Ordine Ing. Bari n° 5961
Via Bona Sforza 18
70125 Bari



Collaborazione:
ing. Gabriele CONVERSANO
Ord. Ing.ri Bari n° 8884

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
28.06.2017	0	Emissione	ing. Gabriele Conversano	ing. Alessandro Perago

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

SOMMARIO

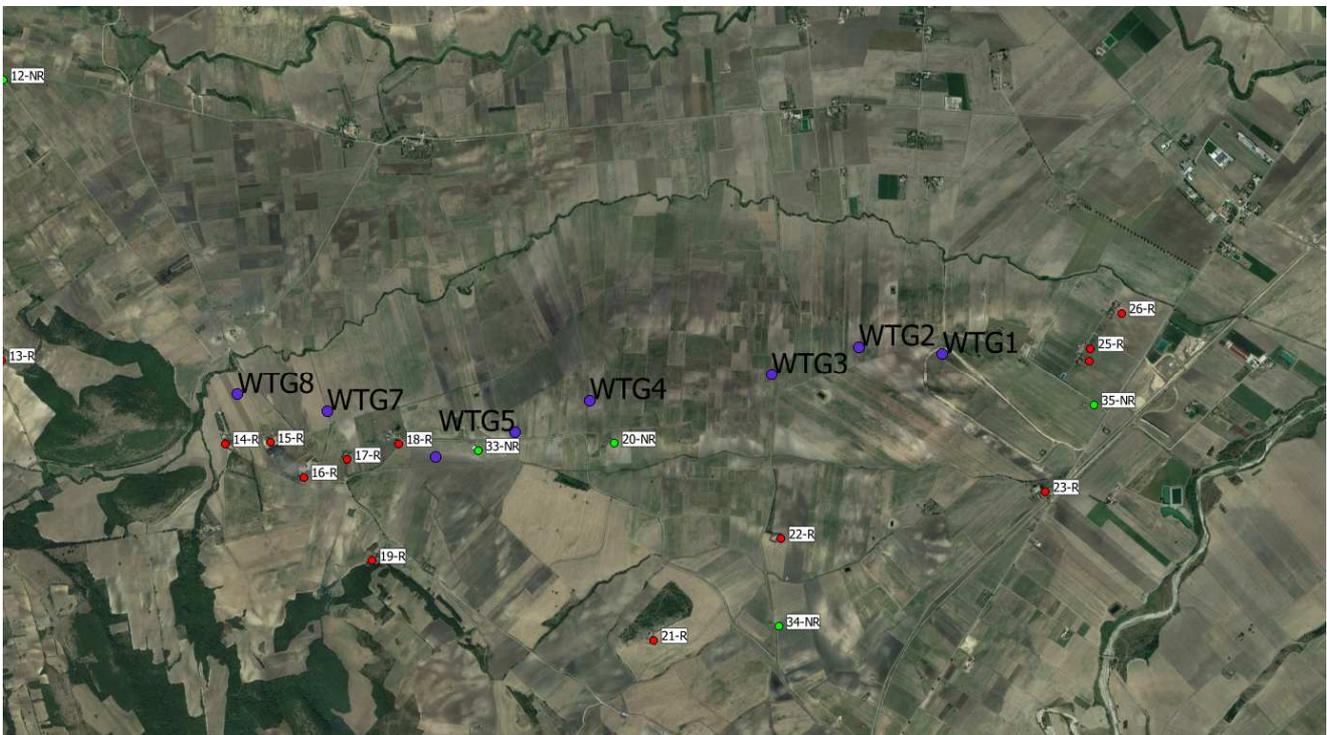
1.	INTERVENTO PROPOSTO.....	3
2.	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI	4
4.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI IMPIANTO E DEI RICETTORI.....	6
5.	VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM	12
5.1.	SCELTA DEL PUNTO DI MISURA	13
5.2.	RISULTATI DELLE MISURE	15
6.	CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEGLI AEROGENERATORI	16
7.	IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE	18
8.	IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI ESERCIZIO.....	19
8.1.	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO	19
8.2.	APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO AL CASO OGGETTO DI STUDIO.....	21
8.3.	ANALISI DEI RISULTATI.....	21
9.	NOTA SULLA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI CUMULATIVI.....	23
10.	CONCLUSIONI	23

1. INTERVENTO PROPOSTO

La presente proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione industriale di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, da realizzarsi all'interno dei limiti amministrativi del Comune di BOVINO (FG).



Inquadramento dell'area di progetto



Layout impianto su ortofoto (in viola le WTG, in rosso gli EDIFICI CONSIDERATI RICETTORI)

L'impianto eolico sarà costituito da 8 aerogeneratori, per una potenza elettrica complessiva pari a 33,6 MW. L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è il modello **Vestas V150 4.2MW**

2. SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente valutazione di impatto acustico è relativa alla realizzazione di un Impianto Eolico costituito complessivamente da n. 8 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 4,2 MW per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, in agro del Comune di BOVINO (FG).

