



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.K.26.IT.W.09317.05.006.00

PAGE

1 di/of 61

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

INTEGRALE RICOSTRUZIONE DELL' IMPIANTO EOLICO "GANGI", UBICATO NEL COMUNE DI GANGI (PA)

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di impatto acustico

File: GRE.EEC.K.26.IT.W.09317.05.006.00 - Relazione impatto acustico.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	12/04/2022	Prima emissione	L. Magni D.Irto	M. Sergenti	M. Sergenti

GRE VALIDATION

	<i>T. Giudici</i>	<i>L. Iacofano</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Gangi	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	K	2	6	I	T	W	0	9	3	1	7	0	5	0	0	6	0
CLASSIFICATION	PUBLIC				UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN													

This document is property of Enel Green Power Italia s.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Italia s.r.l.

INDEX

1. INTRODUZIONE	4
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	4
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1. STATO DI FATTO.....	7
2.2. STATO DI PROGETTO	8
2.3. La classificazione acustica del territorio	10
2.1. i ricettori presenti nell'area d'indagine	10
3. METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA	12
3.1. Il processo di analisi	12
3.2. Caratteristiche del rumore della turbina eolica	15
3.3. Caratteristiche del vento nell'area di analisi	16
4. CAMPAGNA DI MISURA DEL RUMORE DI FONDO	20
4.1. Le catene di misura del rumore.....	20
4.2. Le catene di misura dei parametri meteo.....	22
4.3. Localizzazione dei punti di misura.....	23
4.1. risultati delle misure	26
4.1. correlazioni con i dati di velocità dell'aria.....	28
5. ANALISI ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO	29
5.1. realizzazione del modello matematico	29
5.2. Inserimento delle sorgenti sonore	30
5.3. Taratura del modello matematico	30
5.4. Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante	31
5.4.1. Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali	31
5.4.2. Risultati della simulazione modellistica – Rumore Residuo.....	32
5.4.3. Risultati della simulazione modellistica – Rumore Emesso - STATO DI FATTO	32
5.4.4. Risultati della simulazione modellistica – Rumore Immesso - STATO DI FATTO	33
5.4.5. Risultati della simulazione modellistica – Rumore Emesso - STATO DI PROGETTO.....	34
5.4.6. Risultati della simulazione modellistica – Rumore Immesso - STATO DI PROGETTO.....	34
5.4.7. Valutazione dei Risultati – criterio differenziale	35
5.4.8. Risultati della simulazione modellistica – CONFRONTO FRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO.....	37
6. STATO DI CANTIERE.....	38
6.1. La classificazione acustica del territorio	39
6.2. i ricettori presenti nell'area d'indagine	40
7. METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA	41
7.1. Il processo di analisi	41
7.2. Il cantiere	43
7.3. Le sorgenti di cantiere	45
7.4. Il clima acustico dell'area	46
7.1. risultati delle misure	49
7.2. realizzazione del modello matematico	51
7.3. Inserimento delle sorgenti sonore	52



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.K.26.IT.W.09317.05.006.00

PAGE

3 di/of 61

7.4.	Taratura del modello matematico	52
7.5.	Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante	53
7.5.1.	Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali	53
7.5.2.	Risultati della simulazione modellistica – Rumore attuale	54
7.5.3.	Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 1	54
7.5.4.	Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 2	55
7.5.5.	Valutazione dei Risultati – criterio differenziale	56
8.	CONCLUSIONI	58
9.	ALLEGATI	61

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Italia Srl ("EGP Italia") di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nel Comune di Gangi (PA), costituito da 32 turbine eoliche (WTG), di potenza 0,85 MW ciascuna, per un totale di 27,2 MW installati.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto viene convogliata tramite cavidotto interrato MT, alla Sottostazione di trasformazione MT/AT ubicata in adiacenza della Stazione E-distribuzione "Monte Zimmara", collegata alla linea 150 kV "Petralia - Nicosia".

La soluzione di connessione che verrà adottata per il nuovo impianto in progetto ricalcherà l'esistente, prevedendo dunque una connessione in AT alla Stazione elettrica di AT Monte Zimmara, riadeguando l'infrastruttura esistente alla nuova taglia dell'impianto.

L'intervento in progetto prevede l'integrale ricostruzione dell'impianto, tramite l'installazione di nuove turbine eoliche, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, che consente di ridurre il numero di macchine da 32 a 7, diminuendo in questo modo l'impatto visivo, in particolare il cosiddetto "effetto selva". Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporta un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Enel Green Power Italia Srl., in qualità di soggetto proponente del progetto, è una società del Gruppo Enel che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili facente capo a Enel Green Power Spa.

Il Gruppo Enel, tramite la controllata Enel Green Power Spa, è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha l'obiettivo di valutare le future immissioni di rumore derivanti dal progetto di un nuovo Parco Eolico, sul territorio circostante il progetto.

Il procedimento effettuato per la valutazione dell'impatto acustico generato dall'intervento di realizzazione di un nuovo parco eolico, avviene attraverso le seguenti fasi:

- Realizzazione di una campagna di misure Ante Operam volta a caratterizzare il clima acustico attuale. Tali misure sono realizzate attraverso strumenti specificatamente costruiti per realizzare monitoraggi;
- Analisi dei dati acquisiti ed elaborazione degli stessi per correlare il Rumore Residuo dell'area alle diverse velocità del vento;
- Costruzione di un modello acustico di calcolo 3D descrittivo della situazione attuale, in modo da poter avere una chiara visione dei livelli di Rumore Residuo sul territorio;
- Inserimento nel modello di calcolo 3D sopra descritto, dei nuovi aerogeneratori in progetto alle diverse velocità del vento;
- Definizione del metodo per la Valutazione dell'Impatto Acustico del nuovo campo eolico ai sensi della UNI/TS 11143-7 di Febbraio 2013;

Valutazione dell'Impatto Acustico dell'intervento in esame in prossimità dei recettori sensibili più prossimi ai nuovi aerogeneratori (Valori di Emissione, Immissione, verifica Criterio Differenziale).

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si trova nella provincia di Palermo ed interessa il territorio del comune di Gangi.

L'area è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 37°45'45.92"N
- Longitudine: 14°14'22.77"E

L'impianto in progetto ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Comune di Gangi: n° 51, n° 55, n° 63, n° 64

L'area di progetto ricade all'interno del foglio I.G.M. in scala 1:25.000 codificato 260-II-NO, denominato "Gangi".

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

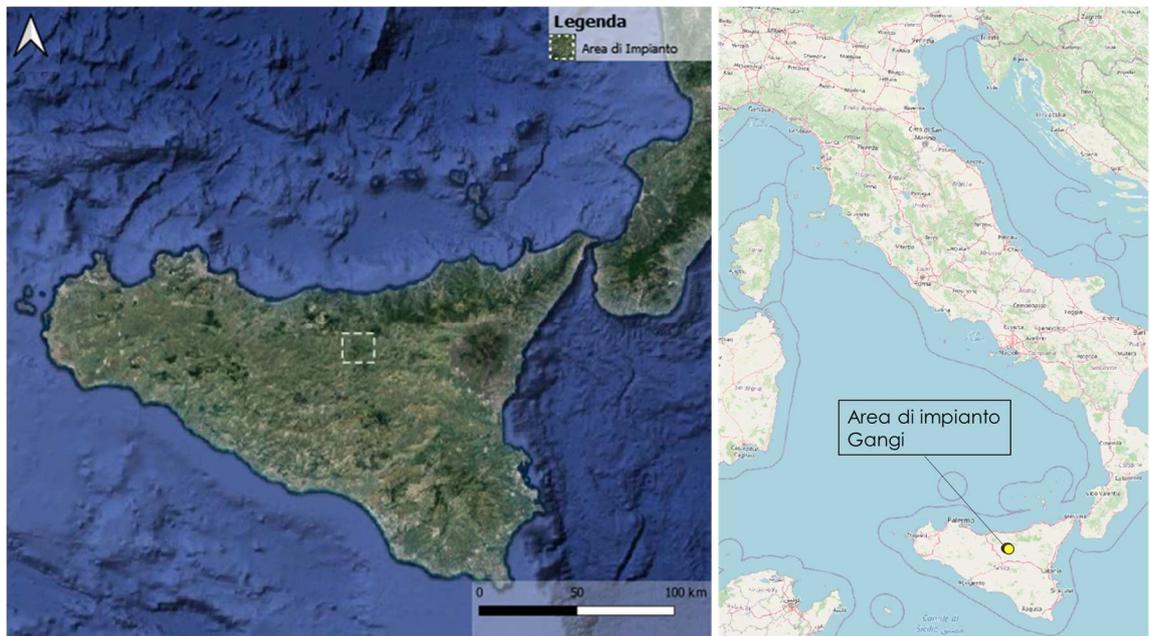


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto



Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

2.1. STATO DI FATTO

Allo stato attuale, il sito è occupato da 32 aerogeneratori della stessa tipologia (Gamesa 52), disposti nel seguente modo, con altezza mozzo di 50m:

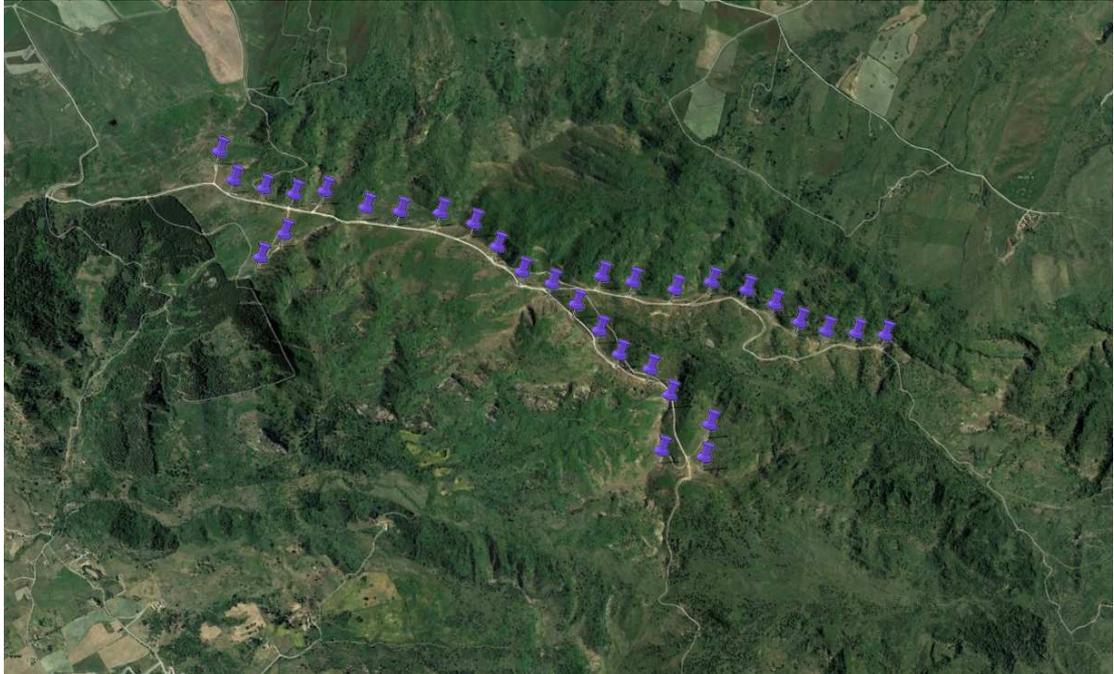


Figura 2-1: Configurazione stato di fatto su ortofoto

Le caratteristiche degli aerogeneratori sono riportate nella seguente tabella:
I dati di potenza sonora degli aerogeneratori presenti allo stato attuale sono riportati in tabella, suddivisi per classi di vento:

Velocità del vento (m/s)	Gamesa G52
	Lw (dBA)
4	95.6
5	100.0
6	103.8
7	105.8
8	105.8
9	105.8
10	105.8
11	105.8
12	105.8

2.2. STATO DI PROGETTO



Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

Si riporta invece in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
G01	Gangi	433594,19	4179907,20	1199
G02	Gangi	434083,00	4179721,00	1234
G03	Gangi	434593,00	4179671,00	1279
G04	Gangi	435122,00	4179478,00	1302
G05	Gangi	435621,29	4179298,27	1300
G06	Gangi	436466,97	4179171,98	1248
G07	Gangi	436058,00	4178560,00	1301

Tabella 2: Coordinate aerogeneratori

Gli aerogeneratori previsti hanno un livello di potenza sonora che varia in funzione della velocità del vento, ma solo fino ad un certo valore: infatti da 9 m/s non abbiamo incrementi del valore.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori di potenza sonora in funzione della velocità del vento.

