

REGIONE CAMPANIA



COMUNE DI COLLE SANNITA

PROVINCIA DI BENEVENTO



OGGETTO: REALIZZAZIONE IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 2 AEROGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 6 MW, SITO NEL COMUNE DI COLLE SANNITA (BN), IN LOCALITA' "MONTE FREDDO".

ELABORATO

DESCRIZIONE

Elab. 12

**RELAZIONE PREVISIONALE DI
IMPATTO ACUSTICO**

data: 12/2016

Revisione n° 00

Progettazione:

Ing. Sandro Ruopolo

REDATTO

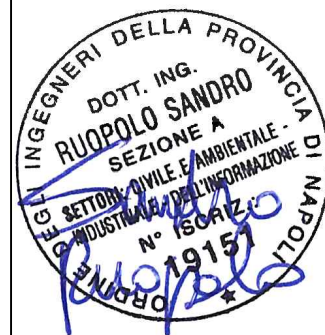
VERIFICATO

APPROVATO

Ing. Sandro Ruopolo

Ing. Sandro Ruopolo

Ing. Sandro Ruopolo



Sommario

1	Premessa	3
2	Descrizione e inquadramento territoriale dell'impianto	5
2.1	Caratteristiche anemometriche generali del sito	9
2.1.1	Introduzione	9
2.1.2	Caratteristiche anemometriche dell'area e analisi dati	10
2.1.3	Stima della producibilità e parametri di simulazione	12
3	Emissioni acustiche di un impianto eolico	15
4	Quadro di riferimento normativo	17
4.1	Normativa di settore	17
4.2	Zonizzazione acustica delle aree di interesse	18
4.3	Considerazioni sulla normativa	22
5	Determinazione del Rumore Residuo L_R	24
5.1	Caratterizzazione del Rumore Residuo alle diverse velocità del vento	24
5.2	Identificazione dei ricettori e dei punti di misura	26
5.3	Rilievi fonometrici del Rumore Residuo L_R	29
5.3.1	Strumentazione impiegata	30
5.3.2	Modalità di rilevazione	30
5.4	Valori del rumore residuo (ante operam)	33
6	Valutazione previsionale dell'impatto acustico	38
6.1	La propagazione del suono in campo libero	38
6.2	Descrizione del software di calcolo: NFTP 9613	43
6.3	Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613 – 1, 2	45
6.3.1	Equazione di base del modello proposto dalla Norma ISO 9613-2	46
6.3.1.1	Attenuazione per divergenza geometrica	47
6.3.1.2	Attenuazione per assorbimento atmosferico	47
6.3.1.3	Attenuazione per effetto suolo	48
6.3.1.4	Attenuazione per schermatura o barriera	50
6.3.1.5	Attenuazioni aggiuntive	51
6.3.2	Impostazioni modello di calcolo	52
6.4	Specifiche tecniche degli aerogeneratori	53
6.5	Distanza Sorgente Sonora - Ricettore	58
6.6	Valutazione dei livelli di Rumore Ambientale L_A determinato dalla futura installazione del parco eolico	61

7	Confronto dei livelli di Rumore Ambientale L_A previsti con i livelli assoluti e differenziali di immissione.....	63
7.1	La valutazione del disturbo secondo la legislazione vigente	63
7.2	Valori limiti assoluti di immissione	65
7.3	Valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)	65
7.3.1	Determinazione dei livelli $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori	67
7.4	Considerazioni sui risultati del modello previsionale con i limiti imposti dalla normativa vigente.....	69
7.4.1	Verifica dei valori limiti assoluti di immissione	69
7.4.2	Verifica dei valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale).....	74
8	Conclusioni generali.....	78
9	Allegati	80

1 Premessa

Il sottoscritto **Ing. Ruopolo Sandro**, con studio in Pagani (Sa) in via Guerritore, n. 18 iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli al n. 19151, tecnico competente in acustica ambientale, autorizzato con **Decreto Dirigenziale n. 08 del 01.07.2014 al n. 484**, a seguito dell'incarico ricevuto dalla società "COGEIN Energy s.r.l.", con sede a Napoli alla via Diocleziano n. 107, **ha redatto** il presente documento di **Valutazione Previsionale di Impatto Acustico** ambientale ai sensi della Legge 447/95, del D.P.C.M. 14/11/97 e del DPCM 01/03/91 in riferimento alla realizzazione di **un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica ubicato nel Comune di Colle Sannita (Bn)**.

Tale parco eolico sarà caratterizzato da una potenza elettrica nominale installata di 6,0 MW, ottenuta attraverso l'impiego di 2 aerogeneratori eolici da 3,0 MW nominali ricadenti tutti nel territorio del Comune di Colle Sannita (Bn), in località "Monte Freddo".

Il sito sul quale si estende il campo eolico è posto al confine con i comuni di Circello e Castelpagano, ad una distanza in linea d'area dal centro urbano di Circello di circa 3,0 km (a nord – est), da quello di Castelpagano a circa 2,2 km (a sud – est) e da quello di Colle Sannita di circa 2,5 km (a nord – ovest).

Il layout della Wind Farm è stato progettato per avere la massima efficienza energetica utilizzando nel modo migliore la risorsa eolica e per avere contemporaneamente il minimo impatto ambientale.

Si è provveduto a redigere la presente relazione di previsione di impatto acustico sulla base in particolare delle motivazioni di seguito riportate:

- la distanza tra il ricettore e la sorgente sonora è stata calcolata come distanza effettiva e non come proiezione della stessa su piano orizzontale;
- le caratteristiche anemologiche del sito sono state ottenute dalle campagne di misurazione in riferimento all'anemometro della società ubicato in prossimità dell'area ove è prevista la realizzazione dell'impianto;
- nelle valutazioni sono stati considerati valori di **Rumore Residuo L_R** ottenuti mediante misure fonometriche effettuate nel periodo **29 - 30/11/2016** e **01/12/2016** in due postazioni distinte (**P1, P2**), presso ricettori prossimi all'impianto eolico di progetto;
- in riferimento alle informazioni riguardanti le emissioni di rumore degli aerogeneratori, sono stati presi in considerazione valori di velocità intere comprese tra **6 m/s** e **10 m/s** come

riportate nella scheda tecnica dell'aerogeneratore di progetto. A tali velocità sono stati valutati il rispetto dei valori di immissione e del criterio differenziale previsti dalla normativa vigente presso i ricettori, con la dovuta correzione del rumore di fondo.

- l'individuazione dei ricettori sensibili presenti nell'area con modalità come meglio in seguito indicate;
- il contributo determinato dagli aerogeneratori di progetto sui ricettori ricadenti nell'**area vasta** individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 mt di raggio** centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto;
- sui singoli ricettori individuati si è considerato **l'effetto cumulato** generato anche dal contributo dovuto **agli aerogeneratori più vicini del limitrofo parco eolico già autorizzato** nel comune di Circello (BN) (**Aerogeneratori AE14, AE15, AE16 - Cfr. Allegato 1**) e dal contributo degli aerogeneratori minieolici da **60 kW (MIN01, MIN02, MIN03)** già **autorizzati** e ricadenti sempre nel comune di Circello (BN).

La presente relazione fornisce una previsione del potenziale impatto acustico causato dall'esercizio degli aerogeneratori in oggetto e **gli effetti cumulati con quelli già autorizzati**; è stata condotta un'analisi dei possibili rischi di inquinamento acustico derivanti dalle emissioni sonore prodotte dal regolare funzionamento degli aerogeneratori, valutandone gli effetti in ambiente esterno e in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati, ovvero in ambienti abitativi ubicati nelle immediate vicinanze degli aerogeneratori (**cfr. Allegato 1**) ad una **distanza considerata significativa pari a 800 mt** (superiore ai **500 mt** suggeriti dalla **Norma UNI/TS 11143-7 del Febbraio 2013**), il tutto finalizzato ad individuare i livelli di immissione di rumore da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Nella fattispecie, è stata analizzata l'incidenza sull'acustica ambientale determinabile dal funzionamento degli aerogeneratori citati, nei periodi di riferimento **diurno** (06.00 ÷ 22.00) e **notturno** (22.00 ÷ 06.00).

In seguito alla costruzione ed avviamento dell'impianto un'indagine fonometrica potrà certificare e verificare il non superamento dei limiti di legge previsti in questa fase e di concludere lo studio, accertando in tal modo il completo rispetto dell'ambiente e delle attività presenti sul territorio.

2 Descrizione e inquadramento territoriale dell'impianto

Il progetto dell'impianto eolico in esame, bene si inquadra nella Direttiva 2001/77/CE della Comunità Europea, sulla promozione dell'energia elettrica, prodotta da fonti energetiche rinnovabili, quest'ultima è stata recepita dal D.Lgs. n. 387 del 19 dicembre 2003.

L'energia eolica è una delle fonti di energia rinnovabile il cui incremento in termini di potenza installata è auspicabile in un prossimo futuro. I suoi principali vantaggi sono facilmente intuibili: l'energia elettrica necessaria per le attività umane viene generata utilizzando l'energia del vento, evitando pertanto l'utilizzo di combustibili fossili e quindi le dannose emissioni di gas clima-alteranti che caratterizzano i sistemi di produzione di energia termica ed elettrica. A tale insindacabile beneficio per la salute dell'uomo e dell'ambiente si sommano poi due importanti fattori: il rilevante risparmio di risorse naturali e la diminuzione dell'inquinamento, non sempre di carattere locale e controllato, che immancabilmente consegue all'estrazione ed al trasporto delle fonti fossili.

L'impianto oggetto di studio si basa sul principio che l'energia del vento viene captata dalla macchina eolica che la trasforma in energia meccanica di rotazione, utilizzabile per la produzione di energia elettrica: nel caso specifico il sistema di conversione viene denominato aerogeneratore. L'impianto sarà costituito dai seguenti sistemi:

- di produzione, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica;
- di misura, controllo e monitoraggio della centrale;
- di sicurezza e controllo.

Il sito in esame viene a ricadere in un'area giudicata idonea per la produzione di energia elettrica dal vento. Difatti attraverso una serie di analisi basate su dati reali registrati dall'anemometro installato nel Comune di Circello, si è riscontrato che il sito rientra nell'intervallo tipico di ventosità delle centrali eoliche in Italia.

Tale impianto eolico sarà caratterizzato da una potenza elettrica nominale installata di **6,0 MW**, ottenuta attraverso l'impiego di **n.2 aerogeneratori** eolici della potenza di **3,0 MW** nominale, ricadenti nel territorio del Comune di Colle Sannita (Bn), ubicati nell'area secondo una distribuzione che segue le caratteristiche morfologiche, tecniche e paesaggistiche del sito.

L'aerogeneratore sarà ad asse orizzontale, costituito da un sistema tripale, con generatore di tipo asincrono trifase a basso voltaggio e con raffreddamento ad aria.

La tipologia di aerogeneratore scelta dalla COGEIN Energy S.r.l., è del tipo **Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2** con altezza al mozzo pari a **142 mt** e diametro del rotore pari a **136 mt**.

L'impianto sorgerà nel Comune di Colle Sannita (BN) in località "Monte Freddo", in zone caratterizzate da vegetazione a carattere agricolo, lontano da centri abitati.

L'area risulta essere caratterizzata anche da aree boschive di piccola/media estensione con alberi ad alto fusto, oltre che da terreni agricoli o adibiti a pascolo.

La porzione di territorio presenta una buona esposizione ai venti provenienti, principalmente, da nord e sud sud - ovest.

L'impianto eolico, si svilupperà ad una quota altimetrica compresa tra i 774 e i 776 m.s.l.m.;

Il sito sul quale si estende il campo eolico è posto al confine con i comuni di Circello ad ovest e Castelpagano a nord, ad una distanza in linea d'area dal centro urbano di Circello di circa 3,0 km (a nord – est), da quello di Castelpagano a circa 2,2 km (a sud – est) e da quello di Colle Sannita di circa 2,5 km (a nord – ovest).

L'ambito di riferimento è quello tipico delle aree interne dell'Appennino Meridionale con una orografia molto articolata e caratterizzata da una serie di alture che si susseguono separate da vallate più o meno estese.

L'impianto sarà costituito da **n° 2** aerogeneratori le cui coordinate espresse nel sistema di riferimento Gauss Boaga (fuso 33) e WGS84 (fuso 33) risultano:

N° AEREOGENERATORE	COORDINATE GAUSS-BOAGA		COORDINATE WGS 84	
	EST	NORD	EST	NORD
CS1	2504442,70	4581368,24	484433,00	4581361,00
CS2	2504878,65	4581192,39	484869,00	4581185,00

Tabella 1 – Coordinate turbine di progetto.

Si riporta di seguito, in **Fig. 1,2 e 3**, l'inquadramento territoriale dell'impianto eolico.

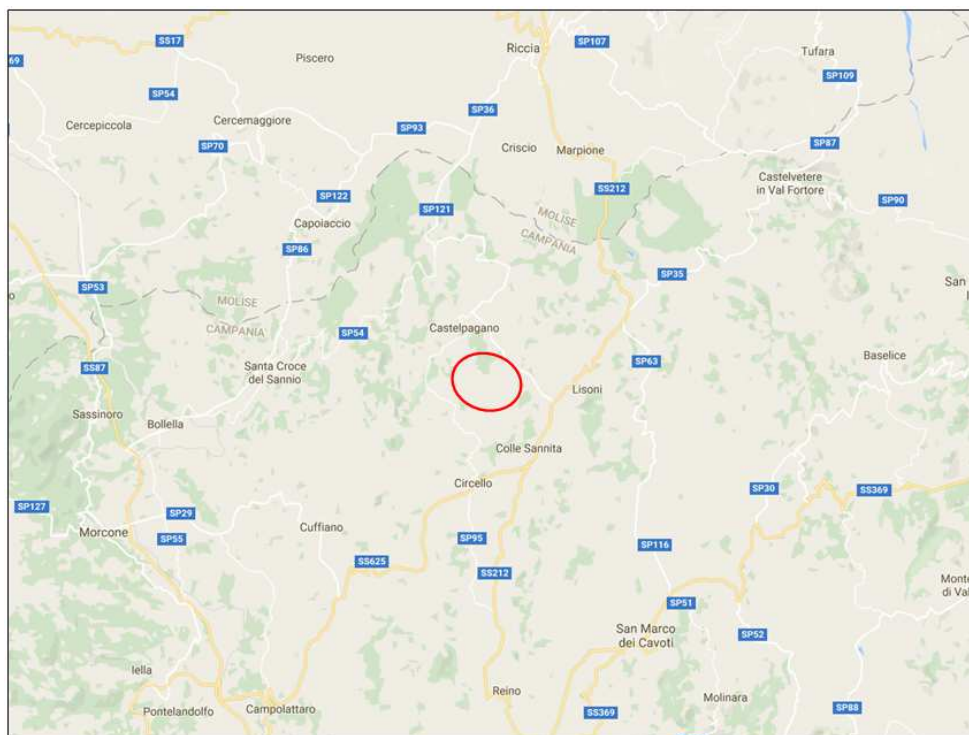


Figura 1 – Inquadramento territoriale dell’impianto eolico.

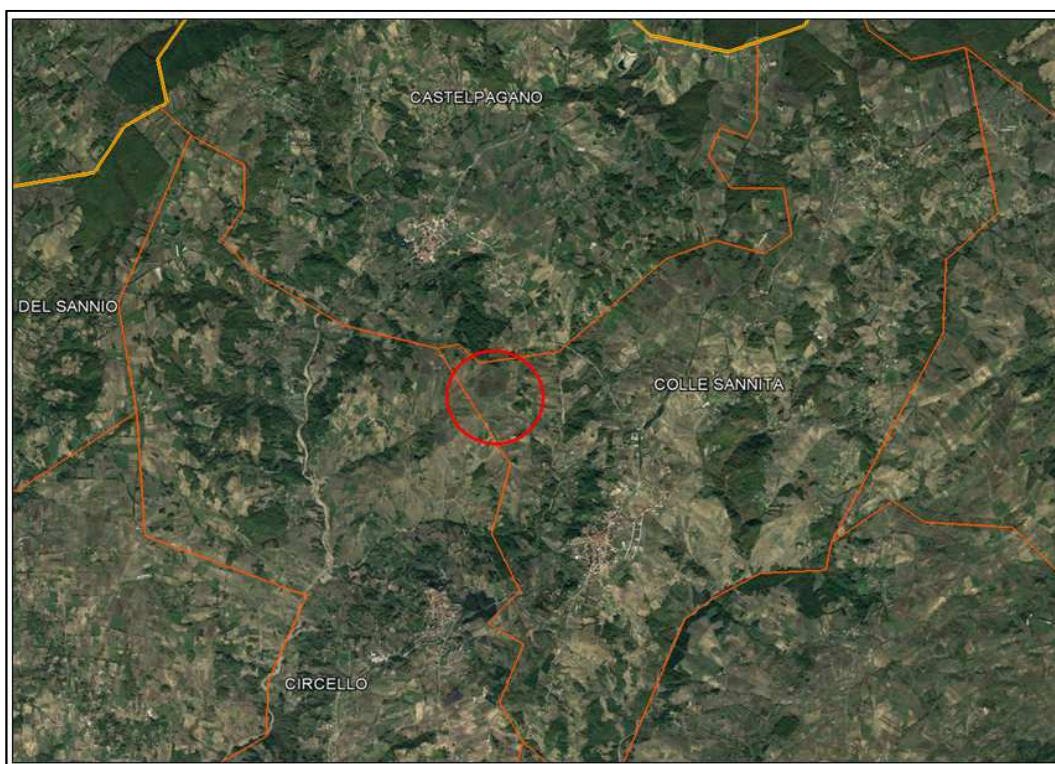


Figura 2 – Inquadramento territoriale dell’impianto eolico su ortofoto.

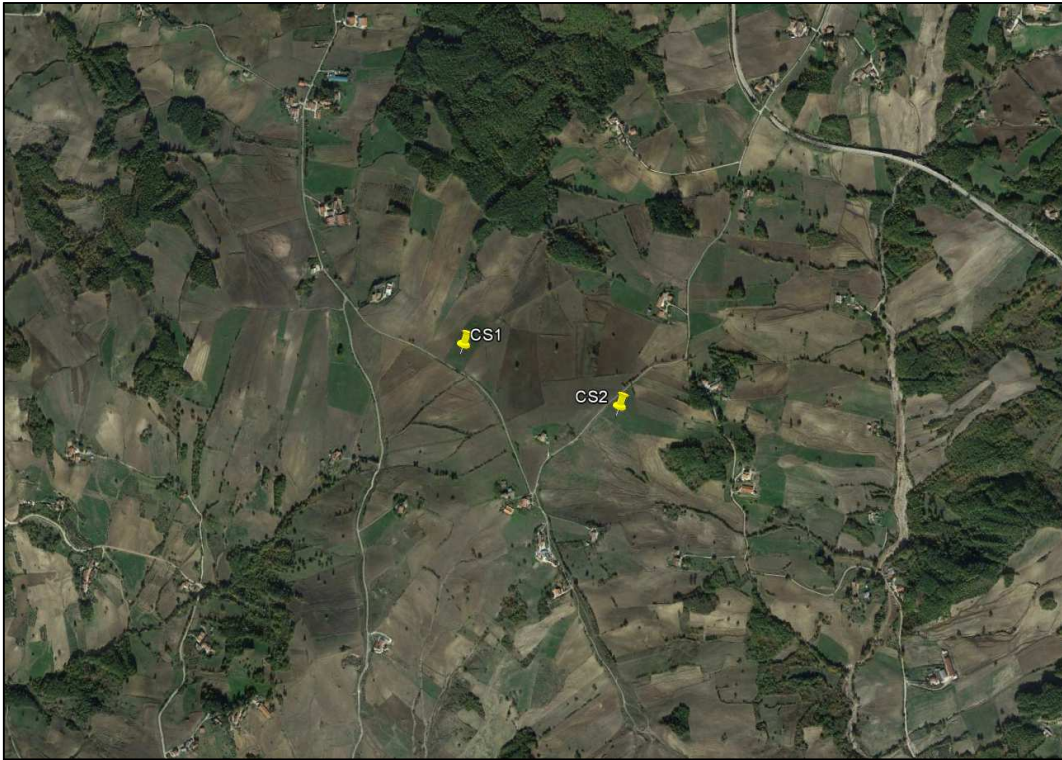


Figura 3 – Inquadramento territoriale degli aerogeneratori su ortofoto.

Dall'esame del P.R.G. del Comune di Colle Sannita emerge che le aree destinate all'installazione degli aerogeneratori ricadono tutte in **Zona E – Zona Agricola**.

L'area interessata dal posizionamento delle turbine eoliche è comunque distante dai nuclei abitati e non ha alcuna vocazione turistica o commerciale, come dimostra la totale assenza di ristoranti, centri commerciali, strutture commerciali, ecc...

2.1 Caratteristiche anemometriche generali del sito

2.1.1 Introduzione

Il parametro meteo climatico più importante, in relazione all'impianto in progetto è costituito, ovviamente, dal regime anemometrico, dal momento che su di esso si basano i criteri di individuazione del sito e l'intera progettazione del parco eolico.

La qualità di un sito, infatti, relativamente alla sua capacità di produrre energia dal vento, è strettamente legata a due fattori:

- Ventosità del sito;
- Corretta ubicazione e scelta degli aerogeneratori.

In riferimento al fattore “ventosità del sito”, attraverso una serie di analisi basate su dati anemometrici desunti da rilevamenti limitrofi e sulla scorta delle informazioni fornite dall'Atlante Eolico Italiano, elaborato dal CESI e dall'Università degli studi di Genova, nell'ambito dello sviluppo della Ricerca di Sistema (di cui al decreto del Ministro dell'Industria del 26.01.2000), si è riscontrato che il sito rientra nell'intervallo tipico di ventosità delle centrali eoliche in Italia.

Risulta chiaro che la verifica dell'effettiva quantità di vento disponibile in un sito può essere effettuata solo attraverso una campagna di misurazione anemometrica.

A tal proposito la società COGEIN ENERGY s.r.l., proponente del presente progetto, ha installato in data 29/04/2013 una stazione anemometrica specifica in Circello (BN), nominata H 50 - codice 004.

La stazione di misura installata a Circello è di tipo tubolare alta 50 m, è dotata di sei sensori di velocità, rispettivamente due a 50 m s.l.s., due a 30 m s.l.s. e due a 20 m s.l.s, e di due sensori di direzione, alle altezze di 48 e 29 m s.l.s., un sensore di temperatura a 5 m s.l.s..

La torre è situata a nord – ovest del confine comunale, ad un'altitudine di circa 764 m s.l.m.