Si sottolinea che le simulazioni di propagazione acustica illustrate di seguito sono state effettuate considerando come modello di aerogeneratore il modello **Vestas V150 4.2MW**. Si tratta di un aerogeneratore tripala ad asse orizzontale, con diametro del rotore di 150 metri ed altezza della torre di sostegno della navicella di 166 metri, per un'altezza complessiva di 241 metri. Il livello di potenza acustica emessa dall'aerogeneratore è variabile in funzione della velocità del vento, con un livello massimo di 104.9 dB.

L'analisi seguente è condotta con lo scopo di prevedere gli effetti acustici generati nel territorio circostante dall'esercizio dell'opera progettata, mediante il calcolo dei livelli di immissione di rumore. Lo scenario acustico così definito è verificato mediante confronto con i limiti imposti dalle normative vigenti in corrispondenza dei ricettori presenti, così da poter evidenziare eventuali situazioni critiche e, qualora necessario, individuare e progettare gli eventuali interventi di abbattimento e mitigazione necessari al contenimento degli effetti previsti.

Il fine ultimo della presente analisi è quello di evidenziare l'insorgere di eventuali criticità ambientali mediante la stima previsionale di valori significativi e non quello di definire quantitativamente un esatto scenario fisico; è pertanto in tale ottica che va interpretata la valenza dei risultati, che sono da considerarsi sempre come indicativi, così come tutti i risultati di modelli fisico-matematici di simulazione previsionale, poiché oltre che dall'approssimazione dell'algoritmo di calcolo implementato, dipendono anche dalla reale attendibilità dei dati di ingresso forniti dal produttore degli aerogeneratori.

Dal punto di vista dell'impatto acustico una ipotetica futura variazione della tipologia di aerogeneratori installati con aerogeneratori aventi potenza acustica inferiore è da ritenersi una variazione in vantaggio di sicurezza.

Si specifica che, poiché il modello di aerogeneratore scelto dal progettista dell'impianto è di recentissima realizzazione, non sono al momento note le curve di emissione acustica in funzione della velocità del vento, ma esclusivamente la potenza acustica massima emessa da ciascun aerogeneratore. Di ciò si terrà conto nel seguito della presente trattazione, evidenziando i passaggi in cui questi dati sarebbero stati utili e le ipotesi fatte per gestire in sicurezza l'approssimazione introdotta.

E' evidente che sarà cura del proponente effettuare dei monitoraggi acustici a seguito dell'installazione degli aerogeneratori al fine di verificare l'insorgere di disturbi oltre il limite di legge e pianificare le relative misure di mitigazione.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI E DEFINIZIONI

Si riporta di seguito il quadro normativo vigente in materia di inquinamento acustico. La normativa nazionale che al momento regola l'inquinamento acustico, ha come norma quadro la legge 26 Ottobre 1995 n. 447. A seguito di questa legge sono in via di emanazione i Decreti che andranno completamente a sostituire il D.P.C.M. 01.03.1991.

In questa fase transitoria devono essere presi come riferimento i limiti previsti dal D.P.C.M. 14 Novembre 1997 "Determinazione dei limiti delle Sorgenti Sonore" (vedi Tabella 1) oppure i limiti previsti dal D.P.C.M. 01.03.91 in relazione al fatto che il Comune in cui si effettua l'indagine acustica abbia o meno adottato la Zonizzazione Acustica del proprio territorio.

Tabella 1 - Limiti del livello sonoro equivalente previsti dal d.P.C.M. 14/11/1997 per le sei classi acustiche

CLASSI	Periodo diurno (dB(A))	Periodo Notturno (dB(A))
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree ad intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree Esclusivamente industriali	70	70

Tabella 2 - Limiti del livello sonoro equivalente previsti dal d.P.C.M. 01/03/1991

Zonizzazione	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/68)	65	55
Zona B (DM 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Il DPCM 14/11/1997 fissa inoltre a 5 dB(A) per il periodo diurno e a 3 dB(A) per il periodo notturno i limiti da applicare nella verifica del criterio differenziale.

Ai sensi del DPCM 14/11/1997 art. 4, comma 2 il criterio differenziale non si applicherà in presenza di ambienti abitativi nei seguenti casi, poiché ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

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;

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.

Il Comune di BOVINO non ha adottato la zonizzazione acustica del territorio Comunale. Valgono pertanto i limiti assoluti fissati dal DPCM 01/03/1991 per tutto il territorio nazionale, pari

a 70 dB in periodo di riferimento diurno e 60 dB in periodo di riferimento notturno. Si applicano inoltre, nelle rispettive condizioni di applicabilità, i limiti differenziali diurni e notturni stabiliti dal DPCM 14/11/1997.