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up tp cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Table 1: Acoustic emission, L_{WA} [dB(A) re 1 pW](10 Hz to 10kHz)

Wind speed [m/s]	6	8
AM 0	87.6	93.9

Table 2: Acoustic emission, L_{WA} [dB(A) re 1 pW](10 Hz to 160 Hz)

Tabella2-3: Valori di potenza sonora in funzione della velocità del vento (dati del costruttore)

I dati del vento, al fine del livello di rumore generato dallo stesso, vengono poi riportati all'altezza del punto di misura.

Nella seguente figura è possibile osservare la variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza a cui la si misura.

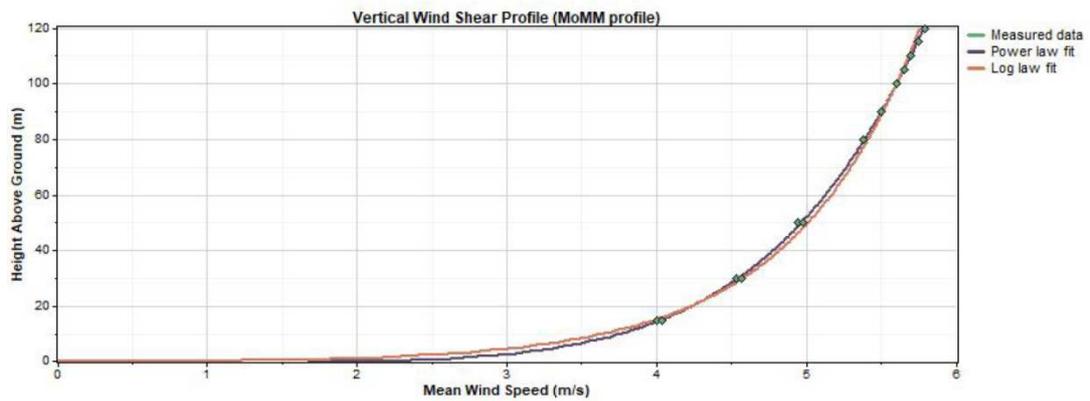


Figura 2-3: variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza a cui la si misura.

2.3. LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il Comune di Gangi (PA), non ha ancora adottato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui si applicano al caso in esame i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1°Marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno).

Tabella 2-4: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi*

Zona di appartenenza	Limite diurno	Limite notturno
Tutto il territorio nazionale	70 dBA	60 dBA
Zona A (DM n. 1444/68)	65 dBA	55 dBA
Zona B (DM 1444/68)	60 dBA	50 dBA
Zona esclusivamente industriale	70 dBA	70 dBA

* Limiti provvisori in mancanza di Classificazione Acustica - Art. 6 DPCM 1 Marzo 1991

La zona destinata ad ospitare gli aerogeneratori è del tipo Tutto il territorio nazionale, con limite diurno di 70 dB(A) e notturno di 60 dB(A).

2.1. I RICETTORI PRESENTI NELL'AREA D'INDAGINE

Nell'area oggetto di indagine è stato individuato un solo ricettore abitativo, che può essere coinvolto nelle emissioni sonore prodotte dalle turbine eoliche, poiché unica abitazione presente nel raggio di 1 km dal parco eolico, denominato RC01, con accatastamento di tipologia A.



Figura 2-4: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto

Come già accennato, non essendo stato adottato un piano di classificazione acustica del territorio, sono cogenti i limiti provvisori previsti dal DPCM 1/3/1991.

Tabella 2-5: Limiti di immissione dei ricettori considerati nel modello matematico

Ricettore	Comune	Limiti di immissione	
		Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)
RC_01	Gangi	70	60

3. Metodologia di analisi adottata

3.1. IL PROCESSO DI ANALISI

La metodologia seguita è in accordo con le indicazioni normative nazionali e regionali.

I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca il progetto;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Calcolo dei livelli di pressione e potenza sonora delle torri eoliche attraverso analisi statistiche basate sulla correlazione fra velocità del vento e livelli di rumore rilevati;
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale;
- Inserimento del progetto oggetto della valutazione con le sorgenti previste;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione del progetto e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;
- Confronto tra le due situazioni per comprendere le modificazioni del clima acustico.

I valori di immissione presso i ricettori localizzati in prossimità dello stabilimento sono espressi in livello medio equivalente (LeqA) sull'intero periodo di riferimento.

Nello schema seguente vengono rappresentate le diverse fasi della valutazione di impatto acustico.

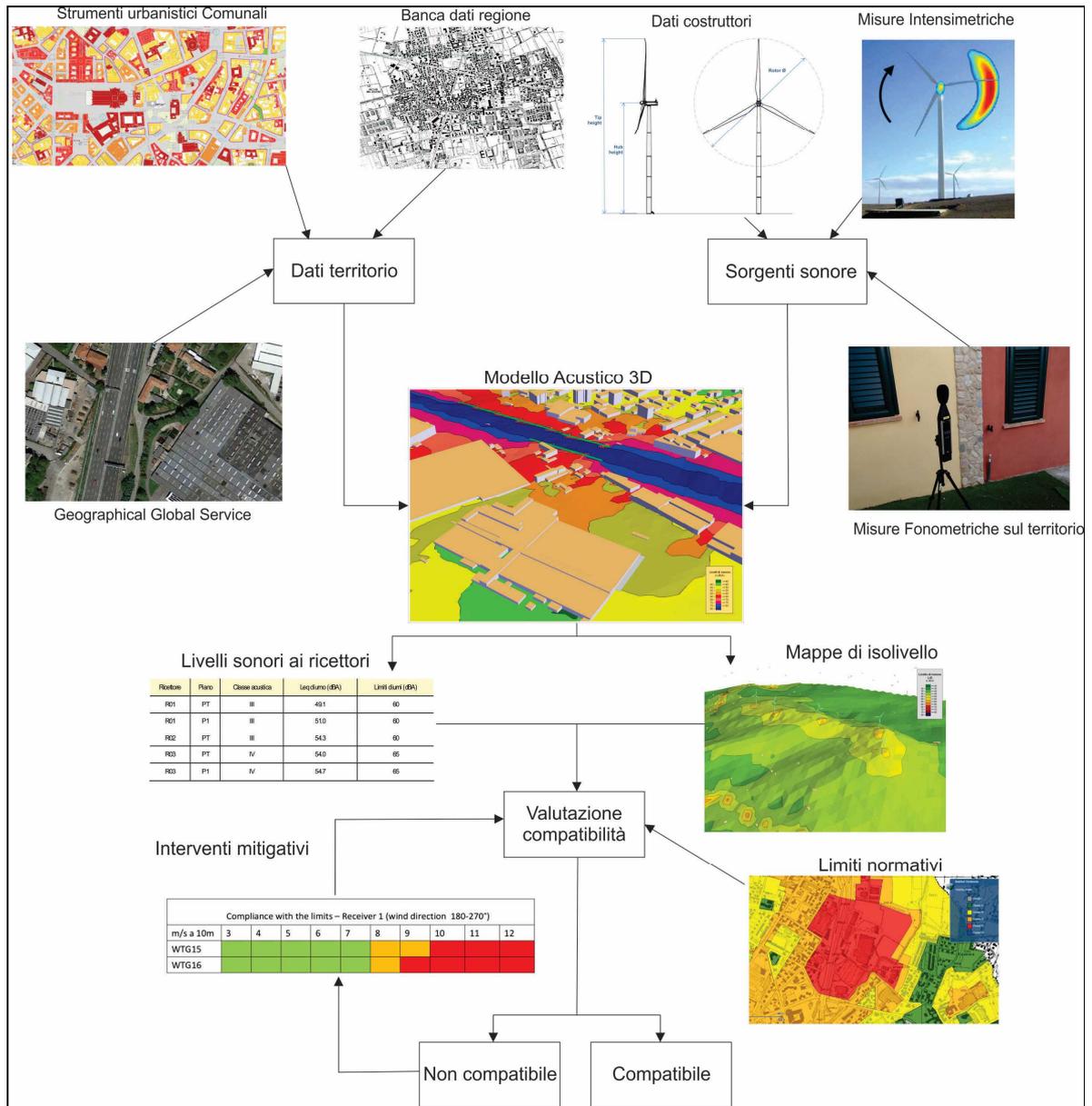


Figura 3-1: Schema metodologico usato per la valutazione di impatto acustico di un parco eolico

Il rumore prodotto dalle turbine eoliche differisce fundamentally dal rumore emesso da altre strutture di produzione di energia elettrica in termini di come viene creato, come si propaga, come viene percepito dai vicini e come deve essere misurato. In sostanza, tutto ciò che lo riguarda è unico e devono essere impiegate tecniche specialistiche per ottenere un approccio corretto al problema.

Gli standard esistenti che sono perfettamente appropriati per valutare e misurare il rumore dalla generazione di energia convenzionale e dagli impianti industriali non sono stati scritti pensando alle turbine eoliche e contengono alcune disposizioni che li rendono inadatti per l'applicazione alle turbine eoliche. Ad esempio, la maggior parte degli standard di test, in modo abbastanza ragionevole, consente misure valide solo in condizioni di vento debole o calmo al fine di precludere, o almeno minimizzare, gli effetti direzionali indotti dal vento, tra le altre cose. In una centrale di produzione di energia convenzionale, che può funzionare tutto il giorno, questo requisito implica semplicemente un'attesa per condizioni meteorologiche appropriate.

Anche gli strumenti sono gli stessi, ma il modo in cui vengono usati è molto diverso dalle altre fonti sonore.

Ciò che tutto questo suggerisce è che gli standard e le metodologie esistenti per valutare e misurare il rumore proveniente da fonti di rumore industriali convenzionali non possono essere applicati al rumore prodotto da turbine eoliche e sono necessarie metodologie di valutazione e misurazione completamente diverse.

La Valutazione di Impatto Acustico di un parco eolico, in conformità alla UNI 11143-1, deve essere condotta nelle due seguenti fasi:

- 1) caratterizzazione acustica della situazione "ante operam" mediante campagna sperimentale
- 2) valutazione degli impatti potenziali, ossia stima dei livelli sonori dopo la realizzazione del parco eolico (situazione "post operam"), mediante un calcolo previsionale della propagazione sonora

Per la definizione del Metodo per la Stima dell'Impatto Acustico delle sorgenti in progetto, rappresentate dai nuovi aerogeneratori eolici si è fatto riferimento alla norma UNI/TS 11143/Parte 7, punto 5 (Valutazione dell'Impatto Acustico di un campo eolico). Di seguito si riporta il diagramma di flusso estratto dalla stessa norma.