La stazione anemometrica è stata installata dalla società Idnamic, società terza leader mondiale nel settore, al quale sono stati affidate le manutenzioni ordinarie e straordinarie a cui sono soggette periodicamente tali strutture.

2.1.2 Caratteristiche anemometriche dell'area e analisi dati

L'ubicazione della torre anemometrica è stata individuata in modo tale da essere rappresentativa per tutta l'area sulla quale si intende realizzare il campo e da rimanere a considerevole distanza, da ostacoli o irregolarità territoriali che possono influire fortemente sul flusso indisturbato della vena fluida. La stazione può essere utilizzata come anemometro "fuori campo" una volta che il parco sia stato realizzato, per consentire verifiche anemometriche in fase di esecuzione.

La stazione è soggetta a costanti controlli e manutenzioni ordinarie e straordinarie, per il corretto funzionamento, da società leader nel settore dei servizi tecnici per lo sviluppo dei parchi eolici. Tale assistenza ha garantito un fermo complessivo dello strumento nella norma.

Dall'elaborazione dei dati del vento si è potuto estrapolare le rose dei venti che caratterizzano tale palo anemometrico, funzione delle frequenze e dell'intensità del vento.

Tale studio preliminare ha consentito un primo imprinting di layout, successivamente ottimizzato.

In **Figura 4** si nota come il sito sia esposto a venti sinottici lungo un arco temporale annuale, infatti l'andamento delle medie mensili presenta valori maggiori nei mesi Autunnali e Invernali.

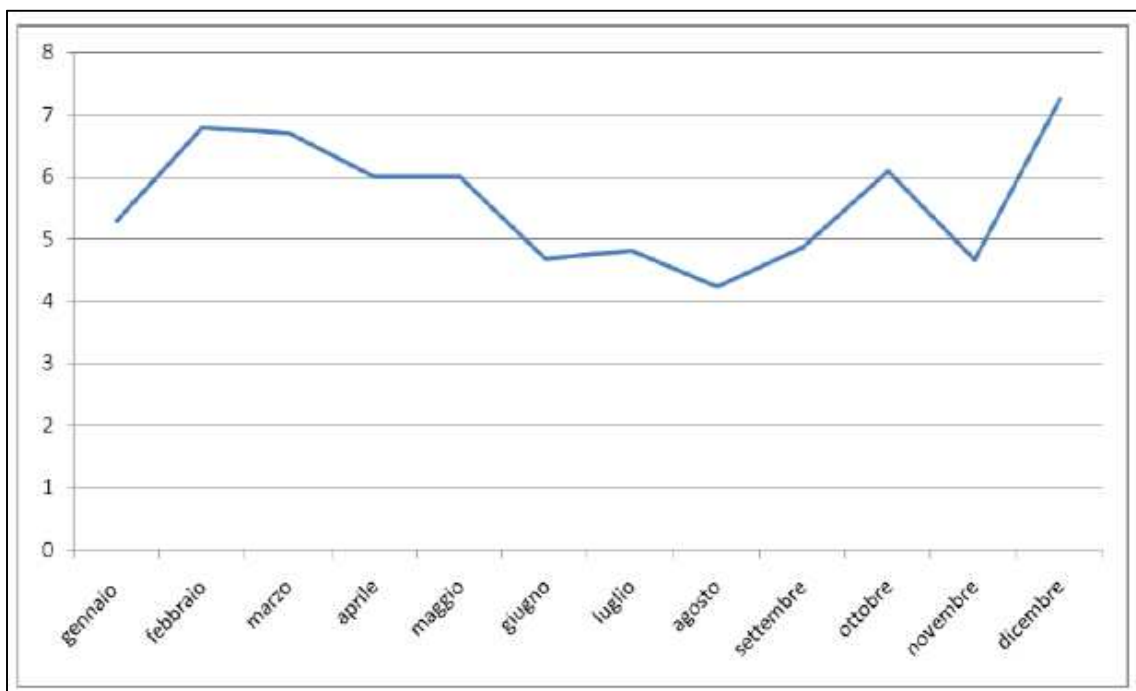


Figura 4 – Andamento medio mensile delle velocità misurate.

In **Figura 5** è riportata la rosa dei venti in frequenze, riferita all'anemometro di Montefreddo, ove si evidenziano le direzioni regnanti che risultano provenire da **nord** e **sud sud-ovest**.

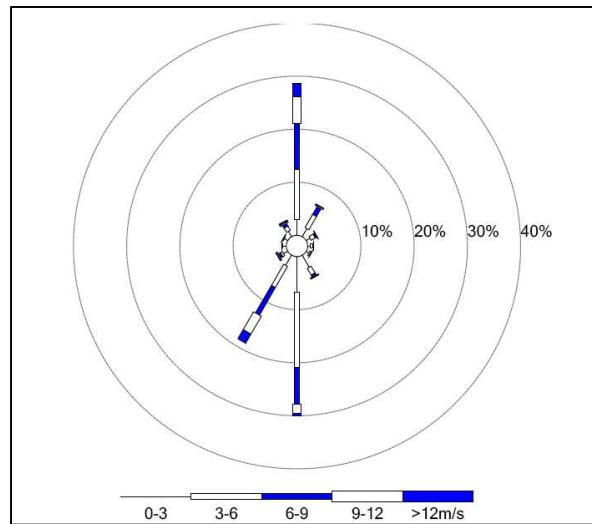


Figura 5 – Andamento medio mensile delle velocità misurate.

L'orografia del sito è regolare, non ci sono presenze di gole che possano modificare sostanzialmente la direzione del vento.

L'istallazione dei sensori sul palo anemometrico potrebbero, se non installati in maniera adeguata, causare effetti scia o di accelerazioni sulle direzioni prevalente dei venti, con errori sulla valutazione dei dati anemologici.

Da un analisi sui sensori del palo anemometrico si è riscontrato l'assenza dell'effetto di shading da parte delle strutture di sostegno come evidenziato in **Figura 6**.

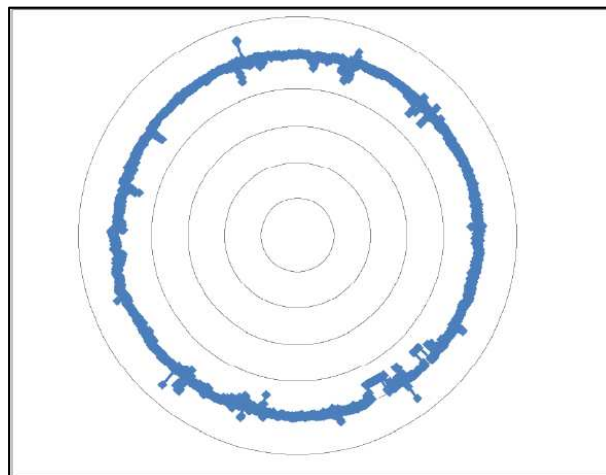


Figura 6 – Effetto di shading riferiti ai sensori di velocità.

2.1.3 Stima della producibilità e parametri di simulazione

Il rendimento del parco è funzione sia dell'orografia circostante sia dell'intensità del vento, ma l'ottimizzazione del layout, accuratamente elaborato, permette una drastica diminuzione degli effetti scia e la conseguente diminuzione del rendimento del parco che si hanno nel caso di macchine ravvicinate, a causa delle modifiche causate dalla presenza di queste nella vena fluida che le attraversa. Le perdite di cui sopra, definite come perdite per effetto scia, sono dovute al differenziale della velocità del vento, in quanto il rotore cattura parte dell'energia cinetica per trasformarla in energia meccanica. Venendo a contatto con la corrente indisturbata, il flusso di vento riprende a poco a poco le proprie caratteristiche di velocità.

Per quanto riguarda il fattore “corretta ubicazione degli aerogeneratori” esso tiene conto di una serie di parametri peculiari del territorio quali l'orografia, la rugosità (ostacoli vari: fitta vegetazione, edifici, ecc.), presenza di recettori sensibili (abitazioni sparse, ecc.), vincoli idrogeologici, ecc..

Le misure di vento raccolte attraverso l'installazione delle stazioni anemometriche e quindi riferite ad una determinata posizione del campo ed a una determinata quota, sono state estrapolate sia spazialmente (verticalmente e orizzontalmente) sia temporalmente, attraverso modelli di calcolo numerici, con i quali sarà possibile definire, nel modo più attendibile possibile una previsione di producibilità del parco eolico in esame e decidere, il modello di aerogeneratore che maggiormente si adatta al sito oggetto di studio.

Infatti, gli aerogeneratori riescono a catturare solo parte della potenza eolica disponibile in un sito e per tale motivo sono progettati e costruiti in maniera specifica per i diversi regimi di vento esistenti.

Per la stima della producibilità del parco in oggetto, la società si è avvalsa dei più comuni ed avanzati software di modellistica fluidodinamica. In particolare sono stati utilizzati i seguenti programmi:

- Nomad2;
- Wasp;
- Wind Farmer.

I dati anemometrici sono stati filtrati e ripuliti da eventuali malfunzionamenti, prima di essere utilizzati, in modo da rendere gli stessi maggiormente attendibili. La procedura, per il calcolo della stima di producibilità, ha previsto la creazione di una mappa dei venti, tecnicamente definita "risorsa eolica".

La mappa della risorsa eolica è stata calcolata ad un'altezza pari all'altezza hub con un passo di 25 m, caratterizzando l'area prese in considerazione ove ricadono gli aerogeneratori.

In seguito sono state sovrapposte all'area di studio per individuare le zone di maggior interesse anemologico, come mostrato in **Fig. 7**.

L'area di maggior interesse, sulla base dei riscontri anemometrici ottenuti dalla campagna di misurazione in corso, presenta una buona ventosità.

Nella seguente **Fig. 7**, che mostra la mappa del vento ottenuta sulla base dei dati rilevati dall'anemometro, il colore blu sta ad indicare una zona con scarsa ventosità, mentre passando per il colore verde, giallo, arancione e andando verso il colore rosso si ha una ventosità crescente.

Tenendo in considerazione le osservazioni su fatte, messe a confronto con i limiti dai centri abitativi e/o case sparse, ed i vincoli desunti dalle tavole tecniche, ove presenti, si è giunti ad un layout del parco ottimizzato.

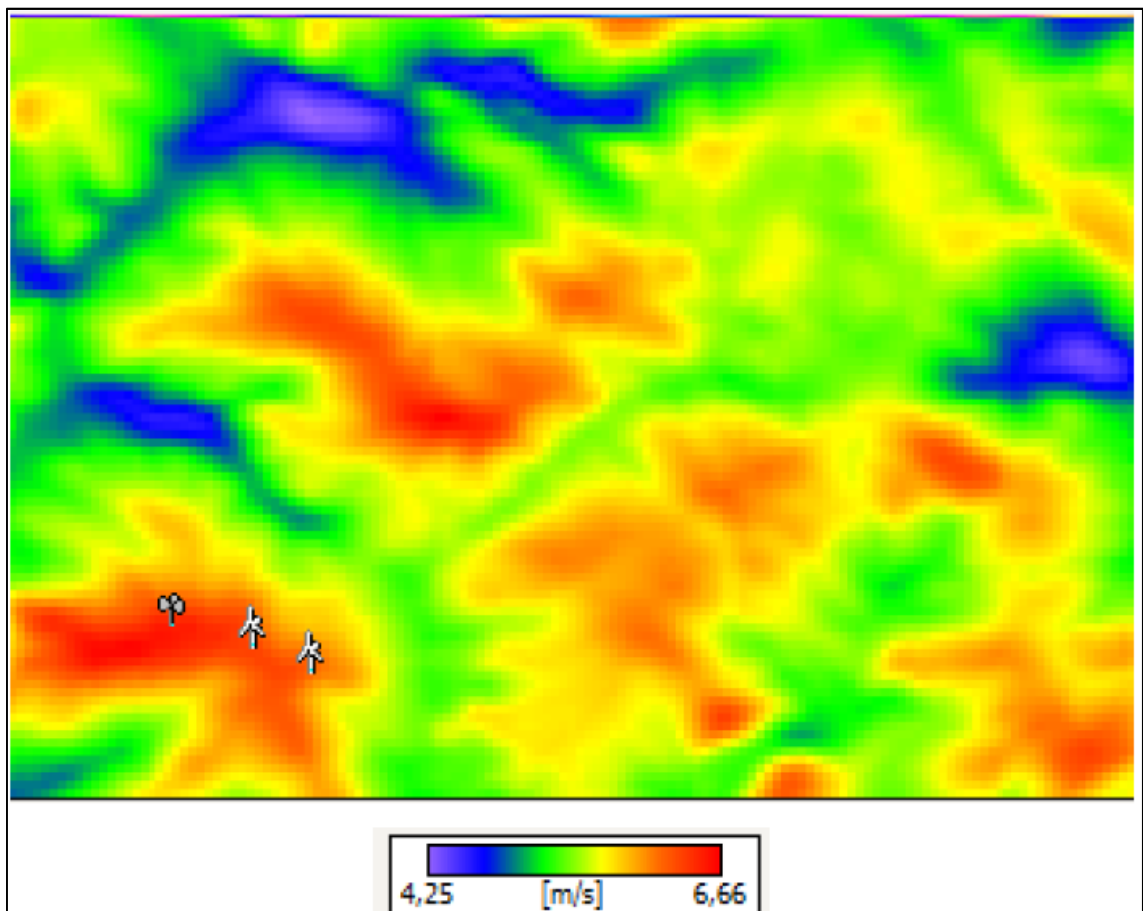


Figura 7 – Risorsa eolica.

Con tali assunzioni tramite modelli matematici, su citati, si è estrapolato il potenziale di producibilità che risulta essere, superiore ai 2300 MWh/MW, come si evince dalla seguente tabella:

ID turbina	Fattore di capacità (%)	Velocità media del vento (m/s)	Resa Lorda (MWh/yr)	Resa Netta (MWh/yr)	Ore eq	Resa Netta (MWh/yr) P75	Ore eq P75
CS 01	33,28	6,02	9505	8313	2771	7316	2439
CS 02	32,45	5,93	9258	8106	2702	7134	2378

Tabella 2 - Potenziale di producibilità degli aerogeneratori di progetto.

3 Emissioni acustiche di un impianto eolico

Secondo la legge quadro Legge del 26 ottobre 1995 n.447, l'inquinamento acustico è l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Con riferimento al potenziale rumore di un impianto eolico in esercizio, si osserva che le sorgenti di emissione sonora possono essere divise in due categorie:

- la prima riconducibile all'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento, anche se a tal proposito il rumore aerodinamico ad essa associato tende ad essere minimizzato in sede di progettazione e realizzazione delle pale;
- la seconda 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 circoscritto il più possibile alla navicella con l'impiego di materiali fonoassorbenti.

Sostanzialmente il rumore prodotto da un aerogeneratore è da imputare al movimento delle pale nell'aria e, secondariamente, ai macchinari alloggiati nella navicella (**Fig. 8**) che, almeno negli ultimi modelli di aerogeneratori risulta molto contenuto e quindi trascurabile rispetto al primo.

Inoltre, grazie alle nuove tecnologie, in relazione alle specifiche caratteristiche del sito, è possibile ottimizzare la scelta della macchina al fine di minimizzare le emissioni sonore, con riduzioni modeste delle prestazioni, e quindi ottenere nei pressi di un aerogeneratore, livelli di rumore alquanto contenuti.

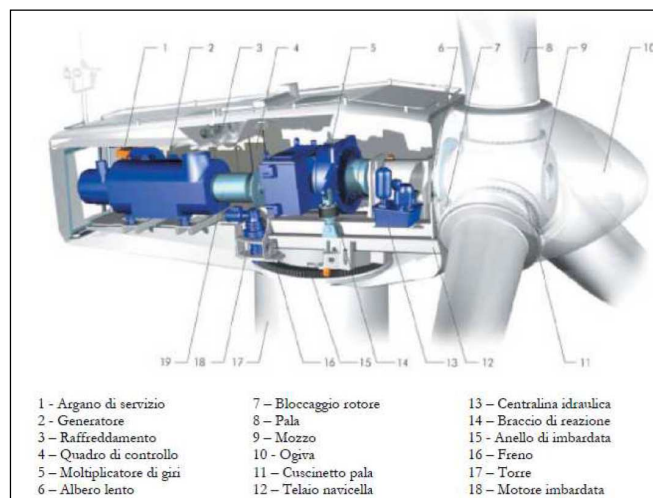


Figura 8 – Schema di una moderna turbina eolica.

Peraltro è opportuno osservare che anche il rumore di fondo generato dal vento aumenta con la velocità (di circa 2-3 dB per ogni m/s di velocità del vento), cosicché nelle moderne macchine oltre determinati valori di velocità, il rumore prodotto dalla turbina viene di fatto mascherato dallo stesso rumore di fondo.

Studi della BWEA (British Wind Energy Association) hanno dimostrato che a distanza di poche centinaia di metri, ovvero alle distanze tipiche di confine ormai canonizzate per limitare eventuali rischi per gli abitanti delle aree circostanti, questo diviene pressoché indistinguibile dal rumore di fondo.

A tal proposito l'emissione sonora di un parco eolico, misurato in un range di 35-45 dB ad una distanza di 350 m dalle turbine, è paragonabile al rumore di fondo presente in una qualsiasi casa (Global wind energy out look 2008).

In definitiva l'esperienza dimostra che migliaia di impianti eolici sono stati installati nel mondo, su terreni ubicati a poche centinaia di metri dalle abitazioni, con minimi problemi di impatto acustico.

4 Quadro di riferimento normativo

4.1 Normativa di settore

L'analisi è stata effettuata in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative integrative ed aggiuntive alla legge quadro sull'inquinamento acustico **N. 447 del 26 Ottobre 1995**:

- **D.M. 16 marzo 1998** *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*; in esso sono contenute le metodologie di acquisizione del segnale sia in ambiente esterno che interno e fissa anche delle metodologie di analisi del segnale per l'identificazione dei toni puri e dei segnali impulsivi, con una serie di coefficienti correttivi da applicare nel caso vi fossero componenti peggiorative.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*: in attuazione dell'art. 3, comma 1, della legge 26.10.1995 n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione e valori limite differenziali di immissione;
- **D.P.C.M. 1 marzo 1991** *“Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”*: in cui il legislatore sancisce che ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti i Comuni debbono adottare la classificazione in zone e che gli stessi debbono essere forniti in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio; inoltre chiarisce che: *“per le zone non esclusivamente industriali bisogna tener conto anche del criterio differenziale, secondo cui la differenza tra il livello equivalente del Rumore Ambientale e quello del Rumore Residuo (rumore di fondo) non deve superare 5 dB(A) durante il periodo diurno e 3 dB(A) durante il periodo notturno (22.00-06.00)”*.
- **Norma UNI ISO 9613-1, 2** che fornisce un metodo tecnico progettuale per calcolare l'attenuazione del suono nella propagazione all'aperto allo scopo di valutare i livelli di rumore ambientale a determinate distanze dalla sorgente. Il metodo valuta il livello di pressione sonora ponderato A in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione da sorgenti di emissione sonora nota;
- **D.P.C.M. 31 marzo 1998** *“Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n° 447 – Legge quadro sull'inquinamento acustico”*.
- **Norme UNI/TS 11143-7.**

4.2 Zonizzazione acustica delle aree di interesse

L'esigenza di tutelare il benessere pubblico dallo stress acustico urbano è garantita dal **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 marzo 1991**, integrato dalla legge **447 del 26/10/1995**.

Tale Decreto, che rappresenta il primo atto legislativo nazionale relativo all'inquinamento acustico in ambiente esterno ed interno, prevede la classificazione del territorio comunale in "zone acustiche", mediante l'assegnazione di limiti massimi di accettabilità per il rumore, in funzione della destinazione d'uso. Esso, pur essendo stato in parte cancellato per effetto della sentenza 517/1991 della Corte Costituzionale e non applicabile per alcune particolari attività (aeroportuali, cantieri edili e manifestazioni pubbliche temporanee), rappresenta il principale punto di riferimento atto a regolamentare l'acustica territoriale.

L'articolo **2 del D.P.C.M. 1 Marzo 1991** definisce sei diverse zone o classi possibili per il territorio comunale, riportate in tabella 1 del Decreto, individuabili in funzione di parametri urbanistici generali, così da permettere una "zonizzazione" in relazione alle varie componenti inquinanti di rumore. Per ciascuna di tali classi il decreto individua i livelli massimi consentiti di immissione acustica durante i periodi diurno (dalle 6:00 alle 22:00) e notturno (dalle 22:00 alle 6:00) riportati nella seguente **Tabella 3**.

Classe	Tipologia	Descrizione	L _{eq} in dB(A)	
			diurno	notturno
I	Aree particolarmente protette	Rientrano in queste classi le aree per cui la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.	50	40
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.	55	45
III	Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciale, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciale e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da insediamenti industriali e prive di insediamenti abitativi.	70	70

Tabella 3 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento – D.P.C.M. 1° Marzo 1991.

Il D.P.C.M. 1 marzo 1991 individua, inoltre il criterio differenziale del rumore, ed obbliga i Comuni a predisporre, seguendo le direttive delle Regioni, i piani di risanamento.

Successivamente la “ Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico” del 26 ottobre 1995 n° 447, introduce altre importanti novità:

- i piani comunali di zonizzazione acustica del territorio devono tenere conto delle preesistenti destinazioni d’uso;
- i comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti devono presentare una relazione biennale sullo stato acustico del Comune;
- il contatto diretto di aree, anche appartenenti a Comuni confinanti, i cui valori limite si discostano in misura di 5 dB(A), deve essere evitato nella zonizzazione acustica;
- è vietata la radiodiffusione di messaggi pubblicitari aventi potenza sonora superiore rispetto al programma che precede o segue il messaggio;
- alcune categorie di opere e utilizzazioni soggette ad autorizzazione devono integrare l’iter autorizzativo con una relazione sull’Impatto Acustico;
- per l’effettuazione di studi, progetti, controlli e misure acustiche è stata introdotta la figura del tecnico competente che può esercitare, previa istanza corredata di curriculum da presentarsi alla Regione.

Successivamente, **il D.P.C.M. 14 Novembre 1997** ha determinato, in attuazione dell’**art.3 comma 1 lettera A della legge del 26 Ottobre 1995 n° 447**, i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione e i valori di qualità, sempre riferiti alle classi di destinazione d’uso del territorio riportate nella Tabella 2.

In riferimento ai valori limite assoluti di immissione, il D.P.C.M. 14 Novembre 1997, conferma la suddivisione in classi e i valori numerici riportati in Tabella 2 definiti dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991.

Nelle successive **Tabelle 4 e 5** sono riportati i valori limite di emissione ed immissione come previsti dal D.P.C.M. 14 Novembre 1997:

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

Tabella 4 – Tabella B: valori limite di emissione - Leq in dB (A) (art.2 - D.P.C.M. 14/11/1997).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
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 5 – Tabella C: valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art. 3 - D.P.C.M. 14/11/1997).