Si evidenzia che il D.lgs. n. 42/2017 include tra le sorgenti sonore fisse previste dalla Legge Quadro 447/1995 gli impianti eolici, per i quali è previsto che il Ministero dell'Ambiente emetta un Regolamento relativo disciplina dell'inquinamento acustico nonché un Decreto per determinare i "criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico". Al momento non sono stati emanati i decreti di cui sopra, valgono pertanto i limiti di inquinamento acustico appena discussi.

Le principali norme applicabili, a livello nazionale e regionale, sono le seguenti:

- **D.P.C.M. 1 marzo 1991** "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". (G.U. serie generale n. 57 del 8/3/1991)
- **L. 26 ottobre 1995, n. 447** e s.m.i. "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (G.U. n. 254 del 30/10/1995; suppl. ord. N. 125)
- **D.M. Ambiente 11 dicembre 1996** "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo". (G.U. serie generale n. 52 del 11/12/1996)
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". (G.U. serie generale n. 280 del 1/12/1997)
- **D.M. Ambiente 16 marzo 1998** "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". (G.U. serie generale n. 76 del 1/4/1998)
- **D.P.C.M. 31 marzo 1998** "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1 lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico". (G.U. serie generale n. 120 del 26/5/1998)
- **LEGGE REGIONALE (REGIONE PUGLIA) 12 febbraio 2002, N. 3**, "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico".
- **D. lgs. 17 febbraio 2017, n. 42** "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI IMPIANTO E DEI RICETTORI

In ALLEGATO 1 alla presente relazione è riportato l'inquadramento in scala 1:20.000 dell'area di intervento, con indicazione degli edifici presenti e con la distinzione tra edifici da considerarsi come "ricettori" ed edifici che invece non sono rilevanti dal punto di vista acustico.

NOTA SULLA INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Come spesso accade nei territori di campagna sono presenti molti edifici in zone che, in effetti, sono quasi del tutto inabitate. Per individuare gli edifici da considerare come ricettori è stato effettuato un sopralluogo al fine di identificare, tra tutti gli edifici presenti in zona, quelli da

considerare come ricettori dal punto di vista acustico e quelli da non considerare come ricettori. il criterio seguito è stato quello di non considerare ricettori gli edifici che fossero palesemente non abitabili, in quanto ruderi privi di impianti di qualunque natura.

Con riferimento ai numeri identificativi riportati nella cartografia in ALLEGATO 1, si specifica quanto nella tabella seguente.

ID	NOTE
14	Non è stato possibile raggiungerlo, in sicurezza l'edificio è stato considerato ricettore.
15	 <p data-bbox="204 792 577 828">Edificio abitativo - Ricettore</p>
16	 <p data-bbox="204 1420 577 1456">Edificio abitativo - Ricettore</p>

17



Edificio abitativo - Ricettore

18



Edificio abitativo - Ricettore

19

Non è stato possibile raggiungerlo, in sicurezza l'edificio è stato considerato ricettore.

20



Rudere non ricettore

21



Non è stato possibile raggiungerlo da vicino, in sicurezza l'edificio è stato considerato ricettore.

22



Non è stato possibile accedere. L'edificio è stato considerato ricettore

23



Edificio abitativo. Ricettore

24

-

25

-

26



Edifici abitativi. Ricettori

33



Deposito agricolo - non ricettore

34



Rudere - non ricettore

35



Edificio abitativo. Ricettore

5. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM

Al fine di caratterizzare il clima acustico presente nell'area di intervento è stata effettuata una campagna di misura in un punto di misura rappresentativo del clima acustico nella zona di impianto.

Si specifica a tale proposito che, da osservazione condotta in sito, si è potuto verificare che nell'area oggetto di intervento non sono presenti sorgenti di rumore di natura antropica: non sono presenti infatti attività umane ad eccezione dell'attività agricola, né strade che abbiano un traffico veicolare apprezzabile.

Per questo motivo l'unica rumorosità rilevata è quella di origine naturale (causata, principalmente, dal vento sugli alberi) e, pertanto, si è deciso di rilevare il clima acustico ante-operam mediante misure fonometriche eseguite in corrispondenza di un punto di misura ubicato in prossimità del ricettore maggiormente esposto (ricettore 18).

Poiché durante le misure non era in corso alcuna attività agricola, né è stato registrato alcun transito veicolare, il rumore rilevato è da imputarsi esclusivamente alla rumorosità naturale presente in loco e, pertanto, è stato considerato rappresentativo sia del periodo di riferimento diurno che del periodo di riferimento notturno.

Inoltre, stante l'assenza totale di sorgenti di rumore di natura antropica nel luogo scelto per la misura e durante il periodo di esecuzione della stessa, si ritiene che il livello di rumore registrato possa essere assunto come rappresentativo del clima acustico attuale nell'intera area di riferimento: in corrispondenza o in prossimità degli altri ricettori sarebbe infatti possibile registrare esclusivamente dei valori lievemente maggiori (ove vi fosse presenza di attività umane che, comunque, vista la natura del luogo sarebbero da ricondursi ad attività di tipo agricolo).