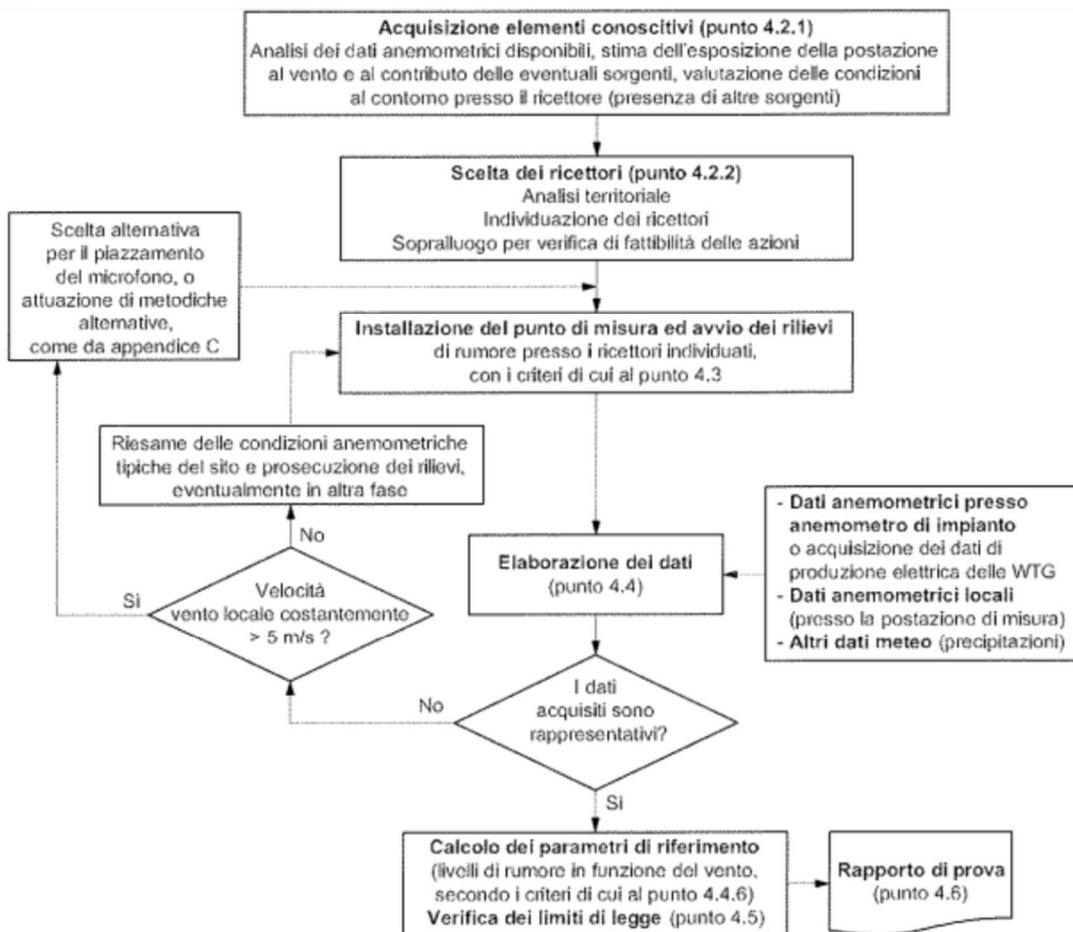


Figura 3-2: Schema metodologico per la valutazione di impatto acustico (UNI 11143-7)

3.2. CARATTERISTICHE DEL RUMORE DELLA TURBINA EOLICA

L'entità e la natura del rumore delle turbine eoliche dipendono interamente dal vento e dalle condizioni atmosferiche variabili nel tempo, mentre una convenzionale centrale elettrica alimentata da combustibili fossili funziona, spesso in modo continuo e costante, in un modo completamente indipendente dall'ambiente locale. Di conseguenza, un impianto di turbina a combustione, per esempio, è più adatto a essere percepibile e un potenziale problema di rumore durante condizioni atmosferiche calme e tranquille, mentre un progetto di turbina eolica, nelle circostanze più normali, non produce alcun rumore nelle stesse condizioni. In condizioni moderatamente ventose, un maggiore rumore di fondo tenderebbe a diminuire la percettibilità dell'impianto alimentato da combustibili fossili, mentre il rumore generato da un forte vento sarebbe generalmente più forte rispetto al livello del rumore di fondo.

Il rumore prodotto da un aereogeneratore può essere diviso in due grandi gruppi: rumore meccanico e rumore aerodinamico.

La potenza sonora complessiva ponderata A (LWA) è data, quindi, dalla somma di molti termini che sono raffigurati nell'immagine seguente per un aereogeneratore tipo da 2 MW di potenza e sono analizzati in dettaglio successivamente.

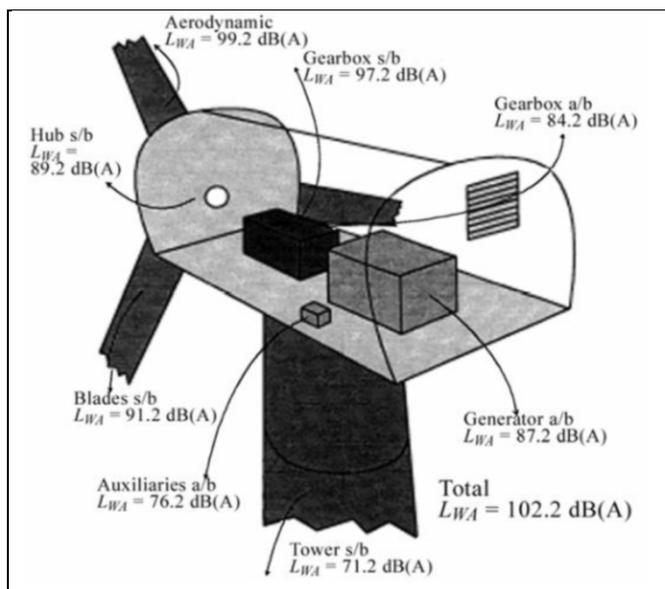


Figura 3-3: Diverse sorgenti presenti su un aereogeneratore

Oltre a dipendere semplicemente dal vento e dalle condizioni atmosferiche prevalenti, il rumore delle turbine eoliche di solito ha un carattere distintivo e identificabile che lo rende più facilmente percepibile rispetto ad altre fonti industriali di grandezza comparabile. Il meccanismo fondamentale di generazione del rumore, l'interazione turbolenta del flusso d'aria sulle pale mobili, dipende dalle caratteristiche della massa d'aria che fluisce nel piano del rotore. Ad esempio, quando il flusso d'aria è abbastanza costante ed è anche costante la velocità sopra l'area interessata, il rumore è generalmente al minimo.

Tali condizioni ideali, (flusso laminare) non si verificano in modo stazionario infatti il vento spesso soffia sotto forma di raffiche intermittenti separate da brevi periodi di calma relativa piuttosto che un continuo flusso continuo di velocità costante.

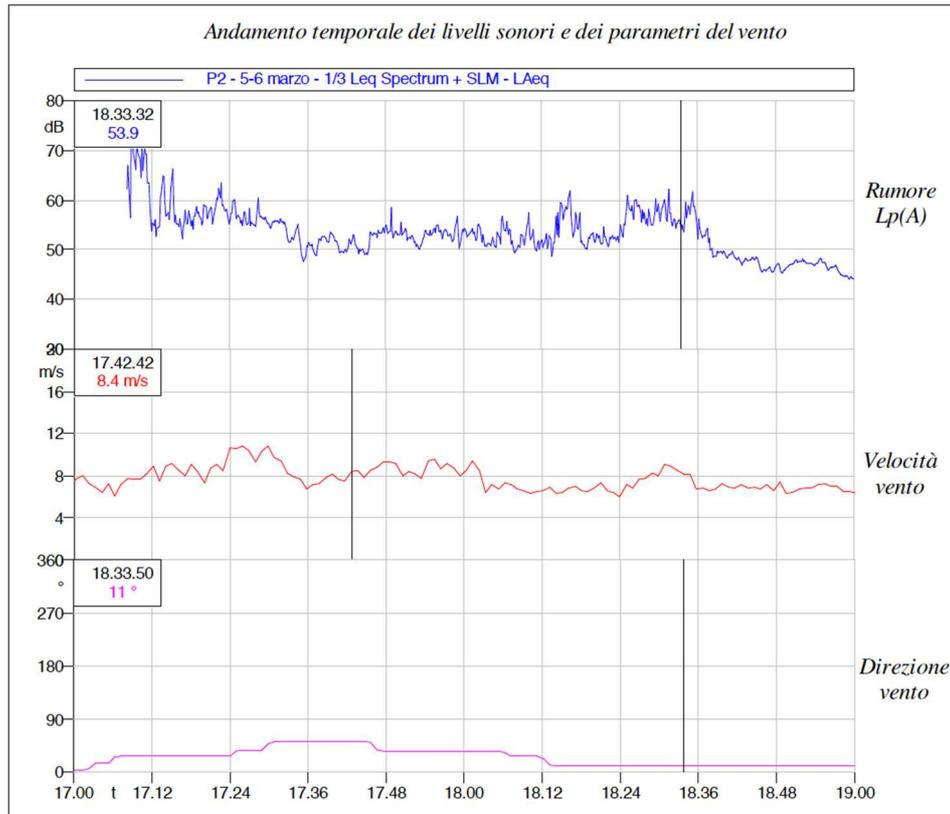


Figura 3-4: Livello di pressione sonora correlati con la velocità e direzione del vento

Attraverso questa analisi è poi possibile realizzare un processo statistico per correlare il rumore presente sull'area in funzione della velocità dell'aria.

3.3. CARATTERISTICHE DEL VENTO NELL'AREA DI ANALISI

Un dato spesso trascurato nelle valutazioni di impatto acustico dei parchi eolici è la direzione del vento.

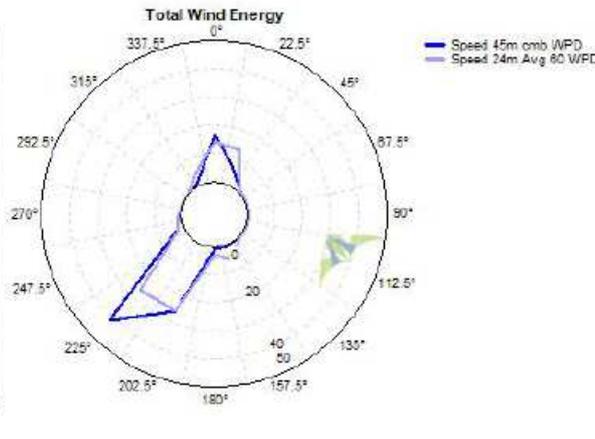
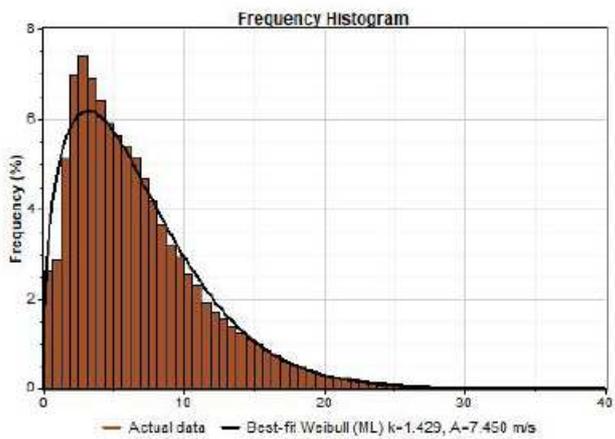
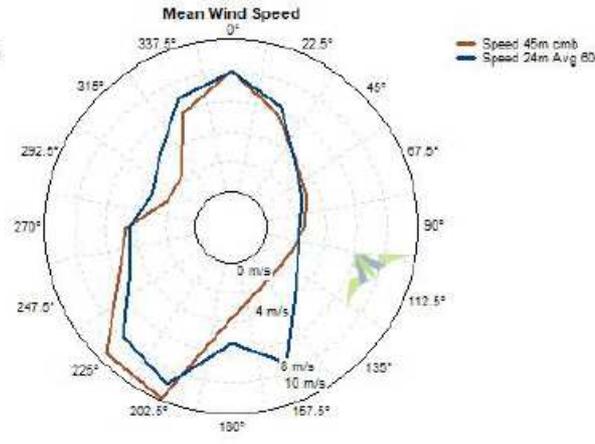
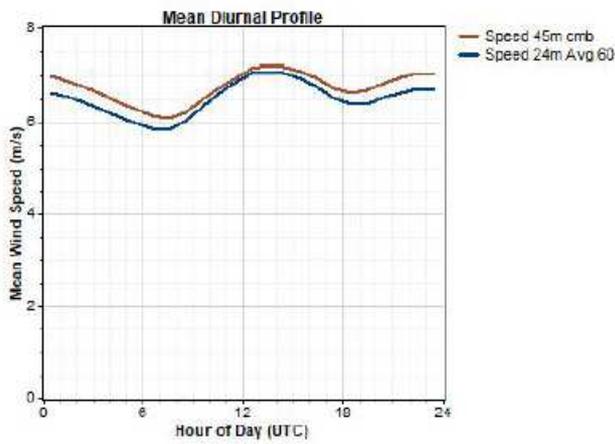
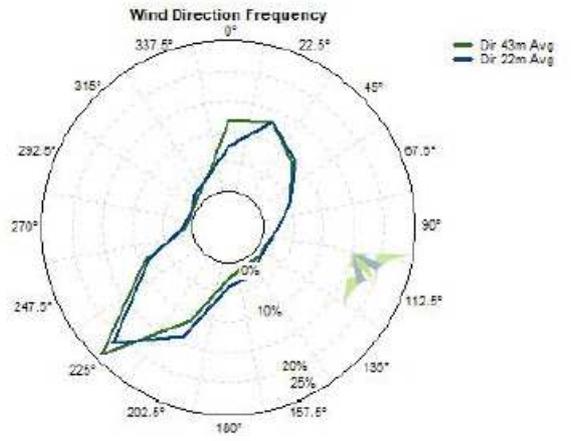
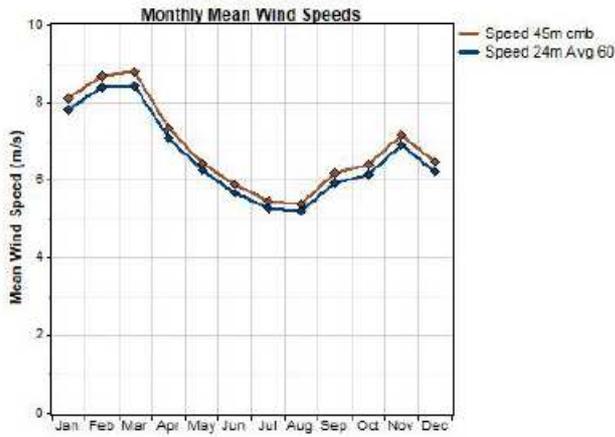
Le turbine eoliche vengono infatti spesso considerate come sorgenti puntiformi, che quindi irradiano la loro energia sonora in tutte le direzioni in modo omnidirezionale.