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995, n° 447 impone ai Comuni [art. 6, comma a)] la classificazione del territorio secondo i criteri previsti dall'art. 4, comma 1, lettera a): **tuttavia, nel caso in cui il Comune non abbia ancora approvato il Piano di Zonizzazione Acustica si applicano** (art.8 D.P.C.M. 14/11/97) per le sorgenti sonore fisse i limiti indicati nella seguente **Tabella 6** (art. 6 del D.P.C.M. 1 marzo 1991):

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 6 - Valori limite di immissione validi **in regime transitorio** ai sensi del D.P.C.M. 1/3/1991 - Leq in dB (A)

Il **Comune di Colle Sannita**, all'oggi, non ha ancora provveduto alla classificazione acustica del proprio territorio comunale, ai sensi dell'art. 6 Legge n. 447/95; pertanto, **si è ritenuto opportuno procedere ad individuare la classe acustica dell'area di interesse in base alla tipologia e destinazione urbanistica dell'area stessa (agricola)** che è risultata essere la **Classe III** (aree di tipo misto – comprese le aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici).

Conseguentemente, nel caso in esame trovano applicazione i **valori limite di emissione** riportati nella **tabella B allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997** pari a **55 dB(A)** [periodo diurno] e **45 dB(A)** [periodo notturno].

Inoltre, trovano applicazione i **valori limite assoluti di immissione** che possono essere immessi nell'ambiente abitativo e/o nell'ambiente esterno, **da misurarsi in prossimità dei**

ricettori, riportati nella **tabella C** allegata al **D.P.C.M. del 14 novembre 1997** pari a **60 dB(A)** [periodo diurno] e **50 dB(A)** [periodo notturno].

Ai fini della presente valutazione, gli stessi limiti saranno presi in considerazione per quei ricettori ricadenti nel raggio di 800 mt e ricadenti nei comuni di Circello (Bn), sprovvisto di Piano di Zonizzazione Acustica comunale e Castelpagano (Bn) dotato invece di Piano di Zonizzazione Acustica comunale, i cui ricettori ricadono in sempre in Classe III.

Si deve, inoltre, verificare il rispetto del “criterio differenziale”, così come definito dall’art. 2 comma del D.P.C.M. 1 marzo 1991: infatti, nelle zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi assoluti per il rumore, sono stabilite, secondo il cosiddetto “**criterio differenziale**”, anche **le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del Rumore Ambientale (L_A) (con sorgente accesa) e quello del Rumore Residuo (L_R) (con sorgente spenta) da valutarsi all’interno degli ambienti abitativi:**

- 5 dB(A) durante il periodo diurno;
- 3 dB(A) durante il periodo notturno.

Inoltre, il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 definisce, art. 4, i **valori assoluti di soglia negli ambienti abitativi** sotto i quali non si applicano i valori limite differenziali d’immissione.

Infatti, ogni effetto del disturbo sonoro è ritenuto trascurabile (art.4 comma 2) e, quindi, il livello di rumore ambientale deve considerarsi accettabile nei seguenti casi:

- qualora il livello di rumore ambientale misurato a **finestre chiuse** sia inferiore a **35 dB(A)** durante il **periodo diurno** ed a **25 dB(A)** durante il **periodo notturno**;
- qualora il livello di rumore ambientale misurato a **finestre aperte** è inferiore a **50 dB(A)** nel **periodo diurno** ed a **40 dB(A)** nel **periodo notturno**.

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali non dovranno superare, come detto, **5 dB(A)** durante il periodo diurno e **3 dB(A)** durante il periodo notturno.

I valori limite differenziali si determinano come differenza tra il **Rumore Ambientale L_A** ed il **Rumore Residuo L_R** .

Al fine di valutare correttamente l’impatto acustico generato dall’impianto eolico sull’ambiente circostante, è stata condotta una campagna di misurazione attraverso rilievi

fonometrici **ante operam** per individuare il rumore residuo presente prima dell'installazione degli aerogeneratori.

Il rumore residuo individuato, sommato al rumore previsionale generato dalla turbina eolica, rappresenta il livello di pressione sonora totale emesso dalla sorgente.

Successivamente, attraverso l'applicazione di un modello di propagazione delle onde sonore, si è calcolato il livello di pressione sonora generato dall'aerogeneratore al variare delle distanze.

Infine, verrà effettuata una verifica del rispetto dei limiti di legge per i ricettori sensibili attraverso la verifica del criterio assoluto e del criterio differenziale.

4.3 Considerazioni sulla normativa

In via generale l'insieme dei riferimenti normativi si dimostra piuttosto lacunosa verso lo specifico caso di un impianto eolico; la problematica fondamentale riguarda la classificazione delle aree in cui si insediano gli impianti eolici. Infatti, vengono realizzati in aree caratterizzate da una buona risorsa eolica che spesso coincidono con zone collinari o montane lontane dai centri urbani, prevalentemente aree rurali. D'altro canto un parco eolico è un vero e proprio impianto industriale per la produzione di energia. Nei comuni in cui è presente la risorsa eolica, lo strumento urbanistico generale prevede per le zone E (agricole) una sottocategoria destinata allo sviluppo energetico (con chiaro riferimento all'eolico ed alle biomasse). Le classi di destinazione d'uso del territorio previste dal DPCM 1/3/91, vigenti nel caso di assenza di un piano di zonizzazione acustica, evidenziano un conflitto tra la natura dell'area e la tipologia di insediamento (il parco eolico).

Nella valutazione previsionale risulta abbastanza agevole la verifica sul territorio dei limiti di immissione assoluta, sono infatti ben noti i valori emissivi della sorgente, in potenza, anche per bande spettrali. Nella pratica anche per turbine di grande taglia con valori di potenza sonora che supera i 105 dB(A), difficilmente si supera il limite di 50 dB(A) al recettore se questo è posto ad una distanza superiore ai 250 m.

Molto più delicata è la verifica previsionale dei limiti al differenziale che nascono soprattutto con l'intento di tutelare le persone da forti differenze di pressione sonora che potrebbero disturbare il riposo, oppure le normali attività quotidiane. Tali limiti infatti, dovrebbero essere verificati quando la sorgente è esistente, sul singolo recettore abitativo, all'interno nei luoghi più sensibili quali camere da letto e vani più esposti alla sorgente.

Le misure andrebbero fatte a finestre aperte e chiuse accendendo e spegnendo la sorgente.

Purtroppo, da un punto di vista pratico, non è pensabile di poter fare delle misure preventive in tutti i recettori, per tutte le stanze e/o facciate di ciascun ricettore nelle diverse condizioni di ventosità e di immissione dell'impianto eolico.

Inoltre, è doveroso sottolineare che secondo normativa un edificio che possiede o richiede di ottenere il riconoscimento dei requisiti di agibilità dovrebbe assicurare dei requisiti acustici passivi di fono-isolamento (R_w) delle pareti superiori ai 40 dB(A).

Tale condizione rende, in genere, intrinsecamente soddisfatto il limite al differenziale in quanto porterebbe alla non applicabilità del principio poiché si potrebbe dimostrare di riuscire agevolmente a soddisfare entrambe le condizioni di esclusione di applicabilità della legge quadro.

Tuttavia ai fini di una massima tutela e comprensione dell'impatto viene di seguito eseguita una valutazione previsionale dei limiti al differenziale per ogni singolo ricettore nelle ipotesi come meglio successivamente descritto.

5 Determinazione del Rumore Residuo L_R

5.1 Caratterizzazione del Rumore Residuo alle diverse velocità del vento

La presenza di un aerogeneratore posizionato in una località prefissata, può essere percepita in dipendenza del livello di pressione sonora normalmente esistente in quel dato ambiente.

Infatti, quando il rumore residuo e quello immesso dalla turbina sono dello stesso ordine di grandezza, il secondo tende a perdersi nel primo.

Fonti del rumore residuo sono l'interazione del vento con l'orografia, la vegetazione e ostacoli solidi quali coperture e costruzioni edili, fienili, linee elettriche, ecc..., sia la presenza di attività umane quali traffico veicolare, rumori emessi da attività industriali, attività agricole, attività ludiche, ma anche dalla presenza di animali domestici, uccelli, ecc....

Il suo livello sonoro, dipende, dunque, da velocità e direzione del vento, dalla quantità di attività umane e anche dall'ora del giorno in cui le attività sono più o meno concentrate e legate a quel determinato periodo del giorno durante il quale si effettuano i rilievi.

In generale, il livello del rumore residuo aumenta in modo significativo all'aumentare della velocità del vento: sia il livello di emissione del rumore della turbina che il livello di pressione sonora ambientale sono funzioni della velocità del vento, pertanto se il rumore emesso dalla turbina eccede il livello sonoro residuo, dipende da come ciascuno di questi varia con la velocità del vento.

Nel nostro caso, le fonti più probabili dei rumori generati dal vento sono le interazioni fra vento e vegetazione e l'entità dell'emissione dipende di più dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume. Inoltre, la pressione sonora a banda larga pesata "A", generata dall'impatto del vento su un ambiente rurale è stata indicata essere approssimativamente proporzionale al logaritmo in base 10 della velocità del vento.

Pertanto, il contributo del vento all'entità del rumore residuo tende ad aumentare progressivamente in funzione dell'incremento del primo.

La conseguenza di quanto affermato è che esiste una diretta correlazione tra il livello di rumore residuo e la velocità del vento, correlazione evidenziabile attraverso una **regressione lineare semplice** del tipo:

- $L_R = aV_w + b$

dove, la variabile predetta L_R , rappresentante il **Rumore Residuo**, risulta, quindi, essere legata, tramite l'intercetta **b**, variabile tra **25 e 50 dB** ed il coefficiente angolare **a**, variabile tra

0,8 e 2,5 dB/(m/s) alla variabile predittiva V_w (velocità del vento in m/s) mediante una relazione di tipo lineare.

Le costanti **a** e **b** sono determinate sperimentalmente in corrispondenza dei ricettori considerati.

Per il sito oggetto della verifica i valori sono stati misurati a seguito di idonea campagna di misurazione di cui alle misure allegate.

I risultati dei rilievi compiuti presso i ricettori sono descritti nel **Par. 5.4** e riportati nell'**Allegato 3**.

5.2 Identificazione dei ricettori e dei punti di misura

Ai fini della previsione degli impatti indotti dall'impianto eolico di progetto e, in particolare, dell'impatto acustico, sono stati individuati i "ricettori sensibili", ciò in riferimento anche a quanto stabilito dal DPCM 14/11/97 e dalla Legge Quadro n.447/95 le quali stabiliscono che le misure dei limiti di emissione acustica vanno effettuate in corrispondenza degli ambienti abitativi definiti come:

- *“ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive”.*

Alla luce di tale indicazione, il criterio utilizzato per individuare, tra i potenziali ricettori presenti nell'area considerata, quelli effettivamente da prendere in considerazione in quanto potenziali ricettori sensibili ai fini della presente valutazione previsionale di impatto acustico, è stato il seguente:

- 1) Rilievo dei manufatti in loco;
- 2) Localizzazione su cartografia aerofotogrammetrica e catastale;
- 3) Visura catastale dei manufatti;
- 4) Individuazione dei soli fabbricati censiti con categoria **catastale "A"** che corrisponde alla categoria delle civili abitazioni o censiti quali **fabbricati rurali**; eventuale individuazione di ulteriori ricettori sensibili quali case di cura, scuole, ospedali, ecc...

Seguendo il criterio sopra descritto, sono stati individuati **n. 19 ricettori, in qualche caso costituiti da raggruppamenti di ricettori laddove costituenti un unico nucleo di edifici**, accatastati con categoria "A" e i fabbricati rurali, di cui si riporta di seguito la catalogazione, e presi in considerazione in quanto potenziali ricettori sensibili ai fini della presente valutazione previsionale di impatto acustico:

IDENTIFICATIVO RICETTORE	COORDINATE		QUOTA (m)	IDENTIFICATIVI CATASTALI			CATEGORIA CATASTALE
	GAUSS BOAGA			FOGLIO	P.LLA	SUB	
	EST	NORD					
R1	COMUNE DI CASTELPAGANO						Fabbricato rurale
	2504055	4582067	724	35	478		
R2	COMUNE DI COLLE SANNITA						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504045	4581773	738	22	116	3	
	2504078	4581783	733	22	116	5	
R3	COMUNE DI CIRCELLO						Fabbricato rurale
	2504033	4581608	756	7	292		
R4	COMUNE DI COLLE SANNITA						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504209	4581534	762	22	131		
R5	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504079	4581084	717	17	434	1	
R6	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504269	4580932	743	17	425		
R7a	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504568	4580972	777	17	378	1	
R7b	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504621	4580948	782	17	373	3	
R7b	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504619	4580940	781	17	373	4	
R8	COMUNE DI COLLE SANNITA						F2 - Unità collabenti
	2504674	4581133	789	22	129		
	2504684	4581133	789	22	30		
R9	COMUNE DI CIRCELLO						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2504668	4580859	776	17	456		
	2504672	4580841	776	17	454	3	
	2504664	4580843	776	17	454	4	
R10	COMUNE DI COLLE SANNITA						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2504813	4580862	765	23	326		
R11	COMUNE DI CIRCELLO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504712	4580704	770	17	415		
R12	COMUNE DI CASTELPAGANO						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2504876	4582042	728	35	528		
	2504877	4582037	728	35	497	1	
	2504878	4582032	728	35	497	1	
	2504871	4582038	727	35	522		
	2504880	4582034	728	35	529	1	
	2504880	4582034	728	35	529	2	
	2504871	4582030	727	35	495	1	
	2504871	4582030	727	35	495	2	
	2504866	4580027	726	35	496	1	
	2504866	4580027	726	35	496	2	
	2504876	4580027	728	35	523	1	
	2504876	4580027	728	35	523	2	
	2504857	4582018	725	35	540		
	2504871	4581997	728	35	559		
	2504888	4580002	729	35	446		
R13	COMUNE DI COLLE SANNITA						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2505253	4581826	742	23	309	2	
	2505249	4581813	742	23	309	3	
	2505253	4581826	742	23	309	5	
R14	COMUNE DI COLLE SANNITA						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2505029	4581523	756	22	107		
	2505005	4581516	757	22	21	3	
R15	COMUNE DI COLLE SANNITA						A2 - Abitazioni di tipo civile
	2505002	4581507	758	22	55		
	2505127	4581288	752	23	215		
R16	COMUNE DI COLLE SANNITA						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2505162	4581275	750	23	217	3	
	2505510	4581526	702	23	382		
R17	COMUNE DI COLLE SANNITA						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2505568	4581499	690	23	23		
	2505247	4581028	725	23	218	7	
R18	COMUNE DI COLLE SANNITA						A3 - Abitazioni di tipo economico
	2505247	4581028	725	23	218	9	
R19	COMUNE DI COLLE SANNITA						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2505049	4580791	727	23	345		
R20	COMUNE DI COLLE SANNITA						A4 - Abitazioni di tipo popolare
	2505608	4580914	668	23	399		
	2505614	4580912	666	23	397	2	
R21	COMUNE DI COLLE SANNITA						Fabbricato rurale
	2505608	4580890	668	23	89		

Tabella 7 – Individuazione dei ricettori.

La verifica dell'osservanza dei limiti sarà effettuata per i ricettori sensibili così individuati.

Ciò doverosamente premesso, complessivamente, i ricettori sensibili ricadenti nell'**area** individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 mt di raggio** centrate sulla proiezione a terra dell'asse dell'aerogeneratore, maggiormente esposti e presi in considerazione ai fini della presente valutazione previsionale, sono quelli riportati negli stralci aerofotogrammetrici allegati (**cfr. Allegato 1**) e nella **Tabella 7**; sono principalmente costituiti da case isolate, masserie e fabbricati rurali.

In **Tabella 8** sono indicati anche le postazioni di misura per i rilievi fonometrici del **Rumore Residuo L_R** .

POSTAZIONE DI RILIEVO	IDENTIFICATIVO RICETTORE	COORDINATE		QUOTA (mt)
		GAUSS BOAGA		
		EST	NORD	
P1	R8	COMUNE DI COLLE SANNITA		
		2504674	4581133	789
		2504684	4581133	789
P2	R14	COMUNE DI COLLE SANNITA		
		2505029	4581523	756
		2505005	4581516	757
		2505002	4581507	758

Tabella 8 – Posizione dei punti di misura in prossimità dei ricettori sensibili in coordinate Gauss - Boaga.

Nella **Tabella 21** riportata successivamente sono riportate oltre alla posizione dell'aerogeneratore e dei ricettori considerati, le distanze (diagonale) tra i ricettori e gli aerogeneratori considerati.

5.3 Rilievi fonometrici del Rumore Residuo L_R

Per la determinazione del **Rumore Residuo L_R** (rumore attualmente presente nella zona) sono stati effettuati, dopo opportuni sopralluoghi, rilievi fonometrici in prossimità di alcuni ricettori sensibili individuati nell'area (cfr. **Allegato 1**) sia nel periodo **diurno** che nel periodo **notturno**, in condizioni di velocità del vento al suolo non superiori a **5 m/s** e misure della durata tra i **10** e i **30 min.**

Le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in tali postazioni, nel periodo diurno e notturno, **sono state considerate rappresentative del rumore residuo** dell'intera area interessata dall'installazione dell'impianto e **pertanto estese e prese a riferimento anche per gli altri ricettori sensibili presenti nell'area.**

Infatti, nel caso di gruppi di ricettori o di ricettori con caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua la misura presso un singolo ricettore è stata considerata rappresentativa anche di altri ricettori limitrofi.

Nella **Tabella 9** che segue sono riportate le postazioni di misura per i rilievi fonometrici ed i ricettori associati alle corrispondenti misure:

POSTAZIONE DI RILIEVO	RICETTORI ASSOCIATI
P1	R1 - R2 - R3 - R4 - R5 - R6 - R7a - R7b - R8 - R9 - R10 - R11
P2	R12 - R13 - R14 - R15 - R16 - R17 - R18 - R19

Tabella 9 – Posizione dei punti di misura e ricettori associati alla misura.

Le tecniche e le modalità di misura sono stabilite dal DPCM 16/03/1998, con riferimento alle caratteristiche degli strumenti da utilizzare, alle condizioni climatiche necessarie per la validità delle misure e alla durata delle misure stesse.

5.3.1 Strumentazione impiegata

Il sistema di rilevamento utilizzato è costituito da:

- Fonometro 01 dB tipo Symphonie a 2 canali matricola n° 1113;
- Preamplificatore 01 dB PRE 12H matricola n° 11098;
- Microfono 01 dB tipo MCE212 matricola n° 18049;
- Cavo Sinus modello 974282 matricola n° 001;
- Calibratore 01 dB Cal01, n° matricola 11154;
- Notebook modello HP 550 matricola n° CNU90640RS;
- Programmi Applicativi dB Trig32 ver. 5.1 - dB Trait32 ver. 5.1

La strumentazione di misura è rispondente ai requisiti richiesti **dall'art. 2 del Decreto Ministeriale del 16.03.1998 (cfr. Allegato 7)** essendo accompagnati da apposito certificato di taratura, LAT 185/5306 rilasciato in data 26/11/2015 dal Centro di Taratura LAT N° 185 "Sonora S.r.l."

Comunque, prima di partire con i rilievi ed al termine della loro esecuzione, si è proceduto alla calibrazione del fonometro grazie all'utilizzo del calibratore **01 dB Cal01**, matricola n° 11154, anch'esso munito di apposito certificato di taratura LAT 185/5308, rilasciato in data 26/11/2015 dal Centro di Taratura LAT N° 185 "Sonora S.r.l."

Il sistema di misura utilizzato soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure sono state effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

Il microfono utilizzato per le misure è conforme, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260), EN 61094-1/1994, EN 61094-1/1994, EN 61094-2/ 1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995 ed il calibratore è conforme alle norme CEI 29-4.

La strumentazione è stata controllata con un calibratore di classe 1, prima e dopo ogni ciclo di misura secondo la norma IEC 942/1988 dando differenze inferiori a 0.5 dB.

In allegato sono riportati i certificati di taratura relativa alla strumentazione in esame (**cfr. Allegato 7**).

5.3.2 Modalità di rilevazione

Al fine di procedere ad una corretta campagna di misure, sono state osservate le prescrizioni dettate dal D.M. del 16 marzo 1998 *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*.

L'osservanza del citato Decreto, infatti, consente di conseguire la cosiddetta "qualità della misura", intesa come l'insieme dei fattori che ne fanno un dato di riferimento oggettivo.

Il sistema di misura adottato soddisfa le specifiche, indicate all'art 2 del summenzionato Decreto, relative alla classe 1 delle Norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994. In dipendenza di ciò, è stato utilizzato un fonometro, conforme alla classe 1, in grado di acquisire le misure e corredato di apposito calibratore per la fase di calibrazione.

Dovendo le misure, inoltre, fornire informazioni circa il contenuto spettrale del rumore, la strumentazione era provvista di filtri in banda di terzo d'ottava, secondo quanto prescritto dalla Norma di riferimento seguita.

Il rilevamento è stato effettuato misurando il Livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A, come è previsto nelle disposizioni tecniche del D.P.C.M. 16/03/1998.

Particolare attenzione è stata posta anche nella scelta dei punti adatti all'esecuzione dei rilievi.

Le fasi misurative, allo scopo di rilevare e riprodurre fedelmente i parametri a maggior valenza per la determinazione dei livelli sonori, si sono protratte per tempi opportunamente scelti e collocati in periodi della giornata durante i quali i valori d'immissione risultano essere rappresentativi della condizione interessata.

In particolare, trovandoci nella fase preliminare di valutazione ed essendo le misurazioni finalizzate alla valutazione del **rumore di fondo indicativo dell'intera area in esame**, sono state scelte delle postazioni rappresentative delle condizioni acustiche dell'area, in prossimità di alcuni ricettori sensibili individuati.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti nel periodo **29 – 30 novembre 2016 e 01 dicembre 2016** in condizioni meteorologiche normali, sia nel periodo **diurno** che nel periodo **notturno**, in condizioni di **velocità del vento al suolo** non superiori a **5 m/s** e misure della durata tra i **10 e i 30 min.**

Si è fatto uso di un microfono adatto all'acquisizione di un rumore proveniente da tutte le direzioni. Esso è stato montato su apposito sostegno e collegato direttamente al fonometro.

Per i rilievi eseguiti il microfono, corredato di cuffia antivento, è stato posizionato su di un tripode ad un'altezza di m 1,50 e ad una distanza di m 1,00 da superfici riflettenti.