Si tenga presente infatti che utilizzare come livello di rumore rappresentativo della situazione ante-operam il risultato di una misura eseguita in completa assenza di qualsiasi attività umana è una scelta in vantaggio di sicurezza, con riferimento alla verifica del criterio differenziale.

5.1. SCELTA DEL PUNTO DI MISURA

Il punto di misura individuato è ubicato in aperta campagna, come mostrato nell'inquadratura su ortofoto seguente, nella medesima zona dell'impianto ed in direzione sud rispetto allo stesso.

Nella zona non sono presenti sorgenti di rumore significative, fatta eccezione per alcuni aerogeneratori già presenti nell'area di impianto che tuttavia, in virtù della distanza, sebbene fossero in funzione durante le misure, producevano un rumore non percepibile.



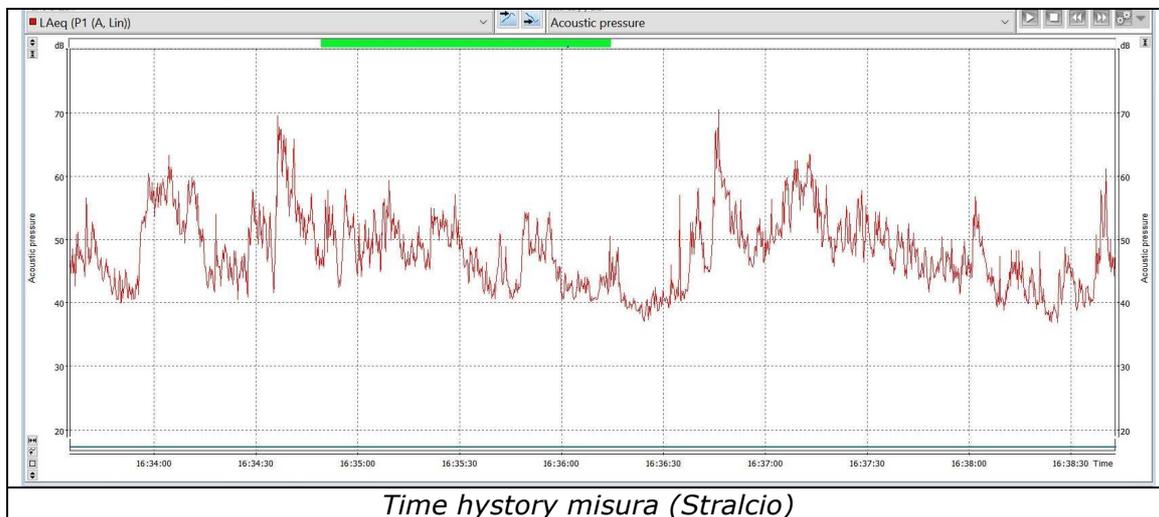
Inquadramento territoriale del punto di misura(BLU) e delle WTG (VIOLA)

ESECUZIONE DEI RILIEVI FONOMETRICI

L'esecuzione dei rilievi è stata effettuata in maniera conforme a quanto previsto dal DPCM 16/03/1998. Per le misure è stato utilizzato un FONOMETRO INTEGRATORE DI PRECISIONE modello SVAN 957 numero di serie/matricola 15388, con amplificatore SV12L numero di serie/matricola 19529 e con microfono (marca ACO Pacific) modello 7052H numero di serie/matricola 43112. Il fonometro è stato fatto funzionare con schermo antivento. L'intera catena strumentale è periodicamente tarata nei laboratori metrologici I.C.E. Srl. (Certificati di taratura in corso di validità in ALLEGATO 4). La Catena strumentale utilizzata è pienamente conforme a quanto previsto dal DPCM 16/3/1998, art. 2.

5.2. RISULTATI DELLE MISURE

Le misure fonometriche sono state effettuate in data 25.07.2017 dalle ore 16.00 alle ore 19.00. Si riporta di seguito uno stralcio della Time History delle misure effettuate



Dall'analisi della misura si evince che:

- il rumore presente nella zona è causato quasi esclusivamente dalla rumorosità naturale (vento, uccelli, insetti);
- Non sono presenti sorgenti di rumore significative in zona ad eccezione delle attività agricole eseguite sporadicamente. (Si precisa in particolare che durante l'esecuzione delle misure non erano udibili rumori provenienti da attività agricole e che, quindi, il rumore misurato è sicuramente inferiore a quello presente durante l'esecuzione di attività agricole nei campi).
- Le condizioni climatiche durante la misura erano di vento moderato (in corrispondenza dello strumento) ed assenza di precipitazioni.