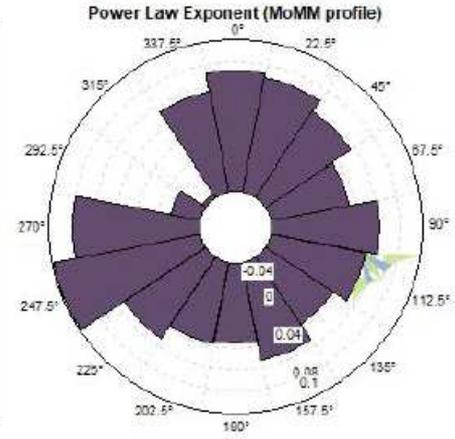
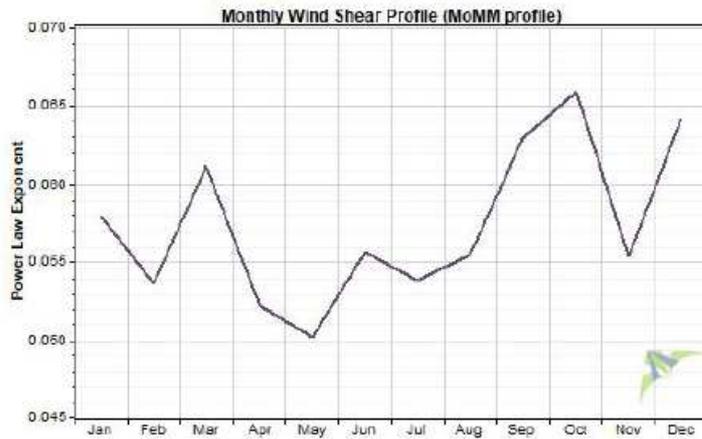
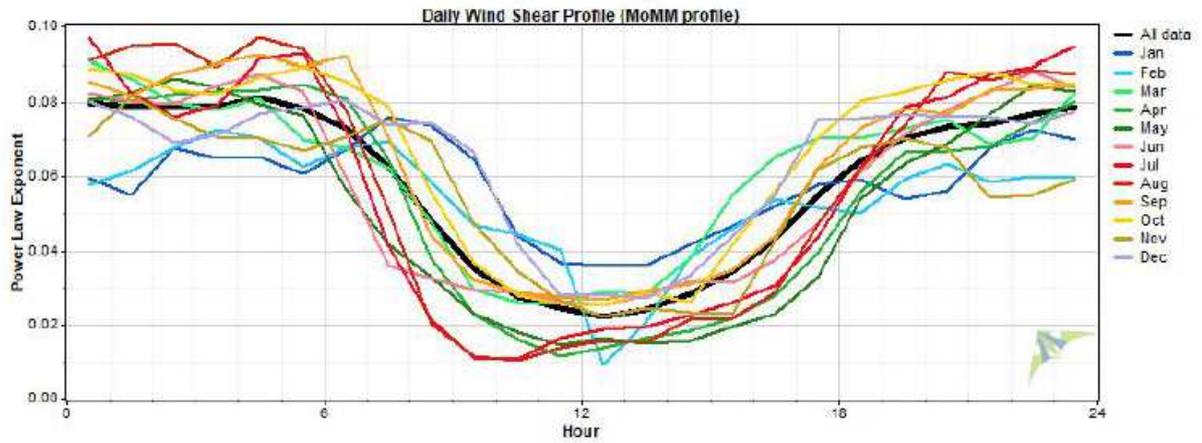
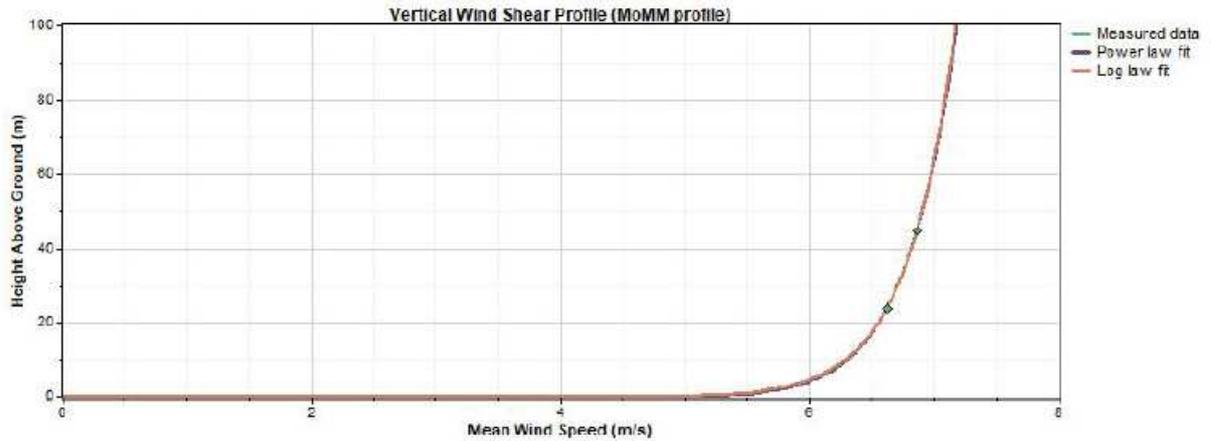
Questo principio potrebbe essere vero se non ci fosse il vento che, chiaramente, spinge le onde sonore con una direzione prevalente in funzione della direzione di arrivo di esso.

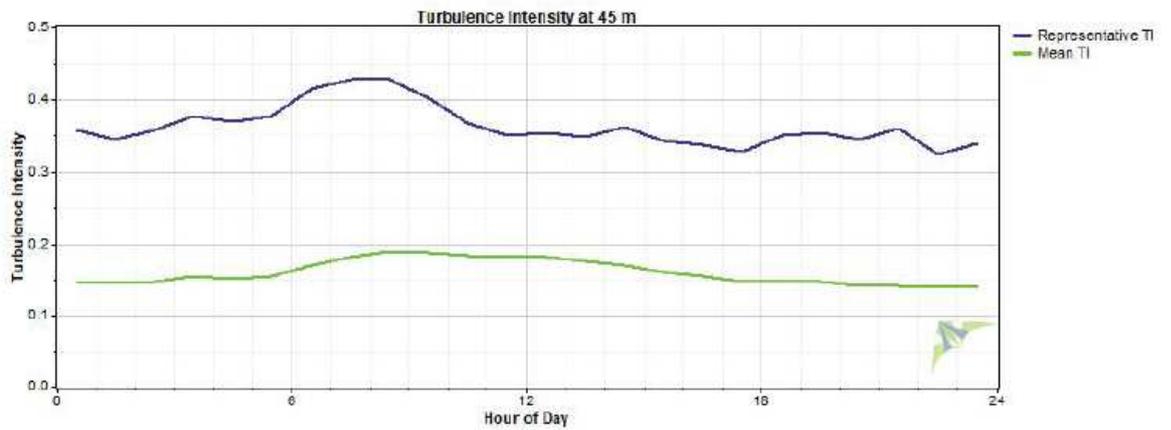
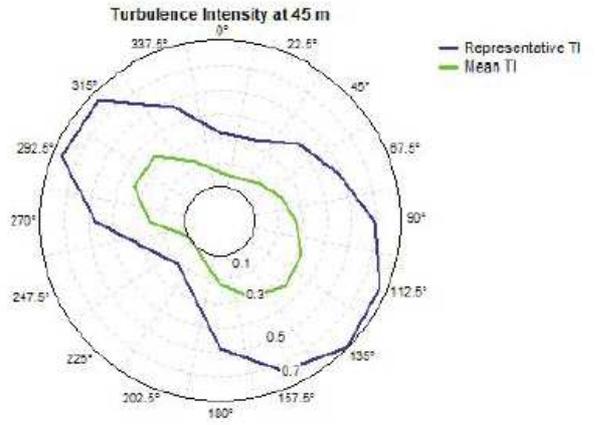
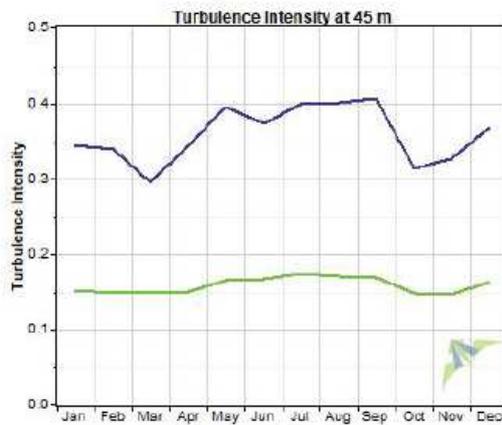
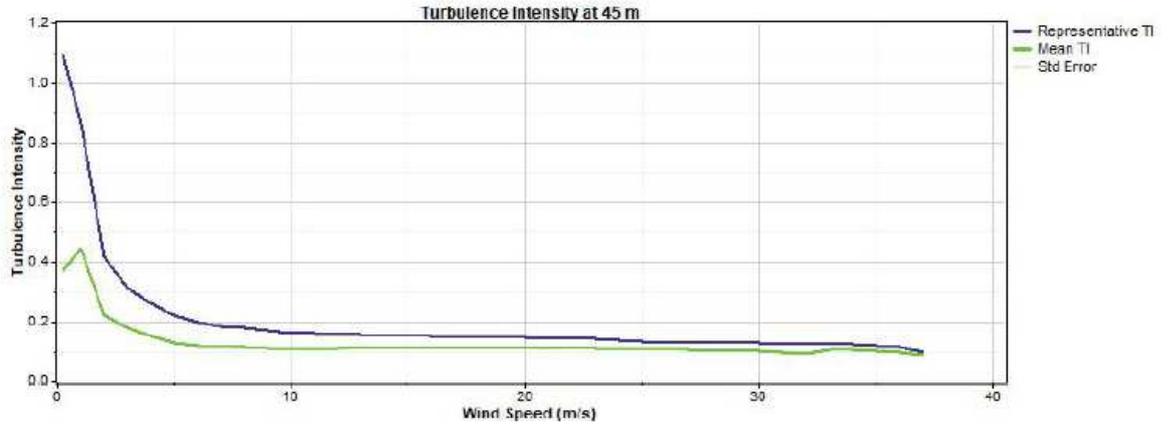
In diversi casi le differenze sulla misura di una stessa sorgente in momenti diversi, e con direzioni diverse, porta a variazioni del livello sonoro di oltre 10 dBA.