L'operatore, durante l'esecuzione delle misure, si è mantenuto ad una distanza minima di 3 metri dal microfono.

Le misure sono state arrotondate a 0,5 dB.

Prima di dar corso ai rilievi si è proceduto alla calibrazione della catena di misura. L'operazione è stata eseguita con l'ausilio di un calibratore, in grado di eseguire la verifica circa la corretta acquisizione dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati "A".

La calibrazione, inoltre, è stata ripetuta al termine delle misure, al fine di accertarsi della correttezza dei rilievi eseguiti.

La strumentazione utilizzata fornisce la rilevazione del livello sonoro equivalente, ossia del livello di pressione sonora costante in grado di produrre gli stessi effetti sull'udito di un livello sonoro variabile in un determinato intervallo di tempo T_e di misura.

Il calcolo dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ($L_{Aeq,TR}$) è stato seguito con tecniche di campionamento.

Il valore $L_{Aeq,TR}$ viene calcolato come media dei valori dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" relativo agli interventi nel tempo di osservazione (T_o)i.

Il valore di $L_{Aeq,TR}$ è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 * \log_{10} \left[\frac{1}{T_R} \sum (T_o)_i * 10^{0,1L_{AEQ,T_{oi}}} \right] dB(A)$$

In pratica, nel caso in esame, essendo l'impianto supposto in funzione 24/24 ore, il valore di immissione coincide con il valore di rumorosità ambientale.

In relazione al **periodo di riferimento**, essendo la fonte del rumore costituita essenzialmente dal movimento di rotazione imposto alle pale dai venti presenti in zona, sono state eseguite delle misure all'interno di entrambe le fasce di riferimento contemplate dalla normativa, la diurna (**6.00-22.00**) e la notturna (**22.00-06.00**), proprio perché il funzionamento degli aerogeneratori può considerarsi di tipo continuo.

Allo scopo di porsi nelle condizioni atte a garantire la ripetibilità delle misure, sono state osservate le prescrizioni richiamate ai punti 3, 4 e 5 dell'allegato "A" al D.M. del 16 marzo 1998, procedendo nel seguente modo:

1. **T_R diurno** (06.00 ÷ 22.00) e **notturno** (22.00 ÷ 06.00);
2. **T_O** preso in modo da verificare le condizioni di rumorosità da valutare;
3. **T_M** estendendosi, per ogni misura, per un tempo compreso tra i **10** e i **30 min**, in modo da rendere le misure rappresentative del fenomeno da studiare.

Per la misura del vento al suolo si è adoperato un **anemometro portatile digitale** WINDMASTER 2 della Kindl Electronic, con display LCD, funzioni di velocità attuale, velocità media, velocità massima del vento, barografo Beaufort, visualizzazione dati in Km/h, KTS, M/S,

MPH, range di misurazione 2,5-150 Km/h.(1,3-81 KTS), range temperatura di esercizio -20/+50 °C, sensore a coppe protetto all'interno di una gabbia d'acciaio, esposta a 360°.

5.4 Valori del rumore residuo (ante operam)

Nella seguente **Tabella 9** sono riportati i valori analitici del **Rumore Residuo L_R** misurati per l'impianto eolico di Colle Sannita sia in condizioni diurne che notturne, nelle postazioni di misura riportate nel **Paragrafo 5.2 - Tabella 7**.

Le misure sono state arrotondate a 0,5 dB come previsto nelle disposizioni tecniche del D.P.C.M. 16/03/1998.

Lo scopo della campagna di misura è stato quello di poter disporre per una stessa postazione di almeno due misure con diverse condizioni di ventosità, al fine di poter estrapolare i dati di dipendenza dal vento in base alla legge di regressione lineare nota in letteratura, caratterizzandone le costanti.

Inoltre come detto, nel caso di gruppi di ricettori o di ricettori con caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua la misura presso un singolo ricettore nelle postazioni individuate, è stata considerata rappresentativa anche degli altri ricettori limitrofi.

Nella seguente **Tabella 10** si riportano i risultati delle misure fonometriche eseguite ed i ricettori associati alla misura.

Postazione di misura	Ricettori associati	RUMORE RESIDUO - PERIODO DIURNO						RUMORE RESIDUO - NOTTURNO					
		Data di misura	Tempo di osservazione (TO)	Tempo di misura (TM)	Livello di rumore misurato dB(A)	Livello di rumore corretto dB(A)	V _w al suolo (m/s)	Data di misura	Tempo di osservazione (TO)	Tempo di misura (TM)	Livello di rumore misurato dB(A)	Livello di rumore corretto dB(A)	V _w al suolo (m/s)
P1	R1 - R2 - R3 - R4 - R5 - R6 - R7a - R7b - R8 - R9 - R10 - R11	29/11/2016	06:00 - 22:00	09:07 - 09:17	44,1	44,0	3,9	29/11/2016	22:00 - 06:00	22:33 - 23:03	37,8	38,0	1,3
		29/11/2016	06:00 - 22:00	10:32 - 10:42	43,0	43,0	2,9	29/11/2016	22:00 - 06:00	23:55 - 00:05	40,4	40,5	3,8
		29/11/2016	06:00 - 22:00	17:33 - 17:43	45,5	45,5	4,1	30/11/2016	22:00 - 06:00	00:55 - 01:05	40,9	41,0	3,5
		29/11/2016	06:00 - 22:00	19:10 - 19:20	42,2	42,0	1,6	30/11/2016	22:00 - 06:00	01:43 - 02:14	42,1	42,0	4,9
P2	R12 - R13 - R14 - R15 - R16 - R17 - R18 - R19	30/11/2016	06:00 - 22:00	09:25 - 09:56	32,4	32,5	1,0	30/11/2016	22:00 - 06:00	22:12 - 22:42	26,5	26,5	0,1
		30/11/2016	06:00 - 22:00	10:56 - 11:26	39,4	39,5	4,5	30/11/2016	22:00 - 06:00	23:55 - 00:23	26,0	26,0	0,2
		30/11/2016	06:00 - 22:00	15:28 - 15:58	42,8	43,0	5,0	01/12/2016	22:00 - 06:00	01:42 - 02:14	37,8	38,0	5,0
		30/11/2016	06:00 - 22:00	18:34 - 19:05	37,6	37,5	2,9	01/12/2016	22:00 - 06:00	02:48 - 03:18	35,3	35,5	4,6

Tabella 10 – Livelli di Rumore Residuo L_R misurati (periodo diurno e notturno) e ricettori associati.

In generale in aree, a carattere prevalentemente agricole, analoghe a quella in esame il rumore di fondo è sostanzialmente generato dal passaggio delle autovetture, dalla tipologia dell'asfalto, dal regime fluidodinamico del vento e da svariati altri fattori che influenzano in maniera significativa, il valore della misura quali vicinanza di avifauna in canto, presenza di vegetazione

che provoca fruscii, ecc. Ne risulta pertanto che le misurazioni effettuate possono variare nel tempo a seconda del variare delle condizioni di misura indipendenti dall'operatore. Per l'area in esame dai rilievi in situ si è osservato che le principali sorgenti di rumore sono riconducibili all'avifauna in canto, al fruscio delle piante e all'attività antropica in genere.

Dalle misure eseguite presso ogni postazione fonometrica si sono resi disponibili **quattro valori** del livello equivalente di pressione sonora pesato A, **per diverse velocità del vento al suolo**.

Tale disponibilità ha consentito, in fase di elaborazione dei dati, di calcolare i valori del livello equivalente di pressione sonora pesato A per ogni singola postazione fonometrica in funzione della velocità del vento utilizzando, come detto, una **regressione lineare semplice**.

Le misure così acquisite sono state depurate dai dati derivanti da eventi sonori atipici, anomali e/o accidentali e in grado di alterare la rumorosità registrata, e successivamente correlate alle diverse velocità del vento al suolo (da 0 a 5 m/s) rilevate in prossimità del ricettore stesso (ad una quota di 3 m dal piano campagna), nella postazione fonometrica individuata.

Per ciascun periodo di riferimento (diurno e notturno) e per ciascuna postazione fonometrica prescelta, sono stati prodotti diagrammi a dispersione recanti i valori di L_R in funzione dei valori di velocità del vento al suolo misurati (**da 0 a 5 m/s**), e per ciascun periodo di riferimento è stata calcolata la retta di regressione lineare per interpolare i dati acquisiti; **in tal modo, tale retta, è stata utilizzata per estrapolare i dati anche per quelle classi di velocità vento superiori ai 5 m/s.**

Nei seguenti grafici (**Figg. 9, 10, 11, 12**), per ciascun periodo di riferimento e ciascuna postazione fonometrica, è rappresentato l'andamento della retta di regressione lineare del rumore residuo in funzione della variazione della velocità del vento al suolo; inoltre, nelle **Tabelle 11, 12** che seguono si è provveduto a tabulare le corrispondenti rette di regressione (periodo diurno e notturno) per ciascuna postazione fonometrica.

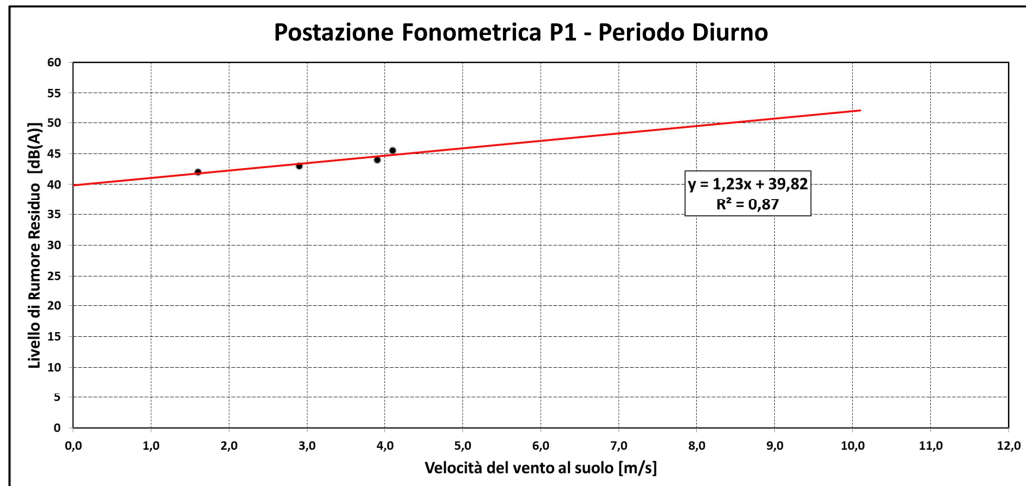
POSTAZIONE P1

Figura 9 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo diurno – Postazione 1).

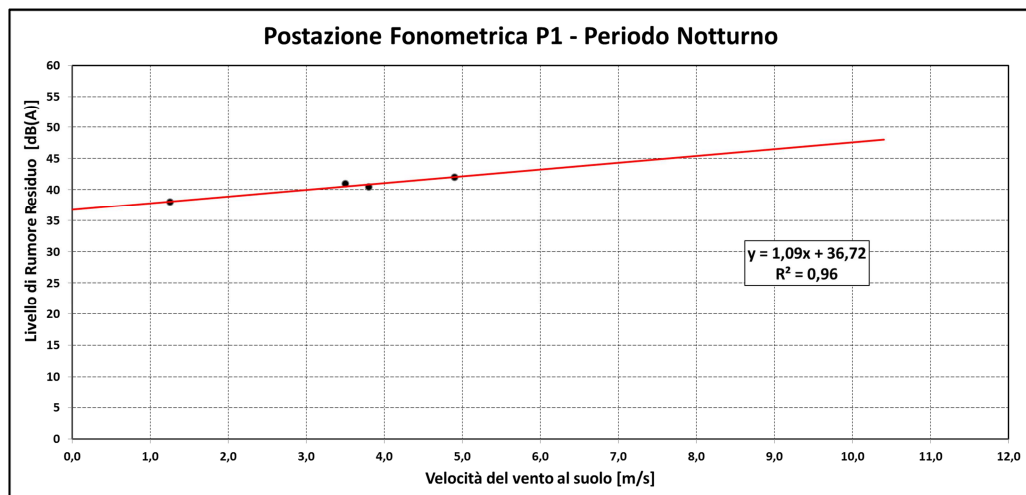


Figura 10 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo notturno – Postazione 1).

Retta di regressione (Periodo Diurno)				Retta di regressione (Periodo Notturno)			
a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)	a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)
1,23	39,82	0,0	39,8	1,09	36,72	0,0	36,7
1,23	39,82	1,0	41,1	1,09	36,72	1,0	37,8
1,23	39,82	2,0	42,3	1,09	36,72	2,0	38,9
1,23	39,82	3,0	43,5	1,09	36,72	3,0	40,0
1,23	39,82	4,0	44,7	1,09	36,72	4,0	41,1
1,23	39,82	5,0	46,0	1,09	36,72	5,0	42,2
1,23	39,82	6,0	47,2	1,09	36,72	6,0	43,3
1,23	39,82	7,0	48,4	1,09	36,72	7,0	44,4
1,23	39,82	8,0	49,7	1,09	36,72	8,0	45,4
1,23	39,82	9,0	50,9	1,09	36,72	9,0	46,5
1,23	39,82	10,0	52,1	1,09	36,72	10,0	47,6

Tabella 11 – Tabulazioni Rette di regressione (periodo diurno e notturno – Postazione 1 – ricettori associati R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7a, R7b, R8, R9, R10, R11).

POSTAZIONE P2

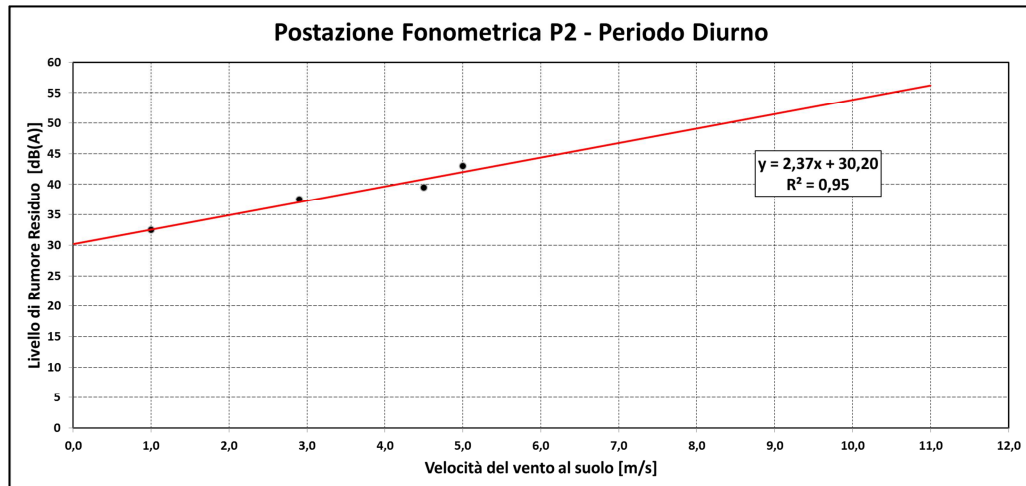


Figura 11 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo diurno – Postazione 2).

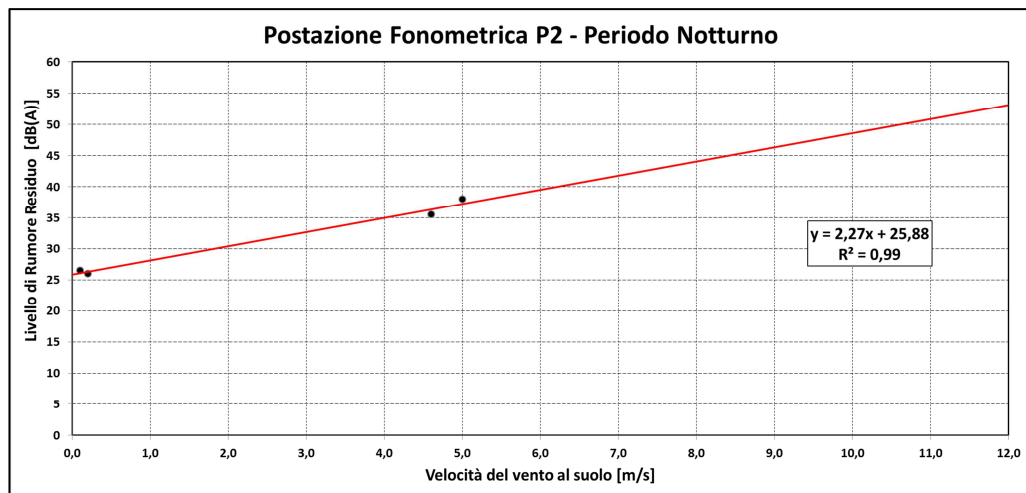


Figura 12 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo notturno – Postazione 2).

Retta di regressione (Periodo Diurno)				Retta di regressione (Periodo Notturno)			
a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)	a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)
2,37	30,2	0,0	30,2	2,27	25,88	0,0	25,9
2,37	30,2	1,0	32,6	2,27	25,88	1,0	28,2
2,37	30,2	2,0	34,9	2,27	25,88	2,0	30,4
2,37	30,2	3,0	37,3	2,27	25,88	3,0	32,7
2,37	30,2	4,0	39,7	2,27	25,88	4,0	35,0
2,37	30,2	5,0	42,1	2,27	25,88	5,0	37,2
2,37	30,2	6,0	44,4	2,27	25,88	6,0	39,5
2,37	30,2	7,0	46,8	2,27	25,88	7,0	41,8
2,37	30,2	8,0	49,2	2,27	25,88	8,0	44,0
2,37	30,2	9,0	51,5	2,27	25,88	9,0	46,3
2,37	30,2	10,0	53,9	2,27	25,88	10,0	48,6

Tabella 12 – Tabulazioni Rette di regressione (periodo diurno e notturno – Postazione 2 – ricettori associati R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19).

Una volta tabulate le rette di regressione (per il periodo diurno e notturno), si è proceduto alla verifica dei **limiti di immissione assoluti diurni e notturni presso i ricettori considerati** e del **criterio differenziale (Par. 7)**.

La tipologia di aerogeneratore scelta dalla COGEIN Energy S.r.l., è del tipo **Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2**, con altezza al mozzo pari a **142,0 mt** e diametro del rotore pari a **136 mt**.

Pertanto, nel presente studio, ai fini dell'analisi di previsione di impatto acustico, per gli aerogeneratori di progetto della società COGEIN Energy S.r.l., sarà preso in considerazione tale modello di aerogeneratore, con caratteristiche tecniche come descritte nel successivo Par. 6.4.

6 Valutazione previsionale dell'impatto acustico

6.1 La propagazione del suono in campo libero

Nell'aria libera il suono si propaga uniformemente in tutte le direzioni, le onde sonore si allontanano dalla sorgente subendo il fenomeno della divergenza geometrica, ovvero dell'attenuazione dovuta al fatto che aumentando la distanza aumenta la superficie di propagazione e di conseguenza la potenza dell'emissione sonora diminuisce d'intensità.

La propagazione del rumore dipende dal tipo di sorgente sonora; in un ambiente aperto (senza riflessioni) valgono i seguenti criteri:

- **Sorgenti piane:** il livello sonoro decresce a breve distanza, poi progressivamente diminuisce fino a 6 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore;
- **Sorgenti lineari:** il livello sonoro decresce inizialmente di 3 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore, poi progressivamente fino a 6 dB per ogni raddoppiamento;
- **Sorgenti omnidirezionali:** il livello sonoro diminuisce di 6 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore.

Nelle situazioni più ordinarie il rumore si propaga nell'ambiente aereo che la circonda con modalità riconducibili a queste tipologie fondamentali:

- Propagazione secondo onde piane (ad esempio in prossimità di superfici piane irradianti rumore, o, in prima approssimazione, all'interno di un canale di sezione costante);
- Propagazione secondo onde cilindriche (determinata da sorgenti sonore lineari, ad es. tubazioni);
- Propagazione secondo onde sferiche (causata ad es. da sorgenti omnidirezionali in un ambiente omogeneo).

La propagazione acustica nella realtà assume modalità più complesse in relazione a:

- Caratteristiche di direttività della sorgente sonora;
- Caratteristiche ambientali (riflessioni, assorbimento e diffusione causati da elementi presenti nell'ambiente, condizioni meteorologiche, morfologia del terreno, vegetazione, ecc.).

Le relazioni utilizzate per calcolare il livello di pressione sonora generato da una sorgente nel suo intorno sono quindi funzione dell'ambiente in cui si trova la sorgente e della sorgente stessa.

Nel caso generale di **propagazione all'aperto** si può considerare la relazione:

$$L_p = L_w + D - A_{div} - \sum_i A_i$$

dove:

- “ L_p ” il livello di pressione sonora nella posizione del ricevitore;
- “ L_w ” rappresenta il livello di potenza sonora della sorgente;
- “ $D=10\log Q$ ” è definito come l'Indice di Direttività [dB]; Q =fattore di direttività;
- A_{div} = Attenuazione per divergenza geometrica;
- $\sum_i A_i$ = ulteriori fattori di attenuazione.

In particolare, come detto, l'indice di direttività di una sorgente è dato dalla relazione $D = 10\log Q$, dove il valore del **fattore di direttività** Q , può essere inteso come rapporto tra l'intensità sonora in un punto ad una certa distanza dalla sorgente in esame e l'intensità sonora che si sarebbe avuta nello stesso punto nel caso di sorgente sonora omnidirezionale (si suppone, ovviamente, che entrambe le sorgenti emettano la stessa potenza sonora).

Quindi il fattore Q serve a computare gli effetti legati all'esistenza di superfici riflettenti, responsabili di incrementi del livello di pressione sonora generati da una propagazione “preferenziale” dell'energia nell'intorno della sorgente considerata.

A tal proposito, in **Fig. 13**, si riportano i valori assunti dal parametro Q e di conseguenza quelli assunti dal parametro D , in relazione alla posizione assunta dalla sorgente (casistica per sorgenti puntiformi omnidirezionale).

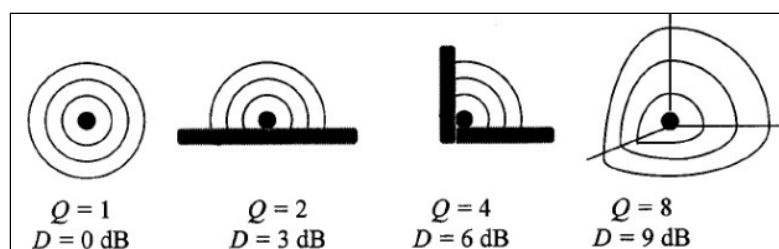


Figura 13 – Curve iso-intensità, fattori (Q) ed indici di direttività (D) in funzione della posizione di una sorgente puntiforme omnidirezionale

Nella presente relazione si considera un Indice di direttività $D=10\log Q=0$ (nullo), poiché si assimila l'aerogeneratore ad una sorgente puntiforme in campo libero (omnidirezionale sospesa a mezz'aria) che irradia una potenza sonora indipendente dall'ambiente in cui la stessa viene collocata; l'energia totale è distribuita su di una superficie sferica avente come centro la sorgente stessa.