NON SONO DISPONIBILI ALLO SCRIVENTE DATI ANEMOMETRICI RILEVATI DA ANEMOMETRI DI IMPIANTO O DI SITO DURANTE L'ESECUZIONE DELLE MISURE FONOMETRICHE.

L'analisi della Time history della misura, opportunamente depurata degli eventi anomali, ha consentito di definire che il Livello equivalente di pressione sonora (LEq,A) da utilizzarsi come valore del rumore "RESIDUO" è di 46 dB.

Tale livello di pressione sonora può essere utilizzato sia per il periodo di riferimento diurno che per il periodo di riferimento notturno, dal momento che è causato esclusivamente dalla rumorosità naturale del luogo: per l'intera durata delle misure non è passato alcun veicolo né si è manifestata alcuna presenza di attività umane (agricole o di altro tipo).

Con riferimento all'influenza del vento sui livelli di rumore residuo, si specifica che allo scrivente non sono stati forniti dati relativi alla velocità del vento rilevata durante le misure fonometriche e che, pertanto, non è possibile costruire una stima della dipendenza della rumorosità naturale dalla velocità del vento.

6. CARATTERISTICHE ACUSTICHE DEGLI AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori utilizzati per le simulazioni acustiche sono aerogeneratori Vestas V150 4.2MW, da 4,2 MW di potenza nominale.

I dati di emissione acustica disponibili per questi aerogeneratori sono riportati alla pagina seguente, come stralcio tratto dalla documentazione fornita dal costruttore.

Come già accennato in premessa, non sono al momento disponibili i dati di emissione acustica espressi in funzione della velocità del vento, ma esclusivamente il livello massimo di potenza acustica emesso dagli aerogeneratori.

E' altresì specificato che sono disponibili modi di funzionamento ottimizzati in funzione della emissione acustica che consentono di limitare fino a 97 dB la massima potenza acustica emessa dagli aerogeneratori, consentendo quindi una regolazione di ben 7 dB effettuabile ad impianto realizzato, al prezzo evidentemente di una minore produzione da parte dell'impianto.

Nella presente relazione, in vantaggio di sicurezza, tutti i calcoli di seguito esposti sono stati effettuati con l'aerogeneratore ipotizzato operante al suo massimo livello di emissione acustica, lasciando quindi il margine di 7 dB come regolazione operabile a impianto realizzato al fine di contenere eventuali fenomeni di disturbo acustico oltre i limiti consentiti.

RESTRICTED

Document no.: 0067-7067 V00

Document owner: Platform Management
Type: T05 - General Description

Performance Specification V150-4.0/4.2 MW 50/60 Hz
Operational Envelope and Performance Guidelines

Date: 2017-06-22

Restricted
Page 7 of 16

3.4 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
0	104.9 dBA	Yes (standard)	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
0-0S	108.0 dBA	No (option)	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m

Table 3-8: Available sound performance

NOTE The turbine is as standard equipped with serrated trailing edges on the blades. Optionally, Mode 0-0S can be offered without serrated trailing edges mounted on the blades.

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
SO1	104.0 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO2	103.0 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO3	101.5 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO4	99.0 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO11	99.2 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO12	99.9 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m
SO13	97.0 dBA	Yes	105 / 107 / 123 / 125 / 155 / 166 m

Table 3-9: Available Sound Optimized modes

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

Stralcio dati tecnici VESTAS V 150-4.2 MW

7. IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

Le attività di cantiere avverranno esclusivamente nella fase diurna, per cui non è previsto alcun impatto notturno con riferimento alla cantierizzazione dell'opera. Le fasi di realizzazione, con riferimento al singolo aerogeneratore, possono essere sommariamente descritte secondo quanto nella seguente tabella, dalla quale si evince che, stimando le potenze acustiche delle macchine operatrici con dei valori medi per tipologia, a 100 metri di distanza dal punto di lavorazione i valori di livello di pressione sonora, per ciascuna fase di lavorazione, saranno sempre al massimo di circa 55 dB.

		Lw stimato dB(A)	Lp a 100 m dB(A)	Lp complessivo a 100 metri dB(A)
Strade e piazzole				
Sbancamento	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Scavi e posa cavidotti	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Rinterri - stabilizzazione - stesa strato superficiale drenante	1 rullo	102	51	52,4
	1 autocarro	98	47	
WTG				
Sbancamento area di fondazione	1 escavatore	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Trivellazione pali	1 trivella	106	55	55,6
	1 autocarro	98	47	
Montaggio armature	1 autocarro	98	47	47,0
Getto cls	1 betoniera	99	48	50,5
	1 autocarro	98	47	
Montaggio WTG	2 gru	95	44	48,7
	1 autocarro	98	47	

Anche considerando, con evidente margine di sicurezza, la contemporanea esecuzione nel medesimo luogo di tre delle fasi di lavoro precedentemente elencate, si otterrebbe un livello di pressione sonora a 100 metri inferiore ai 60 dB. Poiché come mostrato nella cartografia allegata, il ricettore più vicino dista circa 300 metri dall'area di installazione degli aerogeneratori, è evidente che non ci saranno problemi legati all'impatto acustico in fase di cantiere per tutte le operazioni di realizzazione delle WTG.