Fatta questa premessa è necessario considerare la turbina eolica come una sorgente anisotropa, con una sua specifica direzionalità, che dipende dalla direzione di arrivo del vento.

Sono stati quindi reperiti i grafici con i gradi di provenienza del vento per l'area in questione, in modo da caratterizzare al meglio all'interno del modello di simulazione la sorgente vento e la direzionalità prevalente degli aerogeneratori.







4. Campagna di misura del rumore di fondo

4.1. LE CATENE DI MISURA DEL RUMORE

La strumentazione di misura usata per la verifica del rumore ambientale è conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del D.M. 16/03/1998 ed in particolare soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati sono conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori sono conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1.

Per le misure a lungo termine, e per alcune a breve termine, sono stati utilizzati analizzatori in tempo reale di ultima generazione prodotti dalla 01 dB, del modello DUO).



Figura 4-1: Analizzatore in frequenza DUO

Per altre misure a breve termine sono stati utilizzati altri analizzatori in tempo reale sempre conformi alle normative tecniche citate.

Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, questa è stata eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono state considerate valide se le calibrazioni differiscono al massimo di $\pm 0,5$ dB(A).

Gli strumenti di misura sono provvisti di certificato di taratura sia per la parte fonometrica che per i filtri rilasciato da un laboratorio accreditato (laboratori di ACCREDIA - LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

Le catene di misure utilizzate sono tarate da un laboratorio Accredia (LAT-068).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Tabella 4-1: Elenco strumentazione utilizzata per la misura del rumore

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	12184	2021-12-07	48211-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-07	48212-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12183	2021-12-06	48209-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-12-06	48210-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12186	2021-09-24	47843-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2021-09-24	47844-A	LAT-068
Analizzatore	SVAN 948	Svantek	8871	2022-01-10	48304-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2022-01-11	48313-A	LAT-068
Analizzatore	XL2	NTI Audio	12509	2020-02-25	44781-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				2020-02-26	44784-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	2021-09-15	47797-A	LAT-068

In allegato vengono riportati i certificati.

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori ai 0.5 dB.

Tabella 4-2: Risultati delle calibrazioni

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
01dB DUO (matr. 12184)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12183)	94.0 dB	94.1 dB	0.1 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12186)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
Svantek SVAN 948 (matr. 8871)	94.0 dB	94.1 dB	0.1 dB	+/-0.5 dB
NTi-Audio XL2 (matr. 12509)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB

4.2. LE CATENE DI MISURA DEI PARAMETRI METEO

La strumentazione di misura usata per la verifica dei parametri meteo è la stazione VAISALA che viene direttamente interfacciata con l'analizzatore DUO della 01dB.



Figura 4-2: Stazione Meteo Vaisala

Il sistema di rilevamento della velocità dell'aria avviene attraverso un sensore di alta precisione ad ultrasuoni.

Le principali caratteristiche della stazione meteo Vaisala sono le seguenti:

- Misura contemporanea dei 6 parametri, Velocità del vento e Direzione (con sensore di precisione ad ultrasuoni), Temperatura, Umidità, Pioggia, Pressione atmosferica;
- Accuratezza della velocità del vento entro +/- 0,3 m/s;
- Accuratezza della temperatura entro +/- 0,3 °C;
- Accuratezza della pressione entro +/- 0,5 hPa;
- Accuratezza dell'umidità entro +/- 3 %;
- Accuratezza caduta pioggia entro 5 %.

La catena di misura utilizzata è stata tarata da un laboratorio Accredia (LAT-068).

Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Tabella 4-3: Elenco strumentazione utilizzata per la misura dei parametri meteo

Oggetto	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Anemometro elettronico con sensore ad ultrasuoni	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0107 19 VA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Termoigrometro elettronico con uscita numerale	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0134 19 UR	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			
Misuratore di temperatura dell'aria con sensore termistore	DUO	01 dB	12410	01/10/2019	0256 19 TA	LAT-157
	WXT520	VAISALA	H320008			

In allegato vengono riportati i certificati.

4.3. LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

L'obiettivo di un'indagine preliminare alla realizzazione del progetto è stabilire quali sono i livelli di rumore residuo attualmente presenti sui ricettori all'interno dell'area di progetto, al fine di formare una base di riferimento rispetto alla quale confrontare le emissioni sonore previste dal progetto. Non è necessario, né sarebbe pratico, misurare in ogni casa. L'idea è di ottenere una serie di campioni che possano essere considerati rappresentativi dell'intera area del sito.

Posizioni di monitoraggio specifiche dovrebbero idealmente essere situate presso o vicino a residenze tipiche nell'area del sito. È il livello sonoro in cui le persone sono in realtà la maggior parte del tempo e specialmente di notte è di primaria importanza (piuttosto che a livello di proprietà, ad esempio).

Se un sito è in gran parte piatto e omogeneo (ad esempio terreni agricoli lontani da autostrade, aree urbane o industrie) le posizioni di monitoraggio dovrebbero essere selezionate in punti distribuiti in modo più o meno uniforme nell'area del progetto.

Nel nostro caso, nell'area oggetto di indagine sono stati eseguiti 1 punto di misura della durata di 24 ore e 4 misure a breve termine, queste ultime suddivise in tre periodi, mattina, pomeriggio e notte, della durata di 1 ora a campionamento.

Per ogni punto di misurazione acustico, i dati raccolti sono:

- I periodi della giornata e l'ora di inizio e fine di ciascun periodo (fascia oraria)
- Descrittore di rumore
- Tempo di integrazione per valutare il descrittore
- LAeq, TM, LAeq, Tr, livelli istantanei LA_{slow}, LA_{Impulse}, LA_{Fast}, L_n (percentile), Spettri sonori (1/3 ottave)
- Coordinate;
- Distanze dagli edifici, altezza dei punti di misurazione, ecc .

- Condizioni del vento
- Foto del punto di misura

I punti scelti sono rappresentativi delle sorgenti presenti sul territorio, come avviene per le strade, e della situazione di rumore generata dal vento.

In alcuni casi i punti di misura pianificati a tavolino sono stati modificati in campo, in relazione alle possibilità reali di accesso.

Nella seguente immagine è possibile osservare i punti di misura dell'area di indagine.

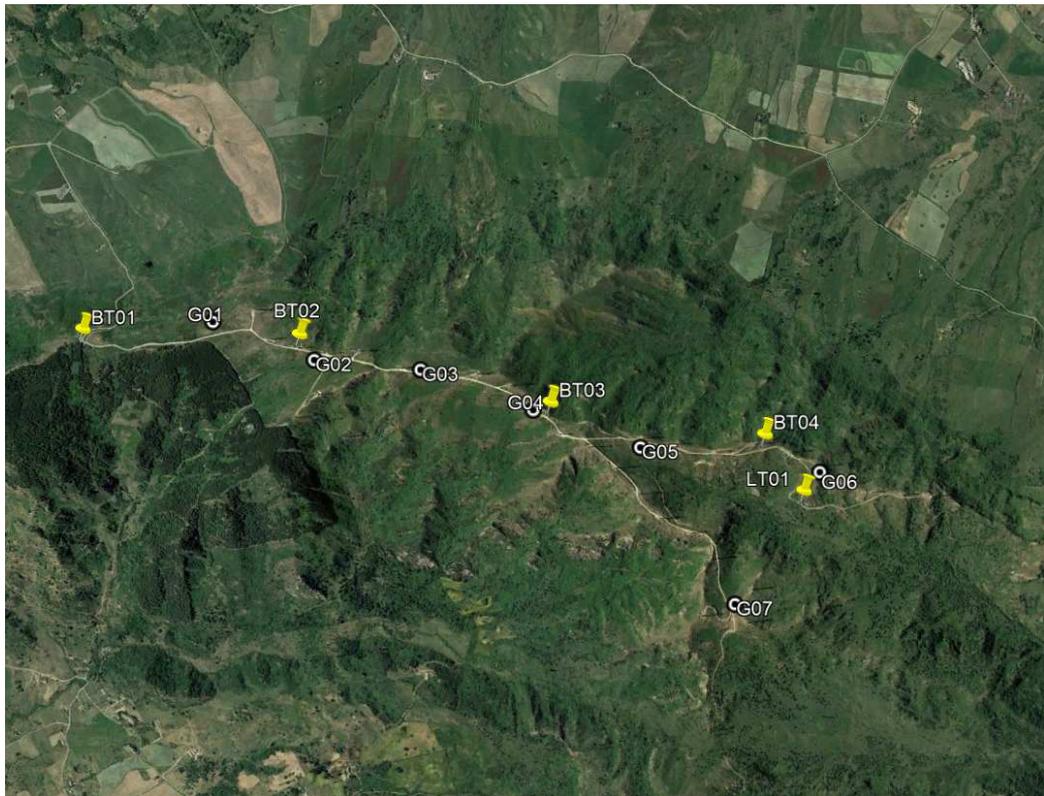


Figura 4-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY)

Accanto ai punti da 24 ore (LTXX) sono riportati quelli a breve termine (BTXX) e la futura disposizione delle turbine.

Nella seguente tabella, riportiamo le coordinate relative ai punti di misura.

Tabella 4-4: Coordinate dei punti di misura di 24 ore

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
LT-01	37.756264	14.277666

Tabella 4-5: Coordinate dei punti di misura a breve termine

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
BT-01	37.763218	14.238411
BT-02	37.762965	14.250560
BT-03	37.760077	14.264094
BT-04	37.758711	14.275494

4.1. RISULTATI DELLE MISURE

Negli allegati vengono riportati tutti i grafici ed i valori relativi alle misure effettuate, in particolare in quello delle misure a lungo termine vengono anche correlati graficamente i dati relativi al rumore e al vento. Le misure sono state svolte con l'impianto presente allo stato attuale in attività.

Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i dati riassuntivi dei livelli sonori riscontrati.

Tabella 4-6: Risultati misure da 24 ore in ambito Diurno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
LT-01	08-09 Marzo	Diurno	58.6	52.3

Tabella 4-7: Risultati misure da 24 ore in ambito Notturno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
LT-01	08-09 Marzo	Notturno	60.2	53.1

Questi dati sono stati poi comparati con i dati delle velocità del vento rilevati durante le misure fonometriche (insieme agli altri parametri meteo).

Tabella 4-8: Misure di breve termine in ambito Diurno (mattino)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Diurno	52.5	47.3
BT-02	08 Marzo	Diurno	59.7	56.0
BT-03	08 Marzo	Diurno	60.4	57.1
BT-04	08 Marzo	Diurno	59.0	57.1

Tabella 4-9: Misure di breve termine in ambito Diurno (pomeriggio)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Diurno	51.6	43.0
BT-02	08 Marzo	Diurno	57.5	53.1
BT-03	08 Marzo	Diurno	57.5	55.7
BT-04	08 Marzo	Diurno	58.7	56.8

Tabella 4-10: Misure di breve termine in ambito Notturno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Notturmo	47.2	42.6
BT-02	08 Marzo	Notturmo	58.1	54.0
BT-03	08 Marzo	Notturmo	58.6	56.3
BT-04	08 Marzo	Notturmo	57.8	55.7

4.1. CORRELAZIONI CON I DATI DI VELOCITÀ DELL'ARIA

Attraverso l'analisi statistica dei dati è stato possibile comprendere meglio il clima acustico dell'area in funzione dei dati di venti rilevati dalla stazione meteo.

Questa analisi è stata eseguita per ogni misura di 24 ore suddividendola nei periodi di riferimento diurno (06.00-22.00) e notturno (22.00-06.00).