E' importante osservare che la schematizzazione di sorgenti sonore più complesse (parco eolico), possano sempre essere studiate con la sovrapposizione degli effetti di un ragionevole numero di sorgenti puntiformi.

In queste ipotesi la formula per la propagazione di sorgenti puntiformi all'aperto può essere espressa dalla relazione:

$$L_p = L_w - A_{div} - \sum_i A_i$$

Come detto, per stimare il livello di pressione sonora generato da un aerogeneratore in un punto, si presuppone l'assunzione di una sorgente **puntiforme irradiante in ambiente esterno**.

Pertanto nelle ipotesi di:

- propagazione **sferica** delle onde sonore;
- energia sonora emessa in modo uniforme e con la stessa intensità in tutte le direzioni (**sorgente omnidirezionale**)

l'attenuazione per divergenza geometrica (divergenza sferica nel caso delle sorgenti puntiformi qui considerate) è calcolabile con la seguente relazione:

$$A_{div} = 20 \cdot \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \quad [dB]$$

dove:

- “ d ” distanza sorgente ricevitore;
- “ d_0 ” distanza di riferimento pari a 1 m;

In queste ulteriori ipotesi, la relazione generale di propagazione all'aperto diventa:

$$L_p = L_w - 20 \cdot \log r - 11 - \sum_i A_i$$

che individua il livello di pressione sonora per propagazione di una **sorgente puntiforme omnidirezionale in campo libero**.

Tuttavia, in generale, all'aperto il livello sonoro decade con r più rapidamente di quanto previsto dalle relazioni relative ai soli effetti geometrici. Le cause principali dell'eccesso d'attenuazione sono dovute ad ulteriori fattori di attenuazione A_i che influenzano il percorso delle onde sonore:

$$\sum_i A_i = A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_n + A_{misc}$$

- **A_{atm} = Attenuazione per assorbimento atmosferico:** tale fenomeno dipende dalla frequenza del suono, dalle condizioni locali di pressione, temperatura e umidità relativa dell'aria. Questo tipo di assorbimento è di solito trascurabile se la distanza dalla sorgente non supera il centinaio di metri, risulta quindi sensibile solo per grandi distanze e per alte frequenze (es. impatto acustico velivoli);
- **A_{gr} = Attenuazione per effetto del suolo:** fenomeno causato dalla riflessione ed assorbimento del terreno, dipendente a sua volta dall'altezza della sorgente, dalle proprietà del terreno, dalla frequenza, ecc;
- **A_{bar} = Attenuazione per la presenza di ostacoli e barriere;** questi infatti possono generare effetti di blocco o schermo delle onde sonore;
- **A_{n} = Attenuazione per effetto di variazioni** di gradienti verticali di temperatura, velocità del vento e turbolenza atmosferica;
- **A_{misc} = Attenuazione aggiuntiva dovuta a vari effetti:** per attraversamento di vegetazione, per attraversamento di siti industriali, per attraversamento di siti residenziali.

Pertanto, per stimare il livello effettivo di pressione sonora in un luogo all'aperto occorrerà sottrarre al valore L_p calcolato solo sulla base della divergenza geometrica delle onde sonore, anche gli ulteriori contributi di attenuazione A_i presenti dovuti ai singoli fattori sopra elencati.

Nel presente studio, la previsione dell'impatto acustico del nuovo impianto eolico è stata effettuata utilizzando, per la stima della propagazione del rumore in ambiente esterno, il programma di calcolo **NFTP ISO 9613** facente parte del pacchetto Maind Model Suite, prodotto dalla Maind S.r.l. di Milano, sviluppato per il calcolo del rumore prodotto da sorgenti fisse o mobili secondo quanto previsto dalla norma ISO 9613 - 2 "*Attenuation of sound during propagation outdoors*".

Il metodo di calcolo, fondato su ipotesi di propagazione del suono, prodotto da sorgente puntiforme (onda sferica), in campo libero lontano e che utilizza gli algoritmi di calcolo descritti in tale Norma, fornisce una stima della propagazione sonora mediante l'inserimento della morfologia del territorio e dei dati relativi alle sorgenti sonore (coordinate, potenza sonora, altezza dal suolo) e ai ricettori (coordinate, altezza dal suolo) e tiene conto di una serie di fattori quali la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico, l'assorbimento del suolo,

l'eventuale presenza di barriere, consentendo di valutare il livello sonoro prodotto in prossimità dei recettori sensibili individuati.

Il modello permette la valutazione di questi effetti descritti utilizzando gli algoritmi presenti nella Norma ISO 9613 su un reticolo di calcolo bidimensionale a maglie.

Le zone edificate e alberate possono essere definite attraverso punti discreti, unendo poligoni a quattro lati, mentre l'orografia dell'area può essere ricostruita sul reticolo di base.

Inoltre il codice permette il posizionamento delle sorgenti sonore e dei recettori sensibili attraverso punti discreti da inserire nell'area di calcolo.

Il codice calcola il livello equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione (condizione sottovento). In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

La descrizione dei risultati ottenuti dalla modellazione della rumorosità prodotta dall'esercizio dell'impianto è riportata successivamente.

Nel successivo paragrafo viene presentata una descrizione del programma di calcolo utilizzato.

6.2 Descrizione del software di calcolo: NFTP 9613

Il software di calcolo **NFTP** (Noise Forecast for Territorial Planning) **ISO 9613** della Maind S.r.l. è stato sviluppato appositamente per fornire i valori del livello di esposizione al rumore in diversi punti del territorio, in funzione delle caratteristiche, tipologia e potenza delle diverse sorgenti acustiche, oltre che delle condizioni meteorologiche e della morfologia del terreno.

NFTP Iso9613 è un software progettato per il calcolo del rumore prodotto da sorgenti fisse o mobili secondo quanto previsto dalla norma ISO 9613-2 “*Attenuation of sound during propagation outdoors*”.

Il modello matematico utilizzato calcola il campo del livello di pressione sonora equivalente ponderata in curva A generato da sorgenti fisse o mobili su un reticolo di calcolo bidimensionale e permette la valutazione di numerosi effetti utilizzando gli algoritmi presenti nella ISO 9613.

La norma ISO 9613-2 fornisce un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Le sorgenti sonore sono assunte come puntiformi e devono esserne note le caratteristiche emissive in banda d’ottava (frequenze nominali da 63Hz a 8 kHz).

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d’ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d’ottava (dB).

In particolare :

- la potenza sonora in banda d’ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d’ottava (62,5Hz ; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz);
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

Il modello di calcolo NFTP ISO 9613 implementa la ISO 9613-2 calcolando il valore di SPL equivalente prodotto da una serie di sorgenti puntiformi poste sul territorio.

Rispetto a quanto contenuto nella ISO9613-2 nello sviluppo del modello sono state fatte le seguenti **approssimazioni e interpretazioni**:

- nella implementazione del metodo alternativo per il calcolo dell'effetto del suolo, descritto nel paragrafo 7.3.2 della ISO 9613-2, non viene considerato il termine di correzione D_0 ;
- nella valutazione degli effetti di schermo delle barriere viene considerata solo la diffrazione dagli spigoli orizzontali superiori;
- non vengono considerati effetti di riflessione; nel paragrafo 7.5 della ISO 9613-2 la riflessione è trattata tramite l'utilizzo di sorgenti virtuali. Tale effetto non è stato considerato sia a causa della notevole complicazione degli algoritmi di calcolo sia a causa delle numerose condizioni che la ISO stessa prevede per la validità dello schema proposto;
- nel caso della diffrazione da schermi non viene valutata la condizione di validità della barriera in quanto il programma è stato sviluppato per il calcolo in ambiente esterno dove tale condizione è praticamente sempre verificata;
- la presenza di orografia non è esplicitamente trattata dalla ISO 9613-2; il programma di calcolo tratta l'orografia come una serie di ostacoli valutando quindi gli effetti di diffrazione al bordo superiore.

Il modulo di calcolo utilizza un sistema di coordinate cartesiano espresso in metri.

Le coordinate dei vari oggetti (sorgenti, barriere, zone acustiche...) vanno espresse in metri.

Per la valutazione di alcuni effetti (orografia, effetto del terreno, fondo sonoro) è necessario assegnare al reticolo di calcolo una matrice (i,j) che contenga un valore della grandezza in esame per ogni cella.

6.3 Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613 – 1, 2

L'impostazione della presente valutazione previsionale di impatto acustico si basa sul modello di calcolo suggerito dalla letteratura tecnica (la norma ISO 9613 parte 1 e 2):

- **UNI ISO 9613-1: 2006** *“Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto. Parte 1: Calcolo dell’assorbimento atmosferico”*;
- **UNI ISO 9613-2: 2006** *“Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo”*

e fondato su ipotesi di propagazione del suono, prodotto da sorgente puntiforme (onda sferica), in campo libero lontano.

Lo scopo della **Norma ISO 9613 – 1,2** è quello di specificare i metodi per calcolare l'attenuazione del suono, nella propagazione in campo aperto, al fine di predeterminare i livelli di rumore, in un punto prestabilito, causati da sorgenti di natura diversa.

La norma si divide in due parti: la prima tratta con molto dettaglio dell'attenuazione del suono dovuta all'assorbimento atmosferico, la seconda propone un metodo approssimato per la valutazione delle attenuazioni che si possono verificare.

E' in questa seconda parte che viene determinato il livello di pressione equivalente continuo ponderato A, in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono da una sorgente il cui spettro di potenza sonora è noto.

Il metodo prevede la determinazione dei livelli di pressione sonora per bande d'ottava comprese tra 63 Hz e 8000 Hz. L'origine del rumore viene fatta coincidere con una sorgente che, come definisce la norma, può essere sia fissa, sia mobile. Tale metodo è, quindi, applicabile ad un'ampia serie di sorgenti. Dapprima la norma introduce alcune definizioni, quali il livello di pressione equivalente ponderato A:

$$L_{AT} = 10 \log \left[(1/T) \int_0^T \frac{p_{A(t)}^2}{p_0^2} dt \right] \text{ dB}$$

dove p_A è il livello di pressione sonora globale ponderato A ed il parametro tempo T dev'essere di entità tale da consentire di mediare gli effetti di variazioni meteorologiche.

Analogamente si definisce il livello di pressione equivalente per banda di ottava:

$$L_{fT} = 10 \log \left[(1/T) \int_0^T \frac{p_{f(t)}^2}{p_0^2} dt \right] \text{ dB}$$

in cui p_f è la pressione istantanea per banda d'ottava di una sorgente sonora.

In secondo luogo la norma definisce il tipo di sorgente, trattando le sorgenti di tipo puntiforme e, nel caso in cui la sorgente sia estesa, come avviene per grandi siti industriali o per strade e ferrovie, stabilisce che la sorgente debba essere discretizzata in celle aventi ciascuna una propria potenza sonora e una certa direttività.

Allo stesso tempo, essa prevede anche la possibilità di assemblare una serie di sorgenti puntiformi in una singola, situata nel mezzo del gruppo, sottostando, però, ad alcune precise condizioni.

6.3.1 Equazione di base del modello proposto dalla Norma ISO 9613-2

L'equazione fondamentale del metodo teorico è la seguente:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove

- $L_p(f)$ è il livello di **pressione sonora** in decibel, per banda d'ottava, generato nel punto "p" dalla sorgente "w" alla frequenza "f";
- $L_w(f)$ è il livello di **potenza sonora** in decibel, per banda d'ottava, prodotto dalla sorgente puntuale w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;
- $D(f)$ è la correzione dovuta alla direzionalità dell'emissione della sorgente **ed è nulla per sorgenti omnidirezionali**;
- $A(f)$ è l'attenuazione sonora per banda d'ottava alla frequenza f che avviene durante la propagazione del suono dalla sorgente w al ricevitore p.

In forza di quanto asserito, possiamo definire l'attenuazione come composta da più termini:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove le varie attenuazioni sono dovute a:

- A_{div} alla divergenza geometrica;
- A_{ass} all'assorbimento atmosferico;
- A_{gr} ad effetti connessi con la presenza del suolo;
- A_{bar} alla eventuale presenza di barriere antirumore o schermi naturali;
- A_{misc} ad elementi addizionali, come la presenza di siti industriali, di zone abitate o verdi (descritti nell'appendice della norma).

Il calcolo del livello globale equivalente continuo ponderato A si effettua sommando i vari contributi, calcolati per ogni sorgente puntiforme e per ogni banda d'ottava, secondo la seguente formula:

$$L_{eq}(dBA) = 10 \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^8 10^{0,1[L_P(ij)+A_f(j)]} \right] \right\}$$

dove:

- “*n*” rappresenta il numero di sorgenti;
- “*j*” indica le otto frequenze standard in banda d’ottava da 63 Hz ad 8 KHz;
- “*A_f*” il coefficiente della curva di ponderazione A.

Nel seguito si riportano, sinteticamente, i metodi che la norma stabilisce per calcolare le diverse attenuazioni.

6.3.1.1 Attenuazione per divergenza geometrica

Il fenomeno della divergenza geometrica, come detto, si esplica sotto forma di onde sferiche che si propagano in campo libero a partire dalla sorgente puntiforme.

Il calcolo di tale contributo avviene sulla base della seguente relazione (par. 7.1 ISO 9313-2):

$$A_{div} = \left[20 \log \left(\frac{d}{d_o} \right) + 11 \right] dB$$

dove “*d*” è la distanza della sorgente dal ricevente e “*d₀*” è la distanza di riferimento pari ad 1 metro.

6.3.1.2 Attenuazione per assorbimento atmosferico

L’attenuazione dovuta all’assorbimento atmosferico, nella propagazione in un tratto di lunghezza “*d*” (in metri), può essere valutata tramite l’equazione sotto riportata (par.7.2 ISO 9613-2):

$$A_{atm} = \frac{\alpha * d}{1000}$$

dove “*α*” è il coefficiente di assorbimento atmosferico per chilometro.

I valori di tale coefficiente sono tabulati e dipendono dalle condizioni ambientali (temperatura ed umidità relativa) in cui si vuole effettuare la misura.

I valori di “*α*” forniti dalla norma vengono riassunti in **Tabella 13**.

Il valore massimo previsto, per ogni banda d’ottava, relativamente a tale attenuazione è di 15 dB.

T(°C) UR(%)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
10 -- 70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117,0
20 -- 70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30 -- 70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15 -- 20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202,0
15 -- 50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129,0
15 -- 80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

Tabella 13 – Coefficiente di attenuazione atmosferica α in decibel per km, per ogni banda di frequenza, in funzione della temperatura e dell'umidità relativa.

Per valori di T (°C) ed UR (%) diversi da quelli indicati, i coefficienti sono determinati per interpolazione.

6.3.1.3 Attenuazione per effetto suolo

• Metodo completo

Il metodo completo descritto nel paragrafo 7.3.1 della Norma ISO 9613-2, si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma, l'attenuazione dovuta all'interferenza del suolo si realizzi principalmente in due aree limitate, una vicina alla sorgente e una vicina al ricevitore.

L'attenuazione dovuta alla presenza del suolo è il risultato dell'interazione che avviene tra l'onda diretta e quella riflessa dal terreno.

L'attenuazione maggiore è provocata in prossimità della sorgente e del ricevente.

Il metodo proposto dalla Norma ISO è applicabile solo a terreni approssimativamente lineari, orizzontali o, per lo meno, con pendenza costante.

Tale metodo prevede la distinzione del terreno compreso tra sorgente e ricevente in tre zone:

- una prima zona, chiamata “*la regione della sorgente*”, di estensione pari a 30 volte l'altezza della sorgente sul piano di campagna ed un valore massimo pari alla distanza “d” tra sorgente e ricevitore;
- una seconda zona, chiamata “*la regione del ricevente*”, anche questa di estensione pari a 30 volte l'altezza del ricevente sul piano di campagna;
- una zona intermedia, che si trova tra le due zone precedenti, la cui esistenza è subordinata al rapporto tra la distanza “d” esistente tra sorgente e ricevente e l'estensione delle due prime zone.

Le proprietà acustiche di ciascuna zona sono specificate da un coefficiente “G”, chiamato fattore suolo.

Secondo la norma si possono classificare i terreni nelle seguenti tre categorie:

- suolo “**duro**”, che include superfici coperte d’acqua o ghiaccio e tutte quelle che possiedono una scarsa porosità. Per questo tipo di terreni il valore del coefficiente “G” è pari a zero;
- suolo “**poroso**”, cioè ad esempio tutti i terreni coperti da verde, da alberi o in generale da vegetazione. In questo caso il coefficiente è pari ad uno;
- suolo “**misto**”, di caratteristiche intermedie alle due situazioni precedenti. Il valore del coefficiente “G” è compreso tra zero ed uno.

Nel calcolo dell’attenuazione dovuta al suolo per una specifica banda d’ottava si calcolano le componenti A_s , A_r , A_m , corrispondenti a ciascuna zona, applicando il rispettivo coefficiente “G”.

L’attenuazione totale dovuta all’effetto suolo è fornita dalla seguente equazione:

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

dove:

- A_s , attenuazione determinata nella regione della sorgente;
- A_r , attenuazione determinata nella regione del ricettore;
- A_m , attenuazione determinata nella regione intermedia (può non esserci).

La tabella seguente riporta lo schema di calcolo descritto nella norma:

Hz	A_s, A_r (dB)	A_m (dB)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+Ga(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+Gb(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+Gc(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+Gd(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

dove

$$\begin{aligned}
 a(h) &= 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2}) \\
 b(h) &= 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50}) \\
 c(h) &= 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50}) \\
 d(h) &= 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})
 \end{aligned}$$

e

- **h**: nel calcolo di A_s rappresenta l’altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di A_r rappresenta l’altezza sul suolo in metri del ricettore;
- **d**: è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e ricettore;

- $q=0$ se $d \leq 30 (h_s+h_r)$;
- $q=1 - \frac{30(h_s+h_r)}{d}$ se $d \geq 30 (h_s+h_r)$;
- **G**: Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard Ground) e 1 (Porous Ground).

• **Metodo alternativo per terreno non piatto**

In caso di terreno non piatto la Norma ISO 9613-2 (par. 7.3.2) prevede anche un secondo metodo semplificato di valutazione dell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo, non per banda d'ottava ma globale, riferito alla scala con ponderazione A.

La formula, per valutare tale contributo, nel caso di terreno prevalentemente poroso, è la seguente:

$$A_{gr} = 4,8 - \left(\frac{2h_m}{d} \right) \left[17 + \frac{300}{d} \right]$$

dove:

- h_m indica l'altezza media della propagazione sul suolo, in metri;
- " d " rappresenta la distanza tra sorgente e ricevitore in metri.

Questo metodo è applicabile solo quando la propagazione del suono avviene su terreni porosi o prevalentemente porosi; tale attenuazione non trova applicazione di sorta nel caso in cui il ricevitore si trovi a brevi distanze ($d= 250 - 300$ mt)

6.3.1.4 Attenuazione per schermatura o barriera

Secondo la norma, un oggetto costituisce una barriera o uno schermo se possiede queste tre caratteristiche:

- la densità superficiale è pari ad almeno 10 kg/m^2 ;
- l'oggetto in considerazione ha una superficie chiusa senza fessure;
- la dimensione orizzontale dell'oggetto, normale alla linea che collega la sorgente al ricevente, è maggiore della lunghezza d'onda considerata.

L'intenzione della norma ISO è quella di trattare la valutazione dell'attenuazione, per l'interposizione di una barriera, come un problema di "insertion loss".

L'effetto della diffrazione è importante, sia sulla sommità della barriera, sia sugli estremi laterali. E' necessario, quindi, considerare entrambi i tipi di diffrazione.

Tali contributi sono calcolati con diverse formule riportate nella norma.

6.3.1.5 Attenuazioni aggiuntive

La norma, oltre ai quattro tipi principali di attenuazione prima analizzati, prevede anche tre tipi di attenuazione aggiuntive chiamati nella loro globalità A_{misc} , che appunto comprende le attenuazioni per presenza di vegetazione, per presenza di siti industriali e per presenza di zone edificate.

Il calcolo di questi contributi dipende dalla distanza di propagazione attraverso vegetazione, siti industriali o zone abitate.

Alla fine le tre componenti sono sommate in un'unica entità:

$$A_{misc} = A_{foliage} + A_{site} + A_{housing}$$

La norma ISO prende in considerazione anche i fenomeni di riflessione che si possono presentare nel caso in cui l'onda sonora incontri un ostacolo come, ad esempio, le facciate degli edifici. Tali fenomeni vengono trattati in termini di sorgenti immaginarie. Il metodo di calcolo di tali fenomeni, come proposto dalla norma, avviene attraverso la determinazione del livello di potenza della sorgente immaginaria. Gli effetti delle riflessioni provocate dal terreno non vengono considerati, in quanto sono inclusi nell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo.

6.3.2 Impostazioni modello di calcolo

Nel modello considerato, l'aerogeneratore di progetto della società COGEIN Energy S.r.l. è stato schematizzato come sorgente puntuale **senza specifica direttività** posta ad un'altezza al mozzo dalla base del terreno di **142,0 mt** (aerogeneratore del tipo **Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2**).

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di potenza sonora in banda d'ottava (dB).

E' stato considerato un reticolo di calcolo bidimensionale **3,1 km x 2,6 km**, a maglie quadrate di **25 mt** ed è stata inoltre considerata una quota sul terreno dei ricettori del reticolo pari a **2,0 mt**.

E' stato considerato, nella schematizzazione delle condizioni di propagazione del rumore, l'effettivo andamento altimetrico del territorio circostante, attribuendo a ciascun punto del reticolo di calcolo **la quota in metri sul livello del mare del terreno** desunta dalle curve di livello riportate nella cartografia dell'area.

Cautelativamente sono stati trascurati gli effetti di attenuazione **dovuti al suolo, alla presenza di eventuali barriere (naturali e artificiali) e le eventuali attenuazioni addizionali, ad eccezione di quello dovuto all'assorbimento atmosferico A_{atm}** ; infatti l'effetto di attenuazione più consistente è comunque quello legato alla divergenza geometrica; inoltre essendo gli ulteriori fattori di attenuazione rappresentati da una sommatoria di termini sottrattivi, nel calcolo del L_p prodotto dall'aerogeneratore, non risulta un errore omettere tali parametri.

Infatti ragionando in termini di impatto acustico si ricavano in questo modo valori a vantaggio di sicurezza.