Esclusivamente per la realizzazione del cavidotto si transiterà anche in prossimità di edifici abitati, tuttavia il disturbo ipotizzato sarà molto limitato nel tempo, in quanto per ciascun edificio sarà esclusivamente relativo allo scavo ed al rinterro del tratto di cavidotto nelle immediate vicinanze.

8. IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI ESERCIZIO

Come evidente dalla tabella alla pagina precedente, la potenza acustica emessa dagli aerogeneratori varia in maniera significativa con il variare della velocità del vento.

Dalla relazione sulla stima di producibilità per l'impianto si evince che le direzioni principali del vento sono: SSW con una frequenza di accadimento del 41,96%, e NNW con una percentuale del 28,94% sul totale delle osservazioni. La velocità media del vento ad un'altezza di 30 m è pari a 6,133 m/s.

La verifica del rispetto dei limiti assoluti e differenziali sarà di seguito eseguita con riferimento alla massima potenza acustica emessa dalle WTG, pari a 104,9 dB.

La realizzazione dell'impianto in oggetto, non prevede l'insorgere di altre sorgenti significative oltre a quelle descritte, direttamente o indirettamente connesse al funzionamento dell'impianto stesso. A tal proposito, viste le modalità di gestione e manutenzione dell'impianto, non è prevedibile neppure un aumento del traffico indotto sulla viabilità circostante.

8.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

La modellazione numerica della propagazione del rumore generato dall'installazione eolica nel territorio è stata effettuata secondo quanto previsto dalla norma ISO 9613-2 tenendo conto della potenza acustica emessa da ogni singolo aerogeneratore, della attenuazione dovuta alla divergenza geometrica, all'assorbimento acustico dell'aria ed all'assorbimento (o all'amplificazione per riflessione, a seconda delle frequenze) da parte del terreno.

DIVERGENZA GEOMETRICA

Allontanandosi dalla sorgente sonora la potenza acustica emessa da questa deve distribuirsi su di una superficie che aumenta con il quadrato della distanza dalla sorgente stessa, e ciò provoca ovviamente una diminuzione del Livello Equivalente di Pressione sonora. La relazione matematica che esprime quanto detto, nel caso di uniforme propagazione del rumore secondo tutte le direzioni, è la seguente:

$$A_{div} = 11 + 20 \log(d)$$

Dove:

A_{div} = Attenuazione per divergenza geometrica

d = distanza tra sorgente e ricevitore

ASSORBIMENTO ATMOSFERICO

L'assorbimento del suono da parte dell'atmosfera è fortemente dipendente dalla frequenza. Le alte frequenze vengono infatti assorbite molto prima delle basse frequenze, che riescono pertanto a percorrere, a parità di intensità iniziale, percorsi molto più lunghi. Con riferimento a condizioni di temperatura e umidità di 20°C e 70% U.R, l'attenuazione in dB/km per banda di ottava è la seguente:

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB/km	0.09	0.34	1.13	2.8	4.98	9.02	22.9	76.6

EFFETTO DEL TERRENO

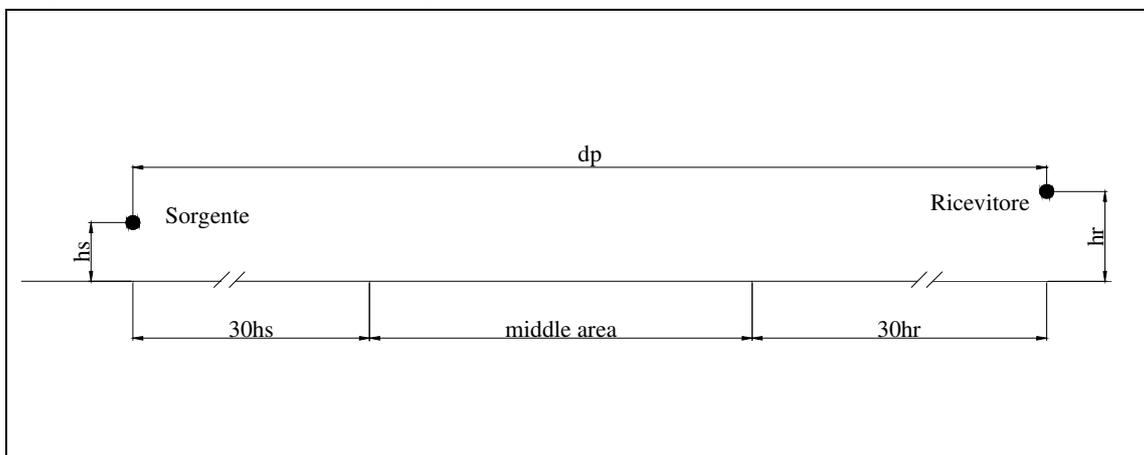
L'attenuazione del suono dovuta al terreno, è il risultato dell'interferenza fra le onde riflesse dal suolo e quelle che si propagano direttamente fra la sorgente ed il ricevitore, in corrispondenza delle rispettive posizioni.