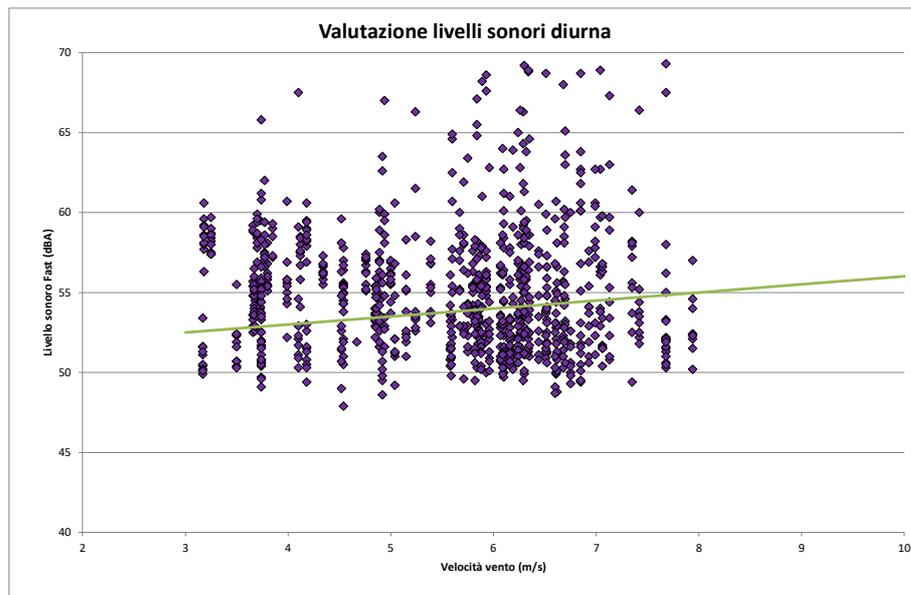


Figura 4-4: Analisi correlativa tra valori di rumore e velocità del vento (LT-01 - diurno)

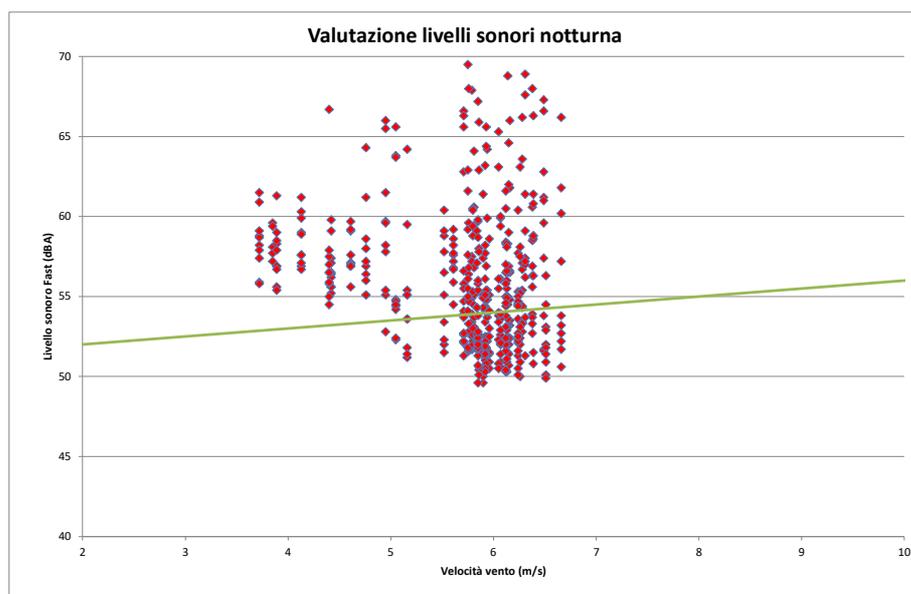


Figura 4-5: Analisi correlativa tra valori di rumore e velocità del vento (LT-01 - notturno)

5. Analisi attraverso il modello matematico

5.1. REALIZZAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico, attraverso il software SoundPlan ver. 8.2 – 2022, in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.

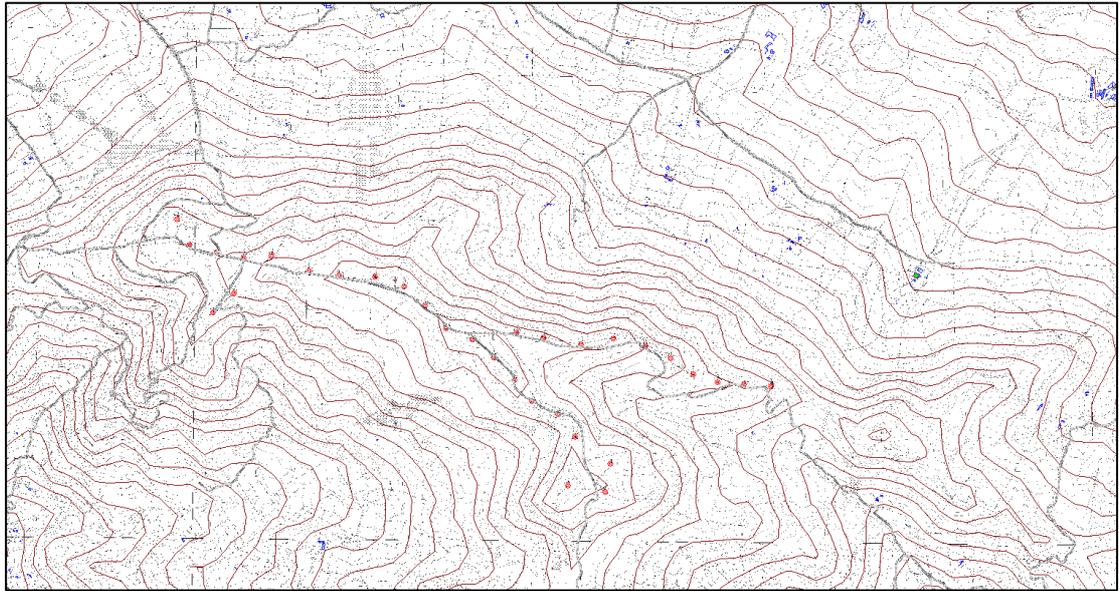


figura 5-1: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista planimetrica)

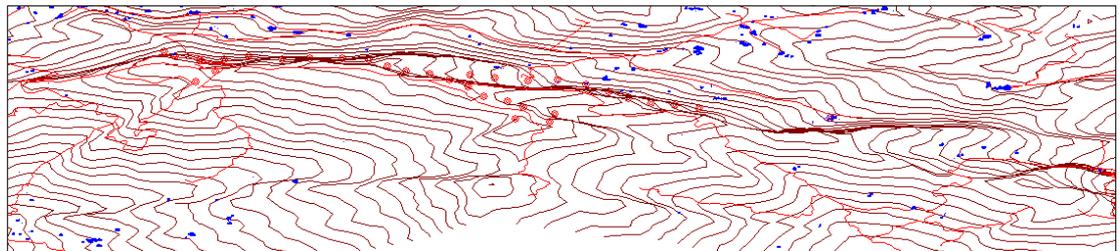


Figura 5-2: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

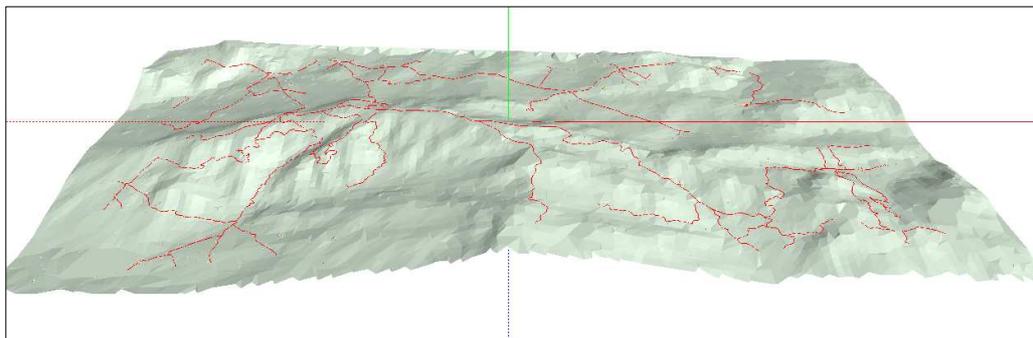


Figura 5-3: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una congrua distanza dal confine d'impianto in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.

5.2. INSERIMENTO DELLE SORGENTI SONORE

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore indicate dalla committenza. La modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

5.3. TARATURA DEL MODELLO MATEMATICO

Come evidenziato in precedenza, una volta che il modello di calcolo è stato definito e tarato, l'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati in misure fonometriche. Data la variabilità dei livelli di rumore riscontrati dalle misure fonometriche effettuate nei punti di misura esterni, è stato individuato un intervallo di confidenza sul valore medio delle misure effettuate in ogni punto. Quest'analisi statistica è stata compiuta in modo da permettere il confronto dei risultati in considerazione, non solo del valore medio, ma anche della variabilità dei risultati delle misure.

5.4. PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza.

5.4.1. INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI – VALORI PUNTUALI

Oltre che alle mappe di isolivello, in prossimità dell'area dell'impianto, abbiamo considerato come ricettori gli edifici residenziali situati nelle vicinanze dell'area.

I valori ottenuti sono previsti in facciata: quelli all'interno dell'ambiente abitativo è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.

I ricettori considerati sono riportati nella figura seguente.

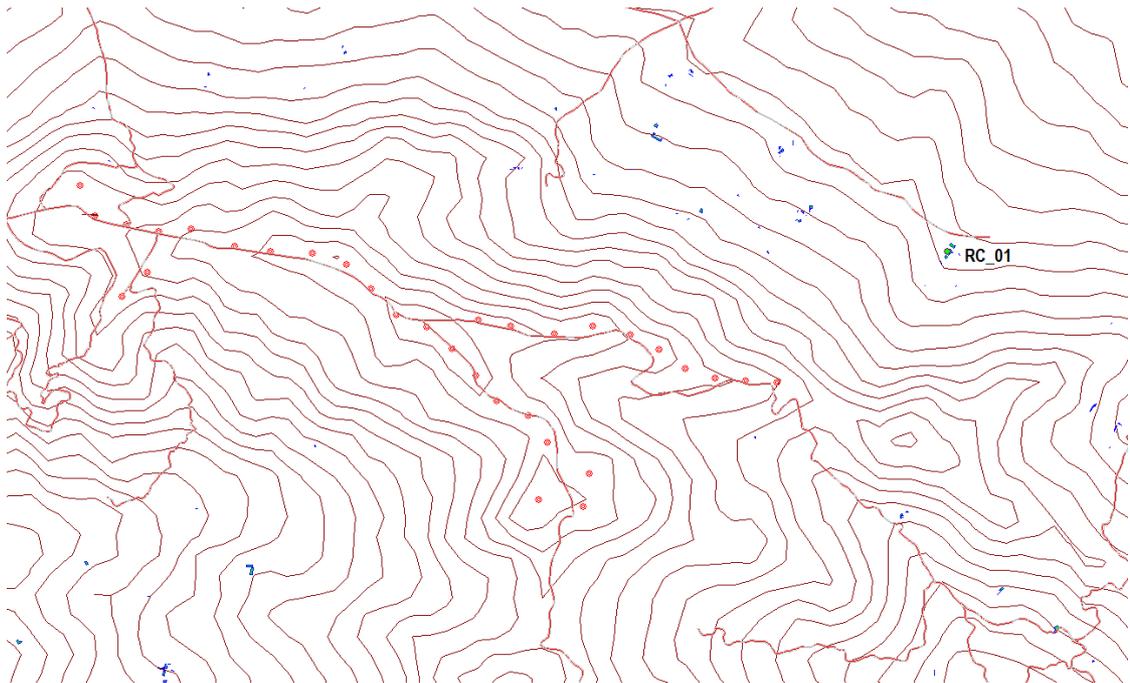


Figura 5-4: Ricettori considerati

5.4.2. **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE RESIDUO**

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che sono in pratica le strade. L'emissione dell'impianto eolico presente attualmente è stato escluso.

Il rumore residuo, chiaramente, varia anche in funzione della velocità del vento e dalla tipologia di vegetazione dell'area.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Residuo Diurno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)
RC_01	4	51.6	46.7
	5	51.6	46.7
	6	51.6	46.7
	7	51.7	46.8
	8	51.7	46.9
	9	51.7	47.0
	10	51.8	47.2
	11	51.9	47.4
	12	52.0	47.7

5.4.3. **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE EMESSE - STATO DI FATTO**

Al fine di valutare le emissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche solo quelle degli aerogeneratori escludendo le strade.