Si sono assunti inoltre, per le condizioni meteorologiche, condizioni di riferimento di temperatura pari a **20 °C** e di umidità relativa pari al **70 %**.

In definitiva, per la valutazione dell'impatto acustico derivante dall'intervento in oggetto, sono state adottate procedure di calcolo basate sul principio della propagazione in campo libero che porta ad una valutazione conservativa dell'effetto sonoro, in quanto non vengono presi in considerazione gli effetti di attenuazione del rumore per la presenza di ostacoli, barriere, capannoni, che si frappongono tra la sorgente ed il ricettore.

Il livello di potenza sonora della sorgente " L_w " è ottenuto dalle specifiche tecniche del modello di turbina previsto, come riportato nel paragrafo seguente.

6.4 Specifiche tecniche degli aerogeneratori

Come detto, nelle simulazioni condotte, per gli aerogeneratori di progetto della società **COGEIN Energy S.r.l.** è stato preso in considerazione il modello di turbina **Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2**, con altezza al mozzo pari a **142,0 mt** e diametro del rotore pari a **136 mt**.

Di seguito, se ne riportano le caratteristiche tecniche, in particolare il valore del livello di pressione sonora indotto dalla turbina al variare della velocità del vento, valori desunti dalla scheda tecnica del modello di aerogeneratore (**cfr. Allegato 4**).

8.6 Sound Curves, Load Optimized Mode LO2	
Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Load Optimized Mode LO2 (Blades with serrated trailing edge)
3	92.2
4	92.5
5	94.5
6	97.4
7	100.5
8	103.3
9	105.1
10	105.1
11	105.1
12	105.1
13	105.1
14	105.1
15	105.1
16	105.1
17	105.1
18	105.1
19	105.1
20	105.1

Tabella 14 – Stima del livello di potenza sonora L_w della turbina **Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2** per differenti velocità del vento ad altezza Hub.

Come detto, oltre agli aerogeneratori previsti per il Parco eolico di Colle Sannita, nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori più vicini del limitrofo parco eolico già autorizzato** nel comune di Circello (BN) (**Aerogeneratori AE14, AE15, AE16 – Cfr. Allegato 1**) e **gli aerogeneratori minieolici da 60 kW (MIN01, MIN02, MIN03)** già **autorizzati** e ricadenti sempre nel comune di Circello (BN), ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile effetto cumulato delle diverse pale più vicine.

Nelle valutazioni condotte, **per gli aerogeneratori autorizzati AE14, AE15, AE16** è stato preso in considerazione il modello di turbina **Vestas V112 – 3.0 MW 50/60 HZ**, con altezza al mozzo pari a **94,0 mt** e diametro del rotore pari a **112 mt**.

Di seguito, se ne riportano le caratteristiche tecniche, in particolare il valore del livello di potenza sonora indotto dalla turbina al variare della velocità del vento, valori desunti dalla scheda tecnica del modello di aerogeneratore (**cfr. Allegato 4**).

Sound Power Level at Hub Height, Noise Mode 0				
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 2 2002 Wind shear: 0.16 Maximum turbulence at 10 metre height: 16% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³			
Hub Height	84 m	94 m	119 m	140 m
LwA @ 3 m/s (10 m above ground) [dBA]	94.5	94.5	94.8	95.0
Wind speed at hub height [m/s]	4.2	4.3	4.5	4.6
LwA @ 4 m/s (10 m above ground) [dBA]	97.2	97.5	98.0	98.4
Wind speed at hub height [m/s]	5.6	5.7	5.9	6.1
LwA @ 5 m/s (10 m above ground) [dBA]	100.8	101.2	101.9	102.4
Wind speed at hub height [m/s]	7.0	7.2	7.4	7.6
LwA @ 6 m/s (10 m above ground) [dBA]	104.3	104.5	105.0	105.3
Wind speed at hub height [m/s]	8.4	8.6	8.9	9.2
LwA @ 7 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.0	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	9.8	10.0	10.4	10.7
LwA @ 8 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	11.2	11.4	11.9	12.2
LwA @ 9 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	12.7	12.9	13.4	13.7
LwA @ 10 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	14.1	14.3	14.9	15.3
LwA @ 11 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	15.5	15.7	16.3	16.8
LwA @ 12 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	16.9	17.2	17.8	18.3
LwA @ 13 m/s (10 m above ground) [dBA]	106.5	106.5	106.5	106.5
Wind speed at hub height [m/s]	18.3	18.6	19.3	19.8

Tabella 15 – Stima del livello di potenza sonora Lw della turbina **Vestas V112 – 3.0 MW 50/60 HZ** per differenti velocità del vento.

Per gli aerogeneratori minieolici autorizzati MIN01, MIN02, MIN03 sono stati presi in considerazione i seguenti modelli di turbina, aventi i seguenti valori del livello di potenza sonora al variare della velocità del vento, riportati nella scheda tecnica del modello di aerogeneratore :

• **Aerogeneratori autorizzati MIN01, MIN02:**

- modello di turbina **SOUTH ENERGY SE-WXT-21** da **60 kW** con altezza al mozzo pari a **22,8 mt** e diametro del rotore pari a **21 mt**.

Normalized Wind Speed al 10 meters height m/s		Lw dB (A)	
4		90,10	
5		91,9	
6		93,6	
7		95,2	
8		96,6	
9		97,8	
10		98,9	

Wind speed at 10 meters m/s	Wind speed al rotor m/s	Lw in dB (A)	Lp in dB (A) at distance (m)						35 dB (A) L _{ado} , 10 min distance m
			50	100	200	300	400	500	
4	4,7	90,1	44,2	38,9	33,0	29,5	27,0	25,1	130
5	5,8	91,9	46,0	40,7	34,8	31,3	28,9	26,9	160
6	7,0	93,6	47,7	42,4	36,8	33,0	30,6	28,6	190
7	8,2	95,2	49,3	44,0	38,1	34,6	32,2	30,2	230
8	9,3	96,6	50,7	45,4	39,5	36,0	33,6	31,6	270
9	10,5	97,8	51,9	46,6	40,7	37,2	34,8	32,8	300
10	11,7	98,9	53,0	47,7	41,8	38,3	35,8	33,9	350

Tabella 16 – Stima del livello di potenza sonora Lw della turbina SE – WXT – 21 da 60 kW per differenti velocità del vento.

- **Aerogeneratore autorizzato MIN03:**

- modello di turbina **NPS 60-24** da **60 kW** con altezza al mozzo pari a **22,8 mt** e diametro del rotore pari a **30 mt**.

Velocità del vento m/s (mph)	Livello sonoro apparente alla fonte, dB(A)	Pressione sonora apparente a distanza, dB(A)			
		50m	100m	200m	400m
6 (13)	94.2	50.0	45.1	39.0	32.1
8 (18)	96.6	52.4	47.5	41.4	34.5
10 (22)	101.3	57.1	52.2	46.1	39.2

Tabella 17 – Stima del livello di potenza sonora L_w della turbina **NPS 60 – 24** da **60 kW** per differenti velocità del vento.

Per tale modello di aerogeneratore, i dati relativi ai livelli di potenza sonora L_w per velocità del vento pari a **7 m/s** e **9 m/s**, assenti nella scheda tecnica, sono stati ricavati per interpolazione:

Velocità del vento [m/s]	L_w [dB(A)]
7	95,4
9	98,9

Per la valutazione del livello del **Rumore Ambientale** L_A presso i recettori individuati, in riferimento ai diversi modelli di turbina riportati, sono stati considerati livelli di potenza sonora L_w per velocità del vento pari a **6 m/s**, **7 m/s**, **8 m/s**, **9 m/s** e **10 m/s**.

Nella tabelle sotto riportate sono riportati (ricavati da ricerche e dati di letteratura), il livello di potenza sonora globale e quelli parziali determinati alle 8 frequenze fondamentali (bande di ottava) alle diverse velocità del vento in funzione del modello di aerogeneratore considerato e utilizzati per la valutazione previsionale mediante il programma di calcolo adoperato **NFTP ISO 9613**.

SPETTRI VESTAS V136 - 3,0 Mode LO2									LwA globale [dB(A)]	Velocità vento
Frequenza (Hz)	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Lw[dB(A)]	79,0	86,0	89,4	92,0	91,8	88,9	84,1	74,6	97,4	6 m/s
	82,1	89,1	92,5	95,1	94,9	92,0	87,2	77,7	100,5	7 m/s
	84,9	91,9	95,3	97,9	97,7	94,8	90,0	80,5	103,3	8 m/s
	86,7	93,7	97,1	99,7	99,5	96,6	91,8	82,3	105,1	9 m/s
	86,7	93,7	97,1	99,7	99,5	96,6	91,8	82,3	105,1	10 m/s
SPETTRI VESTAS V112 - 3,0									LwA globale [dB(A)]	Velocità vento
Frequenza (Hz)	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Lw[dB(A)]	86,1	93,1	96,5	99,1	98,9	96,0	91,2	81,7	104,5	6 m/s
	88,1	95,1	98,5	101,1	100,9	98,0	93,2	83,7	106,5	7 - 8 - 9 - 10 m/s
SPETTRI SE-WXT 21 60 KW									LwA globale [dB(A)]	Velocità vento
Frequenza (Hz)	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Lw[dB(A)]	75,2	82,2	85,6	88,2	88,0	85,1	80,3	70,8	93,6	6 m/s
	76,8	83,8	87,2	89,8	89,6	86,7	81,9	72,4	95,2	7 m/s
	78,2	85,2	88,6	91,2	91,0	88,1	83,3	73,8	96,6	8 m/s
	79,4	86,4	89,8	92,4	92,2	89,3	84,5	75,0	97,8	9 m/s
	80,5	87,5	90,9	93,5	93,3	90,4	85,6	76,1	98,9	10 m/s
SPETTRI NPS 60-24 60 KW									LwA globale [dB(A)]	Velocità vento
Frequenza (Hz)	62,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Lw[dB(A)]	75,8	82,8	86,2	88,8	88,6	85,7	80,9	71,4	94,2	6 m/s
	77,0	84,0	87,4	90,0	89,8	86,9	82,1	72,6	95,4	7 m/s (interp)
	78,2	85,2	88,6	91,2	91,0	88,1	83,3	73,8	96,6	8 m/s
	80,5	87,5	90,9	93,5	93,3	90,4	85,6	76,1	98,9	9 m/s (interp)
	82,9	89,9	93,3	95,9	95,7	92,8	88,0	78,5	101,3	10 m/s

Tabella 18 – Livelli di potenza sonora delle turbine considerate (Livello globale e parziale in banda d'ottava)

Pertanto, le verifiche relative al soddisfacimento dei valori previsti dalla normativa vigente sono state svolte in corrispondenza dei livelli di potenza sonora emessi dagli aerogeneratori e con riferimento a valori di velocità del vento come sopra riportati.

6.5 Distanza Sorgente Sonora - Ricettore

Per la stima del livello sonoro presso i ricettori il modello adottato prende in considerazione l'effettiva distanza d tra sorgenti e ricettori, come schematizzato nell'immagine seguente:

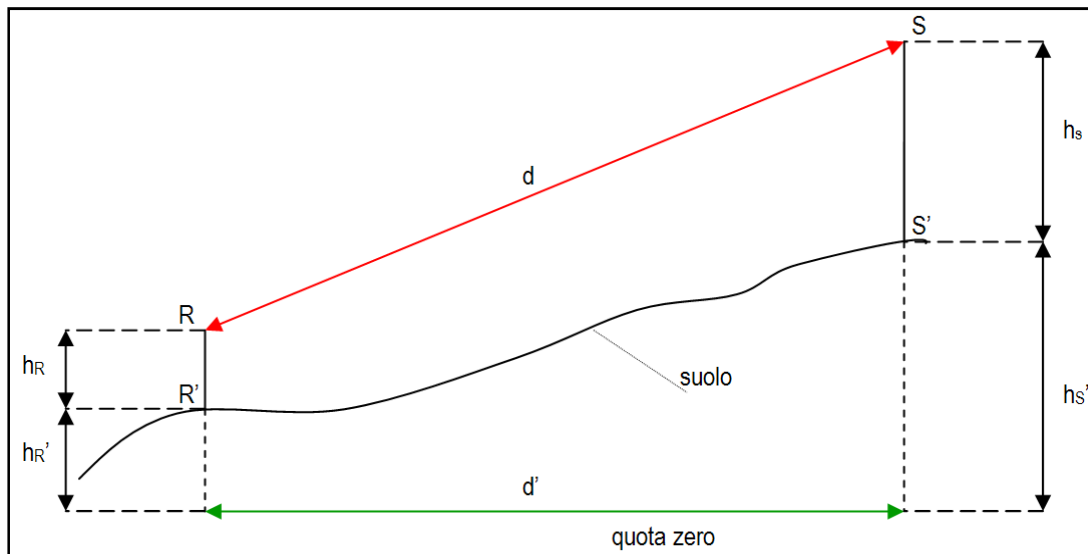


Figura 14 - Distanza sorgente - ricettore

dove:

- S = sorgente sonora;
- S' = proiezione al suolo della sorgente sonora;
- R = ricettore;
- R' = proiezione al suolo del ricettore;
- h_R = altezza del ricettore dal piano di campagna (= 2 m nella simulazione effettuata);
- $h_{R'}$ = quota almetrica del ricettore;
- h_S = altezza della sorgente dal piano di campagna (H_{HUB});
- $h_{S'}$ = quota almetrica della sorgente;
- d = distanza sorgente – ricettore;
- d' = proiezione sul piano orizzontale della distanza sorgente – ricettore

Si riportano di seguito i parametri geometrici utilizzati per il calcolo delle distanze in riferimento agli aerogeneratori e ai ricettori considerati.

In particolare, come detto, oltre agli aerogeneratori previsti per il Parco eolico di Colle Sannita, nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori più vicini del limitrofo parco eolico già autorizzato** nel comune di Circello (BN) (**Aerogeneratori AE14, AE15, AE16**) e gli aerogeneratori minieolici da **60 kW (MIN01, MIN02, MIN03)** già

autorizzati e ricadenti sempre nel comune di Circello (BN), ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile effetto cumulato delle diverse pale più vicine.

Comune	Aerogeneratore	Coordinate Gauss - Boaga		Quota terreno [m]	Altezza mozzo [m]	Quota mozzo [m]
		Est [m]	Nord [m]			
Colle Sannita	CS1	2504442,7	4581368,2	772,0	142,0	914,0
	CS2	2504878,7	4581192,4	775,5	142,0	917,5
Circello	AE14	2503590,9	4581715,1	726,1	94,0	820,1
	AE15	2503488,3	4581423,9	730,2	94,0	824,2
	AE16	2503766,9	4581333,5	747,8	94,0	841,8
	MIN01	2503996,1	4581423,9	760,0	22,8	782,8
	MIN02	2504289,1	4581313,9	760,0	22,8	782,8
	MIN03	2504332,3	4581257,1	760,0	30,0	790,0

Tabella 19 – Caratteristiche e localizzazione aerogeneratore.

Ricettori potenziali	Comune	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]
R1	Castelpagano	2504055,0	4582067,0	724,0
R2	Colle Sannita	2504045,0	4581773,0	738,0
R3	Circello	2504033,0	4581608,0	756,0
R4	Colle Sannita	2504209,0	4581534,0	762,0
R5	Circello	2504079,0	4581084,0	717,0
R6	Circello	2504269,0	4580932,0	743,0
R7a	Circello	2504568,0	4580972,0	777,0
R7b	Circello	2504621,0	4580948,0	782,0
R8	Colle Sannita	2504674,0	4581133,0	789,0
R9	Circello	2504668,0	4580859,0	776,0
R10	Colle Sannita	2504813,0	4580862,0	765,0
R11	Circello	2504712,0	4580704,0	770,0
R12	Castelpagano	2504876,0	4582042,0	728,0
R13	Colle Sannita	2505249,0	4581813,0	742,0
R14	Colle Sannita	2505002,0	4581507,0	758,0
R15	Colle Sannita	2505127,0	4581288,0	752,0
R16	Colle Sannita	2505510,0	4581526,0	702,0
R17	Colle Sannita	2505247,0	4581028,0	725,0
R18	Colle Sannita	2505049,0	4580791,0	727,0
R19	Colle Sannita	2505608,0	4580914,0	668,0

Tabella 20 – Localizzazione ricettori considerati.

Le effettive distanze tra sorgenti e recettori sono riportate nella seguente **Tabella 21**.

	CS1		CS2		AE14		AE15		AE16		MIN01		MIN02		MIN03	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
	2504442,7	4581368,2	2504878,7	4581192,4	2503590,9	4581715,1	2503488,3	4581423,9	2503766,9	4581333,5	2503996,1	4581423,9	2504289,1	4581313,9	2504332,3	4581257,1
R1		821,4		1216,9		590,3		863,0		796,9		648,5		790,9		858,6
Est [m]	2504055,0		Est [m]		2504055,0		Est [m]		2504055,0		Est [m]		2504055,0		Est [m]	
R2		594,1		1031,6		465,1		662,8		530,4		355,4		521,9		592,8
Est [m]	2504045,0		Est [m]		2504045,0		Est [m]		2504045,0		Est [m]		2504045,0		Est [m]	
R3		500,3		956,0		459,4		579,0		391,9		189,7		390,9		462,5
Est [m]	2504033,0		Est [m]		2504033,0		Est [m]		2504033,0		Est [m]		2504033,0		Est [m]	
R4		324,3		767,7		646,7		731,7		492,0		240,6		235,2		304,4
Est [m]	2504209,0		Est [m]		2504209,0		Est [m]		2504209,0		Est [m]		2504209,0		Est [m]	
R5		501,9		831,5		804,5		689,9		418,6		356,0		318,3		315,4
Est [m]	2504079,0		Est [m]		2504079,0		Est [m]		2504079,0		Est [m]		2504079,0		Est [m]	
R6		499,7		685,5		1038,8		926,3		650,4		563,9		384,5		334,5
Est [m]	2504269,0		Est [m]		2504269,0		Est [m]		2504269,0		Est [m]		2504269,0		Est [m]	
R7a		437,6		406,0		1228,4		1171,4		881,3		728,9		441,2		370,1
Est [m]	2504568,0		Est [m]		2504568,0		Est [m]		2504568,0		Est [m]		2504568,0		Est [m]	
R7b		475,2		380,1		1285,0		1229,3		939,0		785,5		494,0		423,0
Est [m]	2504621,0		Est [m]		2504621,0		Est [m]		2504621,0		Est [m]		2504621,0		Est [m]	
R8		352,8		248,8		1230,0		1221,4		930,5		737,7		425,3		363,5
Est [m]	2504674,0		Est [m]		2504674,0		Est [m]		2504674,0		Est [m]		2504674,0		Est [m]	
R9		573,7		419,0		1376,6		1308,9		1020,5		877,9		592,0		520,9
Est [m]	2504668,0		Est [m]		2504668,0		Est [m]		2504668,0		Est [m]		2504668,0		Est [m]	
R10		644,7		369,7		1491,5		1440,2		1150,0		991,7		692,1		622,7
Est [m]	2504813,0		Est [m]		2504813,0		Est [m]		2504813,0		Est [m]		2504813,0		Est [m]	
R11		731,1		536,7		1510,6		1420,8		1137,8		1015,4		742,2		671,2
Est [m]	2504712,0		Est [m]		2504712,0		Est [m]		2504712,0		Est [m]		2504712,0		Est [m]	
R12		822,4		870,5		1329,3		1522,2		1321,0		1076,8		936,8		956,8
Est [m]	2504876,0		Est [m]		2504876,0		Est [m]		2504876,0		Est [m]		2504876,0		Est [m]	
R13		936,8		743,7		1662,9		1805,1		1561,0		1312,6		1082,7		1073,2
Est [m]	2505249,0		Est [m]		2505249,0		Est [m]		2505249,0		Est [m]		2505249,0		Est [m]	
R14		597,0		373,7		1427,8		1517,4		1250,1		1009,7		739,0		715,5
Est [m]	2505002,0		Est [m]		2505002,0		Est [m]		2505002,0		Est [m]		2505002,0		Est [m]	
R15		707,8		313,4		1595,9		1645,9		1363,9		1139,5		838,8		796,2
Est [m]	2505127,0		Est [m]		2505127,0		Est [m]		2505127,0		Est [m]		2505127,0		Est [m]	
R16		1099,5		745,9		1932,1		2028,0		1759,3		1519,5		1241,8		1211,2
Est [m]	2505510,0		Est [m]		2505510,0		Est [m]		2505510,0		Est [m]		2505510,0		Est [m]	
R17		893,5		446,9		1795,5		1805,4		1515,8		1313,4		1001,3		945,2
Est [m]	2505247,0		Est [m]		2505247,0		Est [m]		2505247,0		Est [m]		2505247,0		Est [m]	
R18		857,8		475,8		1728,8		1687,0		1396,9		1229,8		924,1		857,2
Est [m]	2505049,0		Est [m]		2505049,0		Est [m]		2505049,0		Est [m]		2505049,0		Est [m]	
R19		1274,7		819,6		2175,7		2185,8		1896,3		1694,6		1382,9		1326,6
Est [m]	2505608,0		Est [m]		2505608,0		Est [m]		2505608,0		Est [m]		2505608,0		Est [m]	

6.6 Valutazione dei livelli di Rumore Ambientale L_A determinato dalla futura installazione del parco eolico

Al fine di determinare il livello continuo equivalente ambientale L_A , prodotto dalla futura utilizzazione degli aerogeneratori, sono stati presi in considerazione:

- la fonte del rumore;
- il suo livello di rumorosità;
- la sua distanza dai ricettori;
- il tipo di rumore;
- il periodo di emissione.

Il tipo di attività consiste nella produzione di energia elettrica grazie all'impiego di generatori eolici (**Vestas V136 – 3.0 MW 50/60 HZ – Mode No. LO2**) composti da un rotore del diametro di 136 metri provvisto di tre pale in vetroresina, una turbina eolica, un trasformatore di tensione per la conversione BT - MT ed una torre tubolare di acciaio zincato di altezza pari a circa **142 metri** lineari. Le pale in vetroresina sono calettate direttamente sull'asse della turbina avente la funzione di trasformare l'energia cinetica, prodotta dalla rotazione imposta dal vento sui profili alari, in elettrica.

La fonte del rumore sarà costituita essenzialmente dal movimento di rotazione imposto alle pale dai venti presenti in zona, mentre per quanto attiene le fasce di riferimento, si considereranno sia la **diurna** (6.00 - 22.00) sia la **notturna** (22.00-06.00), in quanto il funzionamento degli aerogeneratori è considerato di tipo continuo.