Si possono distinguere tre regioni per le quali valutare gli effetti di tale attenuazione:

regione in prossimità della sorgente (source region), che corrisponde ad un'area la cui estensione a partire dalla sorgente, ed in direzione del ricevitore, è pari a $30h_s$ (dove h_s è l'altezza della sorgente);

regione in prossimità del ricevitore (receiver region), che corrisponde ad un'area la cui estensione a partire dal ricevitore ed in direzione della sorgente è pari a $30h_r$ (dove h_r è l'altezza del ricevitore);

regione intermedia (middle region).



Per ogni regione si definisce un fattore G , rappresentativo delle caratteristiche assorbenti del suolo, il cui valore è compreso fra 0 ed 1, in funzione della tipologia del terreno presente:

Terreni duri (terreni a bassa porosità, pavimentazioni, asfalto, cemento, etc.): $G = 0$;

Terreni porosi (campi arati, terreni erbosi o con vegetazione etc.) : $G = 1$;

Terreni misti: $0 < G < 1$.

Nel caso in specie è stato utilizzato un valore di G pari a 0,8

L'attenuazione determinata globalmente dal terreno può essere quindi valutata come somma delle attenuazioni delle singole regioni:

$$A_{ground} = A_s + A_r + A_m$$

8.2. APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO AL CASO OGGETTO DI STUDIO

Al fine di applicare nel caso oggetto di studio il modello appena è stata definita una griglia di calcolo di ampiezza pari a m 7.200 x 6.000, composta da celle quadrate di ampiezza pari a 25 m. In questo sistema di riferimento sono state definite le coordinate degli aerogeneratori e dei ricettori, come mostrato negli stralci cartografici riportati in ALLEGATO 2. I livelli di immissione acustica prodotti dall'impianto eolico nel territorio circostante sono stati calcolati alla massima emissione acustica, pari a 104.9 dB.

NOTA SULL'ESTENSIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO

L'ampiezza del dominio di calcolo utilizzato è tale da garantire di aver pienamente considerato tutti gli effetti indotti dall'impianto in progetto. Come si vede infatti, ai limiti del dominio di calcolo adottato i livelli massimi di pressione sonora prodotti dall'impianto sono pari a non più di 32 dB, ben al di sotto dei limiti di disturbo in periodo di riferimento notturno previsti dalla normativa.

8.3. ANALISI DEI RISULTATI

I risultati forniti dal modello di calcolo sono riportati in forma grafica nelle immagini in ALLEGATO 2, con riferimento all'impianto operante alla massima potenza.

Alla pagina seguente il rispetto dei limiti di legge è verificato in maniera tabellare per i ricettori indicati sulla cartografia.

Lw 104.9 dB - Tabella di verifica del rispetto dei limiti di legge per singolo ricettore

RICETTORE	Rumore Residuo	Rumore da Impianto	Rumore Ambientale (Residuo + Impianto)	Differenziale	Limite assoluto diurno	Limite assoluto notturno	Limite differenziale diurno	Limite differenziale notturno
Id	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>	<i>dB(A)</i>
13	46,0	31,7	46,2	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
14	46,0	43,5	47,9	1,9	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
15	46,0	44,0	48,1	2,1	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
16	46,0	42,0	47,5	1,5	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
17	46,0	44,0	48,1	2,1	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
18	46,0	45,5	48,8	2,8	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
19	46,0	39,0	46,8	0,8	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
21	46,0	34,0	46,3	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
22	46,0	36,0	46,4	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
23	46,0	34,0	46,3	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
24	46,0	35,0	46,3	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
25	46,0	35,0	46,3	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
26	46,0	33,0	46,2	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK
35	46,0	34,0	46,2	TRASCURABILE	70,0 - OK	60,0 - OK	5,0 - OK	3,0 - OK

Come è evidente sia dall'analisi grafica che dall'analisi delle tabelle **i limiti di legge, sia in periodo di riferimento diurno che notturno sono ampiamente rispettati in corrispondenza di tutti i ricettori per una potenza acustica massima degli aerogeneratori di 104.9 dB.**

Si segnala che in corrispondenza del ricettore Id. 18 si avrà un differenziale stimato in 2,8 dB, vicino al limite di 3dB vigente per il periodo di riferimento notturno. Poiché la modellazione matematica ha una approssimazione superiore al valore di 0,5 dB, per questo ricettore sarà opportuno effettuare una valutazione a posteriori del rumore effettivamente prodotto dall'impianto per verificare l'effettivo rispetto dei limiti di legge.