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Emissione Diurna/Notturna (dBA)
RC_01	4	35.6
	5	36.1
	6	36.5
	7	37.0
	8	37.4
	9	37.9
	10	38.3
	11	38.8
	12	39.2

5.4.4. **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE IMMESSO - STATO DI FATTO**

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle degli aerogeneratori che le strade ed il rumore del vento, il quale è proporzionale all'aumentare della velocità.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

Ricettore	Velocità vento (m/s)	ImmissioneDiurna (dBA)	ImmissioneNotturna (dBA)
RC_01	4	51.7	47.0
	5	51.8	47.1
	6	51.8	47.1
	7	51.8	47.2
	8	51.9	47.3
	9	51.9	47.5
	10	52.0	47.7
	11	52.1	48.0
	12	52.2	48.3

5.4.5. **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE EMESSO - STATO DI PROGETTO**

Al fine di valutare le emissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche solo quelle degli aerogeneratori escludendo le strade.

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Emissione Diurna/Notturna (dBA)
RC_01	4	17.1
	5	17.1
	6	22.1
	7	25.6
	8	28.8
	9	29.6
	10	29.6
	11	29.6
	12	29.6

5.4.6. **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE IMMESSO - STATO DI PROGETTO**

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle degli aerogeneratori che le strade ed il rumore del vento, il quale è proporzionale all'aumentare della velocità.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

Ricettore	Velocità vento (m/s)	ImmissioneDiurna (dBA)	ImmissioneNotturna (dBA)
RC_01	4	51.6	46.7
	5	51.6	46.7
	6	51.7	46.8
	7	51.7	46.8
	8	51.7	46.9
	9	51.8	47.1
	10	51.8	47.3
	11	51.9	47.5
	12	52.0	47.8

5.4.7. VALUTAZIONE DEI RISULTATI – CRITERIO DIFFERENZIALE

Riprendendo dal DPCM 14/11/97 il concetto di Criterio Differenziale di Immissione, possiamo dire che:

Il "rumore ambientale" viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell'ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all'emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con "rumore residuo" si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del "rumore ambientale" e quello del "rumore residuo" misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

Chiarito questo elemento, per la valutazione del criterio differenziale dobbiamo tenere conto che la misura del criterio differenziale deve essere fatta all'interno dell'ambiente abitativo, e quindi i livelli di rumore previsti in facciata dal modello, devono essere decrementati di circa 2-3 dBA.

Come evidenziato sopra, il Criterio Differenziale non si applica per livelli di Rumore Ambientale diurni inferiori a 50 dBA e per livelli di Rumore Ambientale notturni inferiori a 40 dBA.

Osservando le tabelle sotto riportate si nota che, in ambito diurno i 50 dBA non vengono mai raggiunti, e, in ambito notturno in facciata, abbiamo il superamento dei 40 dBA solo in alcuni casi. Considerando il decremento tra la misura in facciata e quella interna all'ambiente abitativo, troveremo valori al di sotto dei 40 dBA e di conseguenza, anche in ambito notturno abbiamo l'inapplicabilità del Criterio Differenziale.



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.K.26.IT.W.09317.05.006.00

PAGE

36 di/of 61

Periodo diurno

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Ambientale Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Differenza
RC_01	4	51.6	51.6	0.0
	5	51.6	51.6	0.0
	6	51.7	51.6	0.1
	7	51.7	51.7	0.0
	8	51.7	51.7	0.0
	9	51.8	51.7	0.1
	10	51.8	51.8	0.0
	11	51.9	51.9	0.0
	12	52.0	52.0	0.0

Periodo notturno

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Ambientale Notturno (dBA)	Residuo Notturno (dBA)	Differenza
RC_01	4	46.7	46.7	0.0
	5	46.7	46.7	0.0
	6	46.8	46.7	0.1
	7	46.8	46.8	0.0
	8	46.9	46.9	0.0
	9	47.1	47.0	0.1
	10	47.3	47.2	0.1
	11	47.5	47.4	0.1
	12	47.8	47.7	0.1

5.4.8. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – CONFRONTO FRA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO

Al fine di valutare i cambiamenti apportati al clima acustico dalla sostituzione delle turbine del parco eolico sono stati confrontati i livelli di immissione delle due differenti fasi.

Periodo diurno

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Immissione Diurna SDP (dBA)	Immissione Diurna SDF (dBA)	Differenza
RC_01	4	51.6	51.7	-0.1
	5	51.6	51.8	-0.1
	6	51.7	51.8	-0.1
	7	51.7	51.8	-0.1
	8	51.7	51.9	-0.2
	9	51.8	51.9	-0.1
	10	51.8	52.0	-0.2
	11	51.9	52.1	-0.2
	12	52.0	52.2	-0.2

Periodo notturno

Ricettore	Velocità vento (m/s)	Immissione Notturmo SDP (dBA)	Immissione Notturmo SDF (dBA)	Differenza
RC_01	4	46.7	47.0	-0.3
	5	46.7	47.1	-0.4
	6	46.8	47.1	-0.3
	7	46.8	47.2	-0.4
	8	46.9	47.3	-0.4
	9	47.1	47.5	-0.4
	10	47.3	47.7	-0.4
	11	47.5	48.0	-0.5
	12	47.8	48.3	-0.5

6. STATO DI CANTIERE

La realizzazione del progetto impiegherà la costituzione di un cantiere per lo smontaggio e quindi l'installazione delle nuove pale eoliche.

Le attività di cantiere avranno una durata di circa 56 settimane, come descritto nel cronoprogramma qui riportato:

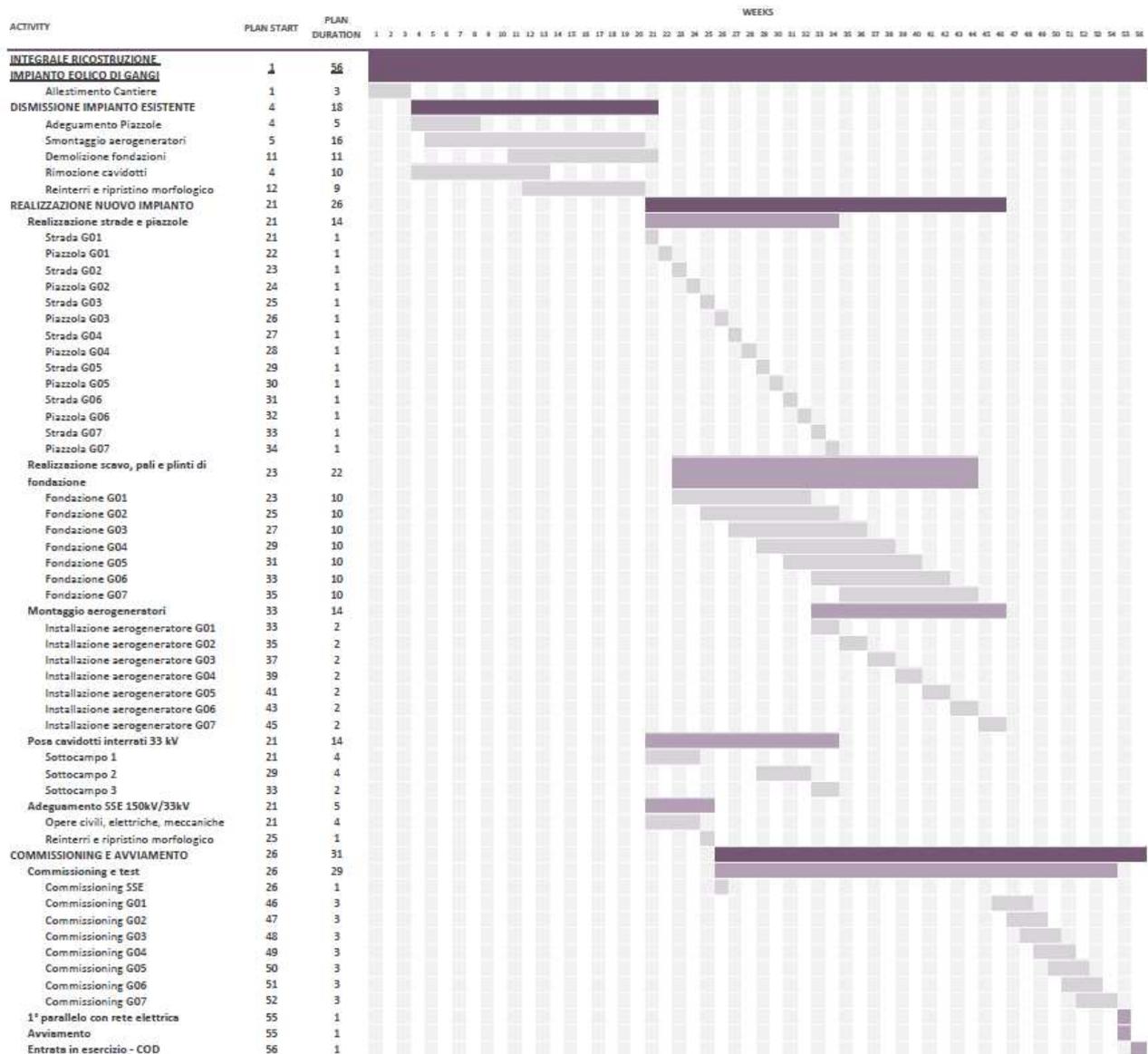


Figura 6-1: Cronoprogramma attività di cantiere



Figura 6-2: Inquadramento delle attività di cantiere (zona principale)

6.1. LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Il Comune di Gangi (PA), non ha ancora adottato il Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui si applicano al caso in esame i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1°Marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno).

Tabella 6-1: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi*

Zona di appartenenza	Limite diurno	Limite notturno
Tutto il territorio nazionale	70 dBA	60 dBA
Zona A (DM n. 1444/68)	65 dBA	55 dBA
Zona B (DM 1444/68)	60 dBA	50 dBA
Zona esclusivamente industriale	70 dBA	70 dBA

* Limiti provvisori in mancanza di Classificazione Acustica - Art. 6 DPCM 1 Marzo 1991

La zona destinata ad ospitare gli aerogeneratori è del tipo Tutto il territorio nazionale, con limite diurno di 70 dB(A) e notturno di 60 dB(A).

6.2. I RICETTORI PRESENTI NELL'AREA D'INDAGINE

Nell'area oggetto di indagine è stato individuato un solo ricettore abitativo, che può essere coinvolto nelle emissioni sonore prodotte dalle turbine eoliche, poiché unica abitazione presente nel raggio di 1 km dal parco eolico, denominato RC01, con accatastamento di tipologia A.



Figura 6-3: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto

Tabella 6-2: Ricettori considerati nel modello matematico

Come già accennato, non essendo stato adottato un piano di classificazione acustica del territorio, sono cogenti i limiti provvisori previsti dal DPCM 1/3/1991.

Tabella 6-3: Limiti di immissione dei ricettori considerati nel modello matematico

Ricettore	Comune	Limiti di immissione	
		Diurno (dBA)	Notturmo (dBA)
RC_01	Gangi	70	60

7. Metodologia di analisi adottata

7.1. IL PROCESSO DI ANALISI

La metodologia seguita è in accordo con le indicazioni normative nazionali e regionali.

I punti salienti del processo di valutazione sono stati realizzati attraverso le seguenti fasi:

- Analisi della documentazione progettuale;
- Valutazione degli aspetti territoriali in cui si colloca il progetto;
- Analisi del clima acustico presente sul territorio tramite misure fonometriche;
- Calcolo dei livelli di pressione e potenza sonora delle torri eoliche attraverso analisi statistiche basate sulla correlazione fra velocità del vento e livelli di rumore rilevati;
- Modellazione acustica della morfologia del territorio;
- Inserimento nel modello delle sorgenti sonore impattanti;
- Valutazione dei livelli sonori sul territorio nella fase attuale;
- Inserimento del progetto oggetto della valutazione con le sorgenti previste;
- Valutazione dei livelli sonori presenti sul territorio dopo la realizzazione del progetto e la loro conformità ai limiti previsti dalla normativa;
- Confronto tra le due situazioni per comprendere le modificazioni del clima acustico.

I valori di immissione presso i ricettori localizzati in prossimità dello stabilimento sono espressi in livello medio equivalente (LeqA) sull'intero periodo di riferimento.

Nello schema seguente vengono rappresentate le diverse fasi della valutazione di impatto acustico.