A partire dai dati d'ingresso riportati nei paragrafi precedenti, tenendo conto dei rilievi di **Rumore Residuo L_R** eseguiti, si è proceduto, come detto, (con l'ausilio del software **NFTP ISO9613**) alla simulazione dei livelli sonori presso i ricettori individuati per velocità del vento pari a **6 m/s, 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s e 10 m/s**, considerando anche il contributo dovuto agli aerogeneratori più vicini del limitrofo parco eolico **già autorizzato** nel comune di Circello (BN) (**Aerogeneratori AE14, AE15, AE16 - Cfr. Allegato 1**) e dal contributo degli aerogeneratori minieolici da **60 kW (MIN01, MIN02, MIN03)** **già autorizzati** e ricadenti sempre nel comune di Circello (BN).

Pertanto, è stata realizzata la Valutazione dei livelli di **Rumore Ambientale**

$$L_A = \left(\sum_i L_{Pi} \right) + L_R \quad (\text{somma logaritmica})$$

dove:

- L_A : valore del **Rumore Ambientale** in corrispondenza dei ricettori nei periodi diurno e notturno;
- $\sum_i L_{Pi}$: valore del **Rumore (pressione sonora) complessivo** dovuto agli aerogeneratori **di progetto** della società COGEIN Energy S.r.l. e a quelli **già autorizzati** da altri operatori, in corrispondenza dei ricettori considerati ricadenti nell'**area vasta** individuata, con l'ausilio del software di previsione **NFTP ISO9613**;
- L_R : valore del **Rumore Residuo** dovuto ai rilievi effettuati nell'area in esame, nei periodi diurni e notturni, nei pressi dei ricettori sensibili individuati.

Pertanto, la relazione

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

valutata ad una qualsiasi distanza dal sito di installazione delle pale eoliche (quindi anche in corrispondenza dei ricettori), consente di determinare il livello equivalente di emissione legato alla singola sorgente L_P e, conseguentemente, a più sorgenti interessate:

$$L_{P_{tot}} = \left(\sum_i L_{Pi} \right)$$

Aggiungendo (*logaritmicamente*) a tale livello di emissione, quello di fondo misurato sul campo, nei periodi notturno e diurno, attraverso la relazione

$$L_A = L_{P_{tot}} + L_R$$

si calcola il livello ambientale L_A in prossimità dei singoli ricettori, per ciascun periodo di riferimento diurno e notturno.

In tal modo si esegue la simulazione dell'andamento futuro dei livelli equivalenti ambientali in osservanza della Norma ISO 9613-2.

I risultati di questa simulazione sono riportati nei seguenti allegati tabellari:

- **Allegato 5:** Punti ricettori: confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite assoluti di immissione di zona;
- **Allegato 6:** Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_{Aint} ed i valori limite differenziali di immissione (**finestre aperte**).

7 Confronto dei livelli di Rumore Ambientale L_A previsti con i livelli assoluti e differenziali di immissione

7.1 La valutazione del disturbo secondo la legislazione vigente

La normativa acustica di riferimento che fissa i limiti dei livelli di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno è il D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il decreto stabilisce, in attuazione dell'art. 3 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/95), i limiti di emissione e di immissione di rumore, confermando quanto già disposto dal DPCM 1 marzo 1991 per quanto riguarda la suddivisione del territorio in sei classi acusticamente omogenee e per i valori limite di immissione.

I valori limite di **immissione**, riportati in **Tabella 22**, rappresentano i livelli massimi che in una determinata area non debbono essere superati considerando i contributi di **tutte le sorgenti sonore**.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
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 22 - Tabella C - valori limite assoluti di **immissione** - Leq in dB(A) (art. 3 D.P.C.M. 14/11/1997)

I limiti di **emissione**, invece, introdotti con la Legge 447/95, **si riferiscono alla singola sorgente sonora** e sono inferiori di 5 dB(A) rispetto a quelli di immissione. Il fatto che tali limiti siano inferiori a quelli di immissione sembra derivare (in carenza di chiarimenti ufficiali del legislatore) dalla necessità di escludere sorgenti sonore in grado di "saturare", da sole, il limite di immissione, permettendo la coesistenza di più sorgenti sonore di diversa natura in grado di rispettare complessivamente i valori massimi. A titolo di esempio la differenza di 5 dB(A) consentirebbe di rispettare i limiti di immissione, quando tre sorgenti sonore generano al ricevitore ciascuna un livello sonoro pari al limite di emissione.

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

Tabella 23 – Tabella B - valori limite di **emissione** - Leq in dB (A) (art.2 - D.P.C.M. 14/11/1997).

Oltre ai limiti di emissione ed immissione che caratterizzano il valore assoluto delle sorgenti, vi è un'ulteriore prescrizione (art.4 del DPCM. 14 novembre 1997) per quanto riguarda l'incremento massimo di rumore generato da una specifica sorgente rispetto al livello residuo (si tratta del cosiddetto “**criterio differenziale**”).

I **valori limite differenziali di immissione** sono assunti pari a 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno e vanno applicati **solo all'interno degli ambienti abitativi**.

Le prescrizioni di tale articolo non si applicano:

- alle aree esclusivamente industriali (Classe VI);
- alle emissioni acustiche generate da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- alle emissioni acustiche generate da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- alle emissioni acustiche generate da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Secondo il Decreto, i valori limite differenziali di immissione **non si applicano**, inoltre, quando si verificano **contestualmente** i seguenti casi:

- il livello di **rumore ambientale** misurato a **finestre aperte** sia inferiore a **50 dB(A)** durante il periodo diurno e **40 dB(A)** durante il periodo notturno;
- il livello di **rumore ambientale** misurato a **finestre chiuse** sia inferiore a **35 dB(A)** durante il periodo diurno e **25 dB(A)** durante il periodo notturno.

In campo impiantistico tali limiti sono molto importanti poiché spesso sono quelli che vincolano maggiormente le immissioni di rumore negli ambienti abitativi.

7.2 Valori limiti assoluti di immissione

La struttura dei decreti attuativi della Legge Quadro prevede che il controllo debba essere effettuato a due livelli:

- verifica dei limiti assoluti;
- verifica dei valori limiti differenziali di immissione.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 stabilisce, inoltre, la validità dei limiti provvisori dell'art.6 del DPCM 1 marzo 1991, qualora i Comuni non abbiano ancora provveduto agli adempimenti relativi alla classificazione acustica del proprio territorio.

Per quanto concerne il limite differenziale, anche se non esplicitamente citato dalla legislazione, si osserva che esso va rispettato anche nel caso in cui i Comuni non abbiano ancora provveduto alla classificazione acustica del territorio comunale.

Al fine, quindi, di eseguire una corretta verifica dei limiti differenziali d'immissione, si devono sommare ai livelli di emissione prodotti dalle sorgenti quelli residui riscontrati sul territorio.

7.3 Valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)

Noto il valore del livello di pressione sonora generato da una o più sorgenti sulla facciata **esterna** di un edificio (luogo di potenziale disturbo), la verifica, in fase di previsione, dei valori limite differenziali di immissione richiede la conoscenza dei seguenti livelli:

- il livello di rumore residuo;
- il livello di rumore prodotto dalla sorgente **all'interno** dell'ambiente.

Al fine di valutare tale effetto è indispensabile conoscere preliminarmente le caratteristiche geometriche e di assorbimento acustico del locale ipoteticamente disturbato, nonché la superficie e il potere fonoisolante di ciascun elemento che ne costituisce le pareti perimetrali; parametri di difficile acquisizione.

Come già precedentemente anticipato, da un punto di vista pratico, non è pensabile di poter fare delle misure preventive in tutti i recettori, per tutte le stanze e/o facciate di ciascun ricettore nelle diverse condizioni di ventosità e di immissione dell'impianto eolico.

Inoltre, è doveroso sottolineare che secondo normativa un edificio che possiede o richiede di ottenere il riconoscimento dei requisiti di agibilità dovrebbe assicurare dei requisiti acustici passivi di fono-isolamento (R_w) delle pareti superiori ai 40 dB(A). Tale condizione rende, in genere,

intrinsecamente soddisfatto il limite al differenziale in quanto porterebbe alla non applicabilità del principio poiché si potrebbe dimostrare di riuscire agevolmente a soddisfare entrambe le condizioni di esclusione di applicabilità della legge quadro.

Tuttavia ai fini di una massima tutela e comprensione dell'impatto viene di seguito eseguita una valutazione previsionale dei limiti al differenziale per ogni singolo ricettore nelle ipotesi come meglio successivamente descritto.

Per quanto riguarda il livello residuo, l'acquisizione di misure sperimentali, è certamente utile, tenendo, tuttavia, presente che vi è la possibilità che nuovi insediamenti possano incrementare in futuro le attività della zona e conseguentemente modificare il livello di rumore residuo.

Una possibile indicazione in fase previsionale è quella di valutare il livello indotto della specifica sorgente all'interno dell'ambiente abitativo, in modo da verificare in ogni caso il soddisfacimento di quanto prescritto dall'art. 4 del DPCM 14 novembre 1997.

Si ipotizzi, ad esempio, di prevedere un livello di rumore **L**, generato da una sorgente sulla facciata di un edificio.

Considerando la situazione, ad esempio, **a finestre aperte**, è possibile ottenere il corrispondente livello interno **L_i**, sottraendo, dal livello sonoro esterno, l'attenuazione **A** tra esterno e interno dell'ambiente (sempre a finestre aperte).

Il livello di pressione sonora che si ottiene risulta pertanto **$L_i = L - A$** .

In accordo con la **Norma UNI/TS 11143-7**, numerosi riferimenti bibliografici indicano per una parete **con finestra completamente aperta** un isolamento sonoro (ovvero valore medio di attenuazione tra esterno e interno) compreso nell'intervallo da **5dB a 10 dB** ponderati **A** (in mancanza di informazioni si suggerisce **6 dB** in riferimento al valore di attenuazione più ricorrente in letteratura), mentre nel caso di finestre chiuse può arrivare anche a **9 ÷ 10 dB**.

Per l'abbattimento tra **esterno** e **interno** nel caso di **finestre chiuse** altri studi, invece, indicano un valore pari a **21,5 dB (A)**:

- ***“Banca dati del potere fonoisolante” risultante da misurazioni eseguite dal 1953 al 1999 nei Laboratori dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale “Galileo Ferraris” di Torino. Le misure sperimentali riferite al serramento con minor potere fonoisolante, costituito da telaio in legno e lastra in vetro singola con spessore 3 mm, restituiscono un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) pari a 21,5 dB(A).***

7.3.1 Determinazione dei livelli $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori

Alla luce delle considerazioni precedentemente fatte, se indichiamo con $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ i livelli di rumore, rispettivamente, **esterno** ed **interno (previsti)** ai ricettori connessi alla sorgente, si può determinare, con un'attenuazione media pari a **6 dB**, nel caso di “**finestre aperte – f.a.**”, il livello interno $L_{P_{int}}$, conoscendo quello esterno $L_{P_{ext}}$, nel modo seguente:

$$L_{P_{int}} = L_{P_{ext}} - A$$

Conseguentemente, il livello ambientale $L_{A_{int}}$, oggetto di verifica, è pari alla somma energetica del livello $L_{P_{int}}$ e del livello residuo $L_{R_{int}}$, anche quest'ultimo ottenuto considerando un'attenuazione tra interno ed esterno pari a **6 dB (a finestre aperte)**.

Pertanto si ottiene:

$$L_{A_{int}} = 10 \cdot \text{Log} \left[10^{\frac{L_{P_{int}}}{10}} + 10^{\frac{L_{R_{int}}}{10}} \right]$$

Come visto in precedenza, secondo il Decreto, i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale) non si applicano**, inoltre, quando si verificano **contestualmente** i seguenti casi:

- il livello di **rumore ambientale** misurato a finestre aperte sia inferiore a **50 dB(A)** durante il periodo diurno e **40 dB(A)** durante il periodo notturno;
- il livello di **rumore ambientale** misurato a finestre chiuse sia inferiore a **35 dB(A)** durante il periodo diurno e **25 dB(A)** durante il periodo notturno.

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali di immissione **all'interno degli ambienti** non dovranno superare:

- 5 dB(A) periodo diurno.
- 3 dB(A) periodo notturno

Nel presente studio, comunque, si procederà all'esecuzione della verifica relativa alla peggiore condizione che è quella a finestre aperte “f.a.”.

Al termine dell'iter procedurale utilizzato è stato redatto un confronto tra i livelli continui equivalenti L_A simulati e quelli di immissione, allo scopo di effettuare una stima previsionale dell'impatto acustico conseguente all'installazione degli aerogeneratori presso i siti di destinazione riportati negli allegati grafici.

Tale confronto, eseguito in **forma tabellare**, è riportato nei seguenti allegati:

- **Allegato 5:** Punti ricettori: confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_A ed i **valori limite assoluti di immissione** di zona;
- **Allegato 6:** Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_{Aint} ed i valori limite differenziali di immissione **(finestre aperte)**.

7.4 Considerazioni sui risultati del modello previsionale con i limiti imposti dalla normativa vigente

La realizzazione e l'esercizio di un impianto eolico genera un cambiamento del clima acustico nell'area in cui si realizza l'intervento. La variazione del clima acustico, ante operam, è stata valutata con un modello previsionale di propagazione del rumore, i cui risultati sono riportati negli **Allegati 5 e 6**.

L'applicazione del modello previsionale ha permesso la verifica dei valori assoluti di immissione e la verifica mediante il criterio differenziale presso i ricettori sensibili individuati, secondo le indicazioni fornite dalle normative vigenti nel settore acustico.

A seguito delle rilevazioni effettuate in corrispondenza dei punti ricettori e delle valutazioni previsionali eseguite, si è verificata la conformità dei valori determinati alle prescrizioni del D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

Le analisi sono state redatte sempre utilizzando le sorgenti indicate precedentemente.

7.4.1 Verifica dei valori limiti assoluti di immissione

L'applicazione del criterio assoluto consiste nella valutazione dei livelli di pressione sonora, in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati, e nel confronto con i limiti della classe di riferimento acustica in cui essi ricadono.

A tal proposito si osserva, come precedentemente descritto, che il Comune di Colle Sannita, all'oggi, non ha ancora provveduto alla classificazione acustica del proprio territorio comunale, ai sensi dell'art. 6 Legge n. 447/95; pertanto, si è ritenuto opportuno procedere ad individuare la classe acustica dell'area di interesse in base alla tipologia e destinazione urbanistica dell'area stessa (agricola) che è risultata essere la **Classe III (aree di tipo misto – comprese le aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici)**.

Conseguentemente, nel caso in esame trovano applicazione i **valori limite di emissione** riportati nella **tabella B** allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 pari a **55 dB(A) [periodo diurno]** e **45 dB(A) [periodo notturno]**.

Inoltre, trovano applicazione i **valori limite assoluti di immissione** che possono essere immessi nell'ambiente abitativo e/o nell'ambiente esterno, **da misurarsi in prossimità dei ricettori**, riportati nella **tabella C** allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 pari a **60 dB(A) [periodo diurno]** e **50 dB(A) [periodo notturno]**.

Ai fini della presente valutazione, gli stessi limiti saranno presi in considerazione per quei ricettori ricadenti nel raggio di 800 mt e ricadenti nei comuni di Circello (Bn), sprovvisto di

Piano di Zonizzazione Acustica comunale e Castelpagano (Bn) dotato invece di Piano di Zonizzazione Acustica comunale, i cui ricettori ricadono in sempre in Classe III.

Definiti i limiti di immissione dell'area di interesse, la stima dei valori di immissione assoluti è stata ottenuta dall'applicazione del modello di propagazione del rumore, nelle ipotesi descritte.

I risultati ottenuti per ogni singolo ricettore individuato sono riportati nella seguente **Tabella 24** e nell'**Allegato 5**.

Comune di Colle Sannita (Bn) - Parco eolico "COGEIN Energy S.r.l." da 6,0 MW									
Punti ricettori: Confronto tra i valori previsionali di immissione del Rumore Ambientale L _A ed i valori limite assoluti di immissione di zona									
VESTAS V136 - 3,0 MW Mode LO2: L _{wA} @ Hub Hight: 97,4 dB(A)									
V _{HUB} = 6,0 m/s									
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext, tot} dB(A)	L _{Aext} dB(A)		Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]				Diurno	Notturno		
			Diurno	Notturno				Diurno	Notturno
R1	2504055,0	4582067,0	47,2	43,3	36,1	47,5	44,1	60,0	50,0
R2	2504045,0	4581773,0	47,2	43,3	39,7	47,9	44,9	60,0	50,0
R3	2504033,0	4581608,0	47,2	43,3	42,0	48,3	45,7	60,0	50,0
R4	2504209,0	4581534,0	47,2	43,3	40,8	48,1	45,2	60,0	50,0
R5	2504079,0	4581084,0	47,2	43,3	40,2	48,0	45,0	60,0	50,0
R6	2504269,0	4580932,0	47,2	43,3	36,9	47,6	44,2	60,0	50,0
R7a	2504568,0	4580972,0	47,2	43,3	36,1	47,5	44,1	60,0	50,0
R7b	2504621,0	4580948,0	47,2	43,3	35,6	47,5	44,0	60,0	50,0
R8	2504674,0	4581133,0	47,2	43,3	38,3	47,7	44,5	60,0	50,0
R9	2504668,0	4580859,0	47,2	43,3	34,2	47,4	43,8	60,0	50,0
R10	2504813,0	4580862,0	47,2	43,3	34,0	47,4	43,8	60,0	50,0
R11	2504712,0	4580704,0	47,2	43,3	31,9	47,3	43,6	60,0	50,0
R12	2504876,0	4582042,0	44,4	39,5	29,7	44,5	39,9	60,0	50,0
R13	2505249,0	4581813,0	44,4	39,5	28,3	44,5	39,8	60,0	50,0
R14	2505002,0	4581507,0	44,4	39,5	33,9	44,8	40,6	60,0	50,0
R15	2505127,0	4581288,0	44,4	39,5	34,7	44,8	40,7	60,0	50,0
R16	2505510,0	4581526,0	44,4	39,5	27,2	44,5	39,7	60,0	50,0
R17	2505247,0	4581028,0	44,4	39,5	31,5	44,6	40,1	60,0	50,0
R18	2505049,0	4580791,0	44,4	39,5	31,3	44,6	40,1	60,0	50,0
R19	2505608,0	4580914,0	44,4	39,5	25,9	44,5	39,7	60,0	50,0
VESTAS V136 - 3,0 MW Mode LO2: L _{wA} @ Hub Hight: 100,5 dB(A)									
V _{HUB} = 7,0 m/s									
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext, tot} dB(A)	L _{Aext} dB(A)		Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]				Diurno	Notturno		
			Diurno	Notturno				Diurno	Notturno
R1	2504055,0	4582067,0	48,4	44,4	38,1	48,8	45,3	60,0	50,0
R2	2504045,0	4581773,0	48,4	44,4	41,7	49,2	46,3	60,0	50,0
R3	2504033,0	4581608,0	48,4	44,4	43,9	49,7	47,2	60,0	50,0
R4	2504209,0	4581534,0	48,4	44,4	42,8	49,5	46,7	60,0	50,0
R5	2504079,0	4581084,0	48,4	44,4	42,2	49,3	46,4	60,0	50,0
R6	2504269,0	4580932,0	48,4	44,4	39,0	48,9	45,5	60,0	50,0
R7a	2504568,0	4580972,0	48,4	44,4	38,5	48,8	45,4	60,0	50,0
R7b	2504621,0	4580948,0	48,4	44,4	38,1	48,8	45,3	60,0	50,0
R8	2504674,0	4581133,0	48,4	44,4	40,9	49,1	46,0	60,0	50,0
R9	2504668,0	4580859,0	48,4	44,4	36,7	48,7	45,1	60,0	50,0
R10	2504813,0	4580862,0	48,4	44,4	36,7	48,7	45,1	60,0	50,0
R11	2504712,0	4580704,0	48,4	44,4	34,4	48,6	44,8	60,0	50,0
R12	2504876,0	4582042,0	46,8	41,8	32,0	46,9	42,2	60,0	50,0
R13	2505249,0	4581813,0	46,8	41,8	30,8	46,9	42,1	60,0	50,0
R14	2505002,0	4581507,0	46,8	41,8	36,7	47,2	43,0	60,0	50,0
R15	2505127,0	4581288,0	46,8	41,8	37,6	47,3	43,2	60,0	50,0
R16	2505510,0	4581526,0	46,8	41,8	29,7	46,9	42,1	60,0	50,0
R17	2505247,0	4581028,0	46,8	41,8	34,3	47,0	42,5	60,0	50,0
R18	2505049,0	4580791,0	46,8	41,8	34,0	47,0	42,5	60,0	50,0
R19	2505608,0	4580914,0	46,8	41,8	28,5	46,9	42,0	60,0	50,0