Poiché gli aerogeneratori che saranno installati possono essere regolati ad una potenza acustica fino a 7,9 dB inferiore rispetto alla massima, anche qualora si verificano dei superamenti puntuali in alcune condizioni di ventosità, sarà certamente possibile regolare l'impianto in maniera da rispettare i limiti di legge.

9. NOTA SULLA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI CUMULATIVI

Per quanto riguarda gli impatti cumulativi, la DGR Puglia 3122/2012 stabilisce che:

Le valutazioni relative alla componente rumore devono essere declinate rispetto alle specifiche di calcolo necessarie alla determinazione del carico acustico complessivo. In caso di valutazione di impatti acustici cumulativi, l'area oggetto di valutazione coincide con l'area su cui l'impianto in oggetto è in grado di comportare un'alterazione del campo sonoro. Per ciò che riguarda l'eolico, si considera congrua un'area di oggetto di valutazione data dall'involuppo dei cerchi di raggio pari a 3.000 metri e di centro coincidente con ciascuno degli aerogeneratori.

I criteri metodologici per l'analisi degli impatti cumulativi degli impianti FER sono stati meglio definiti nella DGR 162/2014, che stabilisce che gli impianti non ancora esistenti ma in avanzato iter procedimentale o comunque previsti nel breve e medio termine sono da considerarsi ai fini della definizione della pressione acustica di progetto simulata, se trattasi di impianti non ancora esistenti e quindi non utili alla determinazione del rumore ambientale di fondo.

Applicando i criteri al caso di specie, si evince immediatamente dalle simulazioni che:

- l'effetto dell'impianto si esaurirà ben prima di una distanza di 3.000 metri dallo stesso;
- l'effetto degli impianti eolici già presenti è stato considerato in quanto implicitamente contenuto nella valutazione del rumore residuo.

10. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato analizzato l'impatto acustico che sarà generato dall'installazione di un impianto eolico composto da 8 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 4,2 MW da installarsi nel territorio del Comune di Bovino di Puglia (FG).

La caratterizzazione del clima acustico ante-operam mediante misure fonometriche, l'individuazione dei ricettori e la successiva modellazione numerica dell'impatto acustico dell'impianto hanno permesso di concludere che:

- anche con la massima potenza acustica emessa dagli aerogeneratori saranno rispettati abbondantemente i limiti assoluti sia in periodo di riferimento diurno che notturno;
- anche con la massima potenza acustica emessa dagli aerogeneratori saranno rispettati, in corrispondenza di tutti i ricettori, i limiti imposti dal criterio differenziale nei periodi di riferimento diurno e notturno utilizzando una appropriata logica di regolazione dell'impianto esclusivamente in periodo di riferimento notturno.
- In corrispondenza del ricettore Id.18 è possibile che si verifichi, in alcune condizioni di ventosità, qualche superamento del criterio differenziale notturno, tuttavia di entità modesta e sicuramente inferiore rispetto alle possibilità di regolazione acustica delle WTG.

A proposito delle conclusioni appena enunciate, si precisa che, non essendo disponibili allo scrivente dati relativi alla velocità del vento che era presente durante le misure non è stato possibile determinare la dipendenza del rumore ambientale dalla velocità del vento. Poiché in zone limitrofe a quella di impianto sono presenti, come già detto, alcuni aerogeneratori, è ipotizzabile che il rumore ambientale vari in maniera sensibile con il variare della velocità del vento.

Si conclude quindi che l'impianto eolico in questione è conforme ai limiti di legge in materia di inquinamento acustico. Tuttavia qualora in fase di esercizio siano lamentati disturbi dovuti al rumore emesso dagli aerogeneratori, da parte di ricettori sensibili, sarà cura del gestore, su richiesta del Comune, procedere alla valutazione della problematica tramite l'esecuzione di accertamenti tecnici da condursi secondo quanto stabilito dal documento ISPRA "Linee Guida per la valutazione ed il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" e individuare eventuali soluzioni per garantire un contenimento dell'impatto acustico qualora il monitoraggio determini la presenza di criticità.

Dette soluzioni consisteranno in una regolazione dell'impianto che, come mostrato nello stralcio di documentazione tecnica allegata, può funzionare con una potenza acustica fino a 7,9 dB inferiore a quella massima utilizzata per le simulazioni.

Il Tecnico Competente in Acustica Ambientale

ing. Alessandro Perago

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – MAPPATURA DI EDIFICI E RICETTORI NELL'AREA DI IMPIANTO

ALLEGATO 2 – ISOFOLE PER LW 104.9 (SU CTR)

ALLEGATO 3 - Certificati di taratura della catena strumentale utilizzata

ALLEGATO 4 – Iscrizione all'albo dei tecnici competenti in acustica