VESTAS V136 - 3,0 MW Mode LO2: L _{WA} @ Hub Hight: 103,3 dB(A)									
V _{HUB} = 8,0 m/s									
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
			Diurno	Notturno					
R1	2504055,0	4582067,0	49,7	45,4	38,5	50,0	46,2	60,0	50,0
R2	2504045,0	4581773,0	49,7	45,4	42,1	50,4	47,1	60,0	50,0
R3	2504033,0	4581608,0	49,7	45,4	44,5	50,8	48,0	60,0	50,0
R4	2504209,0	4581534,0	49,7	45,4	44,0	50,7	47,8	60,0	50,0
R5	2504079,0	4581084,0	49,7	45,4	42,9	50,5	47,3	60,0	50,0
R6	2504269,0	4580932,0	49,7	45,4	40,1	50,2	46,5	60,0	50,0
R7a	2504568,0	4580972,0	49,7	45,4	40,4	50,2	46,6	60,0	50,0
R7b	2504621,0	4580948,0	49,7	45,4	40,1	50,2	46,5	60,0	50,0
R8	2504674,0	4581133,0	49,7	45,4	43,3	50,6	47,5	60,0	50,0
R9	2504668,0	4580859,0	49,7	45,4	38,7	50,0	46,2	60,0	50,0
R10	2504813,0	4580862,0	49,7	45,4	39,0	50,1	46,3	60,0	50,0
R11	2504712,0	4580704,0	49,7	45,4	36,2	49,9	45,9	60,0	50,0
R12	2504876,0	4582042,0	49,2	44,0	33,4	49,3	44,4	60,0	50,0
R13	2505249,0	4581813,0	49,2	44,0	32,6	49,3	44,3	60,0	50,0
R14	2505002,0	4581507,0	49,2	44,0	39,0	49,6	45,2	60,0	50,0
R15	2505127,0	4581288,0	49,2	44,0	40,1	49,7	45,5	60,0	50,0
R16	2505510,0	4581526,0	49,2	44,0	31,8	49,3	44,3	60,0	50,0
R17	2505247,0	4581028,0	49,2	44,0	36,6	49,4	44,7	60,0	50,0
R18	2505049,0	4580791,0	49,2	44,0	36,3	49,4	44,7	60,0	50,0
R19	2505608,0	4580914,0	49,2	44,0	30,5	49,3	44,2	60,0	50,0
VESTAS V136 - 3,0 MW Mode LO2: L _{WA} @ Hub Hight: 105,1 dB(A)									
V _{HUB} = 9,0 m/s									
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
			Diurno	Notturno					
R1	2504055,0	4582067,0	50,9	46,5	38,9	51,2	47,2	60,0	50,0
R2	2504045,0	4581773,0	50,9	46,5	42,6	51,5	48,0	60,0	50,0
R3	2504033,0	4581608,0	50,9	46,5	45,0	51,9	48,8	60,0	50,0
R4	2504209,0	4581534,0	50,9	46,5	45,1	51,9	48,9	60,0	50,0
R5	2504079,0	4581084,0	50,9	46,5	43,6	51,6	48,3	60,0	50,0
R6	2504269,0	4580932,0	50,9	46,5	41,3	51,4	47,6	60,0	50,0
R7a	2504568,0	4580972,0	50,9	46,5	42,0	51,4	47,8	60,0	50,0
R7b	2504621,0	4580948,0	50,9	46,5	41,7	51,4	47,7	60,0	50,0
R8	2504674,0	4581133,0	50,9	46,5	45,0	51,9	48,8	60,0	50,0
R9	2504668,0	4580859,0	50,9	46,5	40,3	51,3	47,4	60,0	50,0
R10	2504813,0	4580862,0	50,9	46,5	40,6	51,3	47,5	60,0	50,0
R11	2504712,0	4580704,0	50,9	46,5	37,7	51,1	47,0	60,0	50,0
R12	2504876,0	4582042,0	51,5	46,3	34,6	51,6	46,6	60,0	50,0
R13	2505249,0	4581813,0	51,5	46,3	34,1	51,6	46,6	60,0	50,0
R14	2505002,0	4581507,0	51,5	46,3	40,6	51,8	47,3	60,0	50,0
R15	2505127,0	4581288,0	51,5	46,3	41,8	51,9	47,6	60,0	50,0
R16	2505510,0	4581526,0	51,5	46,3	33,3	51,6	46,5	60,0	50,0
R17	2505247,0	4581028,0	51,5	46,3	38,3	51,7	46,9	60,0	50,0
R18	2505049,0	4580791,0	51,5	46,3	37,9	51,7	46,9	60,0	50,0
R19	2505608,0	4580914,0	51,5	46,3	32,0	51,5	46,5	60,0	50,0

VESTAS V136 - 3,0 MW Mode LO2: L _{WA} @ Hub Hight: 105,1 dB(A)									
V _{HUB} = 10,0 m/s									
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	L _{Aext} dB(A)		Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]				Diurno	Notturno		
			Diurno	Notturno				Diurno	Notturno
R1	2504055,0	4582067,0	52,1	47,6	39,0	52,3	48,2	60,0	50,0
R2	2504045,0	4581773,0	52,1	47,6	42,8	52,6	48,8	60,0	50,0
R3	2504033,0	4581608,0	52,1	47,6	45,4	52,9	49,6	60,0	50,0
R4	2504209,0	4581534,0	52,1	47,6	45,7	53,0	49,8	60,0	50,0
R5	2504079,0	4581084,0	52,1	47,6	44,2	52,8	49,2	60,0	50,0
R6	2504269,0	4580932,0	52,1	47,6	42,0	52,5	48,7	60,0	50,0
R7a	2504568,0	4580972,0	52,1	47,6	42,4	52,5	48,7	60,0	50,0
R7b	2504621,0	4580948,0	52,1	47,6	42,0	52,5	48,7	60,0	50,0
R8	2504674,0	4581133,0	52,1	47,6	45,2	52,9	49,6	60,0	50,0
R9	2504668,0	4580859,0	52,1	47,6	40,6	52,4	48,4	60,0	50,0
R10	2504813,0	4580862,0	52,1	47,6	40,8	52,4	48,4	60,0	50,0
R11	2504712,0	4580704,0	52,1	47,6	38,0	52,3	48,1	60,0	50,0
R12	2504876,0	4582042,0	53,9	48,6	34,8	54,0	48,8	60,0	50,0
R13	2505249,0	4581813,0	53,9	48,6	34,2	53,9	48,8	60,0	50,0
R14	2505002,0	4581507,0	53,9	48,6	40,8	54,1	49,3	60,0	50,0
R15	2505127,0	4581288,0	53,9	48,6	41,9	54,2	49,4	60,0	50,0
R16	2505510,0	4581526,0	53,9	48,6	33,4	53,9	48,7	60,0	50,0
R17	2505247,0	4581028,0	53,9	48,6	38,4	54,0	49,0	60,0	50,0
R18	2505049,0	4580791,0	53,9	48,6	38,0	54,0	49,0	60,0	50,0
R19	2505608,0	4580914,0	53,9	48,6	32,2	53,9	48,7	60,0	50,0

Tabella 24 – Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite assoluti di immissione.

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate (**Tabella 24 - Allegato 5**), **in corrispondenza dei ricettori individuati**, risultano rispettati i valori **limite assoluti di immissione** relativi alla classe individuata per l'area [**60 dB(A) diurno e 50 dB(A) notturno**]; infatti, il livello di **Rumore Ambientale L_A** (ovvero L_{Aext}) **presso i ricettori** è inferiore ai valori **assoluti di immissione** relativi alla classe individuata per l'area.

7.4.2 Verifica dei valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)

Come detto, nelle zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi assoluti per il rumore, sono stabilite, secondo il cosiddetto “**criterio differenziale**”, anche **le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del Rumore Ambientale (L_A) (con sorgente accesa) e quello del Rumore Residuo (L_R) (con sorgente spenta) da valutarsi all’interno** degli ambienti abitativi:

- 5 dB(A) durante il periodo diurno;
- 3 dB(A) durante il periodo notturno;

Il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 definisce, art. 4, i valori assoluti di soglia **negli ambienti abitativi** sotto i quali non si applicano i valori limite differenziali d’immissione.

Secondo il Decreto, infatti, ogni effetto del disturbo sonoro è ritenuto trascurabile (art.4 comma 2) e, quindi, il livello di rumore ambientale deve considerarsi accettabile e quindi i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale) non si applicano**, quando si verificano **contestualmente** i seguenti casi:

- qualora il livello di rumore ambientale misurato a **finestre chiuse** sia inferiore a **35 dB(A)** durante il **periodo diurno** ed a **25 dB(A)** durante il **periodo notturno**;
- qualora il livello di rumore ambientale misurato a **finestre aperte** è inferiore a **50 dB(A)** nel **periodo diurno** ed a **40 dB(A)** nel **periodo notturno**.

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali non dovranno superare, come detto, **5 dB(A)** durante il periodo diurno e **3 dB(A)** durante il periodo notturno.

I risultati ottenuti per la verifica del criterio differenziale per ogni singolo ricettore individuato, nelle **ipotesi assunte** ovvero **verifica relativa alla peggiore condizioni a finestre aperte “f.a.”**, valore medio di attenuazione tra **esterno** e **interno** ovvero differenza di livello di pressione sonora, nel caso di **finestre aperte** pari a **6 dB(A)**, sono riportati nella seguente **Tabella 25** e nell’**Allegato 6**.

Comune di Colle Sannita (Bn) - Parco eolico "COGEIN Energy S.r.l." da 6,0 MW													
Confronto tra i valori previsionali Rumore Ambientale L_{Aint} ed i valori limite differenziali di immissione - finestre aperte													
VESTAS V136 - 3,0 MW MODE LO2: L_{WA} @ Hub Hight: 97,4 dB(A)													
$V_{HUB} = 6,0$ m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L_{Rint} f.a. dB(A)		$L_{Pint,tot}$ f.a. dB(A)	L_{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L_{Aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]											
			Diurno	Notturmo		Diurno		Notturmo					
R1	2504055,0	4582067,0	41,2	37,3	30,1	41,5	50,0	38,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	2504045,0	4581773,0	41,2	37,3	33,7	41,9	50,0	38,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R3	2504033,0	4581608,0	41,2	37,3	36,0	42,3	50,0	39,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	2504209,0	4581534,0	41,2	37,3	34,8	42,1	50,0	39,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R5	2504079,0	4581084,0	41,2	37,3	34,2	42,0	50,0	39,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R6	2504269,0	4580932,0	41,2	37,3	30,9	41,6	50,0	38,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R7a	2504568,0	4580972,0	41,2	37,3	30,1	41,5	50,0	38,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R7b	2504621,0	4580948,0	41,2	37,3	29,6	41,5	50,0	38,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	2504674,0	4581133,0	41,2	37,3	32,3	41,7	50,0	38,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	2504668,0	4580859,0	41,2	37,3	28,2	41,4	50,0	37,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R10	2504813,0	4580862,0	41,2	37,3	28,0	41,4	50,0	37,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	2504712,0	4580704,0	41,2	37,3	25,9	41,3	50,0	37,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R12	2504876,0	4582042,0	38,4	33,5	23,7	38,5	50,0	33,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R13	2505249,0	4581813,0	38,4	33,5	22,3	38,5	50,0	33,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R14	2505002,0	4581507,0	38,4	33,5	27,9	38,8	50,0	34,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	2505127,0	4581288,0	38,4	33,5	28,7	38,8	50,0	34,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	2505510,0	4581526,0	38,4	33,5	21,2	38,5	50,0	33,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R17	2505247,0	4581028,0	38,4	33,5	25,5	38,6	50,0	34,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R18	2505049,0	4580791,0	38,4	33,5	25,3	38,6	50,0	34,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	2505608,0	4580914,0	38,4	33,5	19,9	38,5	50,0	33,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
VESTAS V136 - 3,0 MW MODE LO2: L_{WA} @ Hub Hight: 100,5 dB(A)													
$V_{HUB} = 7,0$ m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L_{Rint} f.a. dB(A)		$L_{Pint,tot}$ f.a. dB(A)	L_{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L_{Aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]											
			Diurno	Notturmo		Diurno		Notturmo					
R1	2504055,0	4582067,0	42,4	38,4	32,1	42,8	50,0	39,3	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	2504045,0	4581773,0	42,4	38,4	35,7	43,2	50,0	40,3	40,0	0,8	5,0	1,9	3,0
R3	2504033,0	4581608,0	42,4	38,4	37,9	43,7	50,0	41,2	40,0	1,3	5,0	2,8	3,0
R4	2504209,0	4581534,0	42,4	38,4	36,8	43,5	50,0	40,7	40,0	1,1	5,0	2,3	3,0
R5	2504079,0	4581084,0	42,4	38,4	36,2	43,3	50,0	40,4	40,0	0,9	5,0	2,0	3,0
R6	2504269,0	4580932,0	42,4	38,4	33,0	42,9	50,0	39,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R7a	2504568,0	4580972,0	42,4	38,4	32,5	42,8	50,0	39,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R7b	2504621,0	4580948,0	42,4	38,4	32,1	42,8	50,0	39,3	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	2504674,0	4581133,0	42,4	38,4	34,9	43,1	50,0	40,0	40,0	0,7	5,0	1,6	3,0
R9	2504668,0	4580859,0	42,4	38,4	30,7	42,7	50,0	39,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R10	2504813,0	4580862,0	42,4	38,4	30,7	42,7	50,0	39,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	2504712,0	4580704,0	42,4	38,4	28,4	42,6	50,0	38,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R12	2504876,0	4582042,0	40,8	35,8	26,0	40,9	50,0	36,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R13	2505249,0	4581813,0	40,8	35,8	24,8	40,9	50,0	36,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R14	2505002,0	4581507,0	40,8	35,8	30,7	41,2	50,0	37,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	2505127,0	4581288,0	40,8	35,8	31,6	41,3	50,0	37,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	2505510,0	4581526,0	40,8	35,8	23,7	40,9	50,0	36,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R17	2505247,0	4581028,0	40,8	35,8	28,3	41,0	50,0	36,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R18	2505049,0	4580791,0	40,8	35,8	28,0	41,0	50,0	36,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	2505608,0	4580914,0	40,8	35,8	22,5	40,9	50,0	36,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0

VESTAS V136 - 3,0 MW MODE LO2: L _{WA} @ Hub Hight: 103,3 dB(A)													
V _{HUB} = 8,0 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{Pint,tot} f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturmo		Diurno		Notturmo		Diurno	Notturmo		
												Diurno	Notturmo
R1	2504055,0	4582067,0	43,7	39,4	32,5	44,0	50,0	40,2	40,0	0,3	5,0	0,8	3,0
R2	2504045,0	4581773,0	43,7	39,4	36,1	44,4	50,0	41,1	40,0	0,7	5,0	1,7	3,0
R3	2504033,0	4581608,0	43,7	39,4	38,5	44,8	50,0	42,0	40,0	1,1	5,0	2,6	3,0
R4	2504209,0	4581534,0	43,7	39,4	38,0	44,7	50,0	41,8	40,0	1,0	5,0	2,4	3,0
R5	2504079,0	4581084,0	43,7	39,4	36,9	44,5	50,0	41,3	40,0	0,8	5,0	1,9	3,0
R6	2504269,0	4580932,0	43,7	39,4	34,1	44,2	50,0	40,5	40,0	0,5	5,0	1,1	3,0
R7a	2504568,0	4580972,0	43,7	39,4	34,4	44,2	50,0	40,6	40,0	0,5	5,0	1,2	3,0
R7b	2504621,0	4580948,0	43,7	39,4	34,1	44,2	50,0	40,5	40,0	0,5	5,0	1,1	3,0
R8	2504674,0	4581133,0	43,7	39,4	37,3	44,6	50,0	41,5	40,0	0,9	5,0	2,1	3,0
R9	2504668,0	4580859,0	43,7	39,4	32,7	44,0	50,0	40,2	40,0	0,3	5,0	0,8	3,0
R10	2504813,0	4580862,0	43,7	39,4	33,0	44,1	50,0	40,3	40,0	0,4	5,0	0,9	3,0
R11	2504712,0	4580704,0	43,7	39,4	30,2	43,9	50,0	39,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R12	2504876,0	4582042,0	43,2	38,0	27,4	43,3	50,0	38,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R13	2505249,0	4581813,0	43,2	38,0	26,6	43,3	50,0	38,3	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R14	2505002,0	4581507,0	43,2	38,0	33,0	43,6	50,0	39,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	2505127,0	4581288,0	43,2	38,0	34,1	43,7	50,0	39,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	2505510,0	4581526,0	43,2	38,0	25,8	43,3	50,0	38,3	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R17	2505247,0	4581028,0	43,2	38,0	30,6	43,4	50,0	38,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R18	2505049,0	4580791,0	43,2	38,0	30,3	43,4	50,0	38,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	2505608,0	4580914,0	43,2	38,0	24,5	43,3	50,0	38,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
VESTAS V136 - 3,0 MW MODE LO2: L _{WA} @ Hub Hight: 105,1 dB(A)													
V _{HUB} = 9,0 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{Pint,tot} f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturmo		Diurno		Notturmo		Diurno	Notturmo		
												Diurno	Notturmo
R1	2504055,0	4582067,0	44,9	40,5	32,9	45,2	50,0	41,2	40,0	0,3	5,0	0,7	3,0
R2	2504045,0	4581773,0	44,9	40,5	36,6	45,5	50,0	42,0	40,0	0,6	5,0	1,5	3,0
R3	2504033,0	4581608,0	44,9	40,5	39,0	45,9	50,0	42,8	40,0	1,0	5,0	2,3	3,0
R4	2504209,0	4581534,0	44,9	40,5	39,1	45,9	50,0	42,9	40,0	1,0	5,0	2,4	3,0
R5	2504079,0	4581084,0	44,9	40,5	37,6	45,6	50,0	42,3	40,0	0,7	5,0	1,8	3,0
R6	2504269,0	4580932,0	44,9	40,5	35,3	45,4	50,0	41,6	40,0	0,5	5,0	1,1	3,0
R7a	2504568,0	4580972,0	44,9	40,5	36,0	45,4	50,0	41,8	40,0	0,5	5,0	1,3	3,0
R7b	2504621,0	4580948,0	44,9	40,5	35,7	45,4	50,0	41,7	40,0	0,5	5,0	1,2	3,0
R8	2504674,0	4581133,0	44,9	40,5	39,0	45,9	50,0	42,8	40,0	1,0	5,0	2,3	3,0
R9	2504668,0	4580859,0	44,9	40,5	34,3	45,3	50,0	41,4	40,0	0,4	5,0	0,9	3,0
R10	2504813,0	4580862,0	44,9	40,5	34,6	45,3	50,0	41,5	40,0	0,4	5,0	1,0	3,0
R11	2504712,0	4580704,0	44,9	40,5	31,7	45,1	50,0	41,0	40,0	0,2	5,0	0,5	3,0
R12	2504876,0	4582042,0	45,5	40,3	28,6	45,6	50,0	40,6	40,0	0,1	5,0	0,3	3,0
R13	2505249,0	4581813,0	45,5	40,3	28,1	45,6	50,0	40,6	40,0	0,1	5,0	0,3	3,0
R14	2505002,0	4581507,0	45,5	40,3	34,6	45,8	50,0	41,3	40,0	0,3	5,0	1,0	3,0
R15	2505127,0	4581288,0	45,5	40,3	35,8	45,9	50,0	41,6	40,0	0,4	5,0	1,3	3,0
R16	2505510,0	4581526,0	45,5	40,3	27,3	45,6	50,0	40,5	40,0	0,1	5,0	0,2	3,0
R17	2505247,0	4581028,0	45,5	40,3	32,3	45,7	50,0	40,9	40,0	0,2	5,0	0,6	3,0
R18	2505049,0	4580791,0	45,5	40,3	31,9	45,7	50,0	40,9	40,0	0,2	5,0	0,6	3,0
R19	2505608,0	4580914,0	45,5	40,3	26,0	45,5	50,0	40,5	40,0	0,0	5,0	0,2	3,0

8 Conclusioni generali

La presente relazione previsionale di impatto acustico è stata redatta ai sensi della L.447/95, del DPCM 14/11/97 e del DPCM 01/03/91 in riferimento al progetto di realizzazione di un **impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica** che la società “COGEIN Energy s.r.l.”, intende realizzare nel comune di Colle Sannita (Bn).

In particolare sono stati individuati i ricettori sensibili e sono state condotte le misure del rumore di fondo in loro prossimità.

Successivamente lo sviluppo di un modello previsionale di propagazione del rumore, generato dall'impianto eolico, ha permesso di effettuare le verifiche del rispetto dei valori assoluti di immissione presso i ricettori sensibili, nonché la verifica del criterio differenziale presso gli stessi.

A seguito delle rilevazioni effettuate in corrispondenza dei punti ricettori considerati e delle valutazioni previsionali eseguite, si osserva che i valori determinati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

Le analisi sono state condotte considerando **l'effetto cumulato** generato anche dal contributo dovuto agli aerogeneratori più vicini del limitrofo parco eolico **già autorizzato** nel comune di Circello (BN) (**Aerogeneratori AE14, AE15, AE16 - Cfr. Allegato 1**) e dal contributo degli aerogeneratori minieolici da **60 kW (MIN01, MIN02, MIN03)** già **autorizzati** e ricadenti sempre nel comune di Circello (BN).

In particolare, in riferimento alla classificazione acustica dell'area, come detto, in assenza di Piano di Zonizzazione acustica per il Comune di Colle Sannita, si è ritenuto opportuno far rientrare le aree interessate tra quelle classificate **Classe III - Aree di tipo misto - Aree rurali con utilizzo di macchine agricole operatrici**, con **valori limite di emissione** pari a **55 dB(A)** in fase diurna e **45 dB(A)** in quella notturna e **valori limite assoluti di immissione** pari a **60 dB(A)** in fase diurna e **50 dB(A)** in quella notturna.

Gli stessi limiti sono stati presi in considerazione per quei ricettori ricadenti nel raggio di **800 mt** e ricadenti nei comuni di Circello (Bn), sprovvisto di Piano di Zonizzazione Acustica comunale e Castelpagano (Bn) dotato invece di Piano di Zonizzazione Acustica comunale, i cui ricettori ricadono in sempre in Classe III.

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate nelle tabelle (**cfr. - Allegato 5 - 6**), in corrispondenza dei ricettori individuati, si evidenzia che:

- a) dall'esame dell'**Allegato 5** risultano rispettati i **valori limite assoluti di immissione** diurni e notturni;
- b) dall'esame dell'**Allegato 6** risultano rispettati i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale)**.

In definitiva si può dichiarare che il livello di pressione sonora prodotto dall'impianto eolico in progetto non altera il clima acustico nella zona e non arreca danni all'ambiente e alla salute pubblica e risulta compatibile con la programmazione territoriale e urbanistica.

Per ultimo, è necessario, comunque, evidenziare come, nella fase di esecuzione dei rilievi del rumore residuo, la direzione di propagazione del rumore ed il relativo livello equivalente presso i ricettori risentano della fluttuazione della direzione e della velocità del vento, con possibile influenza sui calcoli previsionali.

Pertanto, la società proponente il progetto dell'impianto eolico dichiara la propria disponibilità ad eseguire, nel caso in cui dovessero rivelarsi necessari, nuovi rilievi fonometrici in seguito alla messa in opera dell'intero impianto, ciò al fine di verificare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Per cui, se dalla rilevazione della situazione di fatto riscontrata, dovessero risultare necessarie l'adozione di misure di mitigazione del rumore introdotto, il proponente provvederà a tutto ciò che dovesse rendersi indispensabile per la piena rispondenza dell'impianto.

Pagani (Sa), lì Dicembre 2016



in fede

Il tecnico incaricato

9 Allegati

- Allegato 1

- Stralci mappa aerofotogrammetrica della zona con indicazione dei ricettori sensibili individuati, degli aerogeneratori di progetto e delle postazioni di rilievo fonometrico – scala 1:5000;

- Allegato 2

- Stralcio P.R.G. con indicazione degli aerogeneratori di progetto;

- Allegato 3:

- Spettri dei rilievi fonometrici effettuati (Rumore Residuo);

- Allegato 4:

- Scheda tecnica Aerogeneratori (di progetto e già autorizzati);

- Allegato 5:

- Punti ricettori: confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite assoluti di immissione di zona;

- Allegato 6:

- Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_{Aint} ed i valori limite differenziali di immissione (*finestre aperte*);

- Allegato 7:

- Certificati di Taratura del Fonometro e del Calibratore;

- Allegato 8:

- Titolo Abilitativo ai fini dell'esercizio dell'attività di Tecnico Competente in Acustica Ambientale.