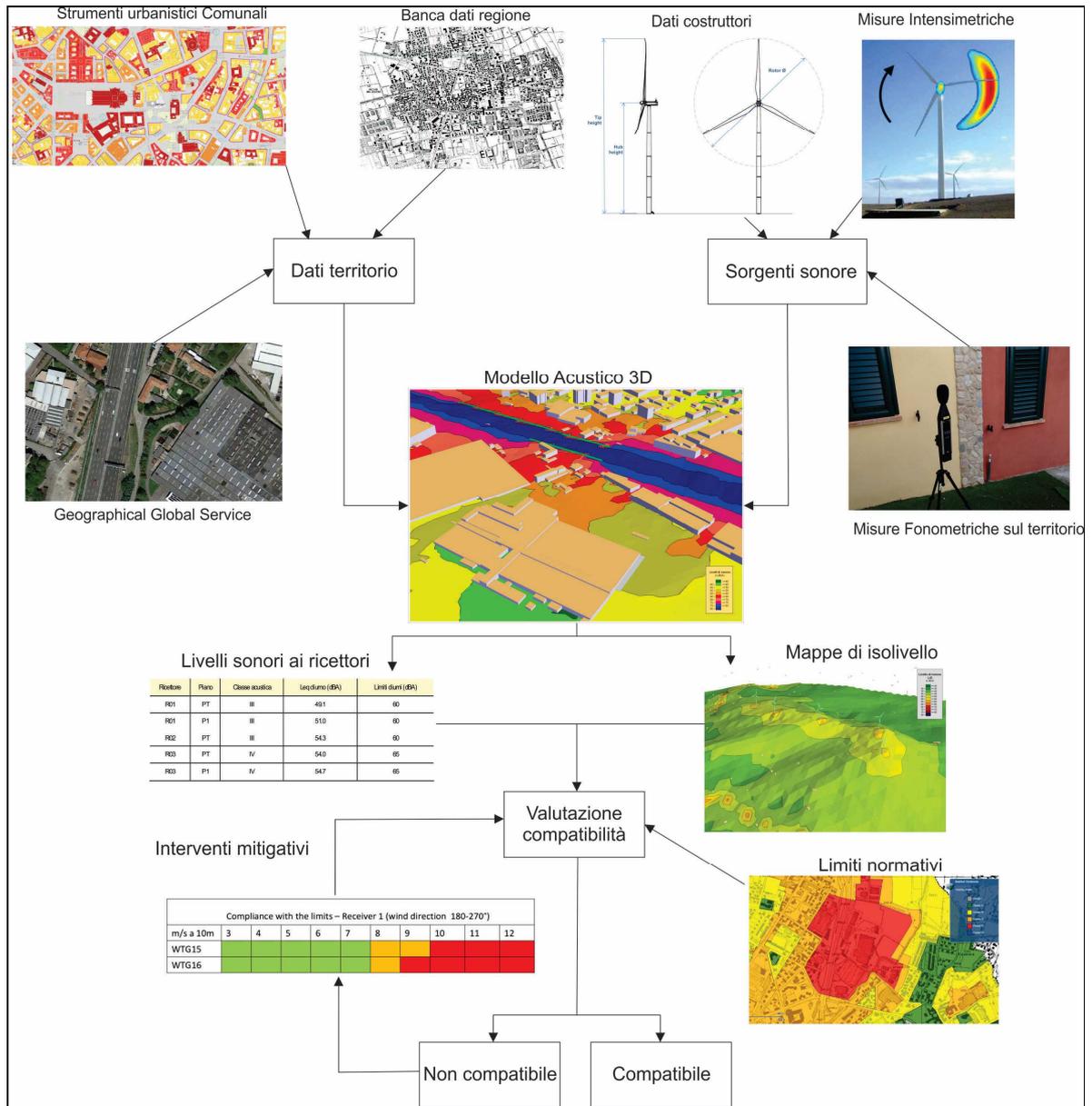


Figura 7-1: Schema metodologico usato per la valutazione di impatto acustico di un parco eolico

7.2. IL CANTIERE

Come descritto nel capitolo precedente il cantiere avrà una durata stimata pari a circa 56 settimane.

Le attività possono essere suddivise in due macrofasi:

- Fase 1: Dismissione impianto esistente
- Fase 2: Realizzazione nuovo impianto

La Fase 1 comprende le seguenti operazioni:

- Allestimento cantiere
- Adeguamento viabilità di cantiere
- Smontaggio aerogeneratori
- Demolizione fondazioni
- Rimozioni cavidotti
- Reinterri e ripristino morfologico

La Fase 2 comprende le seguenti operazioni:

- Realizzazione piazzole e strade
- Realizzazione scavo, pali e plinti di fondazione
- Montaggio aerogeneratori
- Posa cavidotti interrati 33 kV
- Adeguamento SSE10/33 Kv
- Avvio di tutti gli aerogeneratori

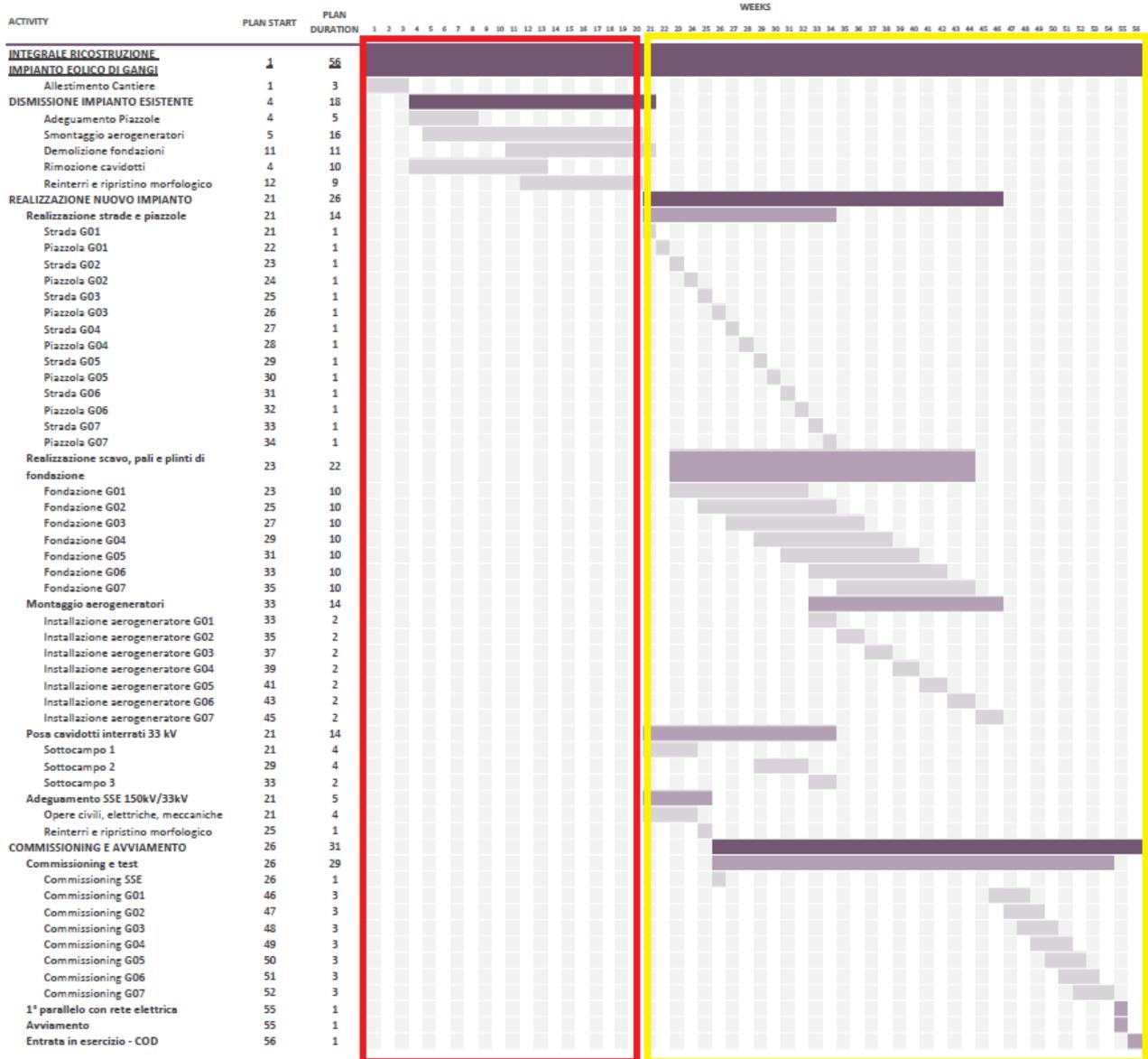


Figura 7-2: Individuazione fasi di cantiere

7.3. LE SORGENTI DI CANTIERE

Le lavorazioni di cantiere prevedono l'impiego di diversi mezzi.

Nella tabella qui di seguito viene riportato l'elenco delle lavorazioni svolte, dei mezzi impiegati e delle potenze sonore:

Opera	Lavorazione	Mezzo	Potenza sonora [dB(A)]
Fondazione	Scavo	Escavatore cingolato	104.2
		Autocarro	101.1
	Perforazione pali	Trivella perforazione pali	110.0
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo pali	Betoniera (2)	90.3
		Pompa	107.9
	Posa magrone	Betoniera (2)	99.6
		Pompa	107.9
	Trasporto e installazione ferri	Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo plinto	Pompa	107.9
Autocarro		101.1	
Reinterro	Escavatore cingolato	104.2	
Strade e piazzole	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113.0
		Autocarro	101.1
Cavidotti	Scavo a sezione obbligat	Escavatore cingolato	104.2
Sottostazione elettrica	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113.0
		Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo / platea	Betoniera	90.3
		Pompa	107.9
	Trasporto componenti	Automezzo speciale	96.2
Gru		101.0	
Montaggio	Gru	101.0	
Montaggio aerogeneratori	Trasporto componenti	Automezzo speciale (4)	96.2
		Gru	101.0
	Montaggio	Gru	101.0

Opera	Lavorazione	Mezzo	Potenza sonora [dB(A)]
Adeguaementi strade /piazze	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Autocarro	101.1
Smontaggio aerogeneratori	Smontaggio	Gru	101.0
	Trasporto componenti	Automezzo speciale	96.2
		Gru	101.0
Rimozione fondazioni	Scavo	Escavatore cingolato	104.2
		Autocarro	101.1
	Demolizione plinto	Martello demolitore	113.0

	Trasporto detriti	Autocarro	101.1
	Reinterro	Escavatore cingolato	104.2
Rimozione cavidotti	Scavo a sezione obbligat	Escavatore cingolato	104.2
Ripristini ambientali / rinaturalizzazione	Scavo / riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113.0
		Autocarro	101.1

Tabella7-1: Elenco dei mezzi e strumenti utilizzati nel cantiere

7.4. IL CLIMA ACUSTICO DELL'AREA

Il clima acustico attuale è stato ricavato da misure svolte in precedenza ai ricettori o comunque in zone prossime ai ricettori analizzati.

Nel nostro caso, nell'area oggetto di indagine sono stati eseguiti 1 punto di misura della durata di 24 ore e 4 misure a breve termine, queste ultime suddivise in tre periodi, mattina, pomeriggio e notte, della durata di 1 ora a campionamento.

Per ogni punto di misurazione acustico, i dati raccolti sono:

- I periodi della giornata e l'ora di inizio e fine di ciascun periodo (fascia oraria)
- Descrittore di rumore
- Tempo di integrazione per valutare il descrittore
- LAeq, TM, LAeq, Tr, livelli istantanei LA_{slow}, LA_{Impulse}, LA_{Fast}, L_n (percentile), Spettri sonori (1/3 ottave)
- Coordinate;
- Distanze dagli edifici, altezza dei punti di misurazione, ecc .
- Condizioni del vento
- Foto del punto di misura

I punti scelti sono rappresentativi delle sorgenti presenti sul territorio, come avviene per le strade, e della situazione di rumore generata dal vento.

In alcuni casi i punti di misura pianificati a tavolino sono stati modificati in campo, in relazione alle possibilità reali di accesso.

Nella seguente immagine è possibile osservare i punti di misura dell'area di indagine.

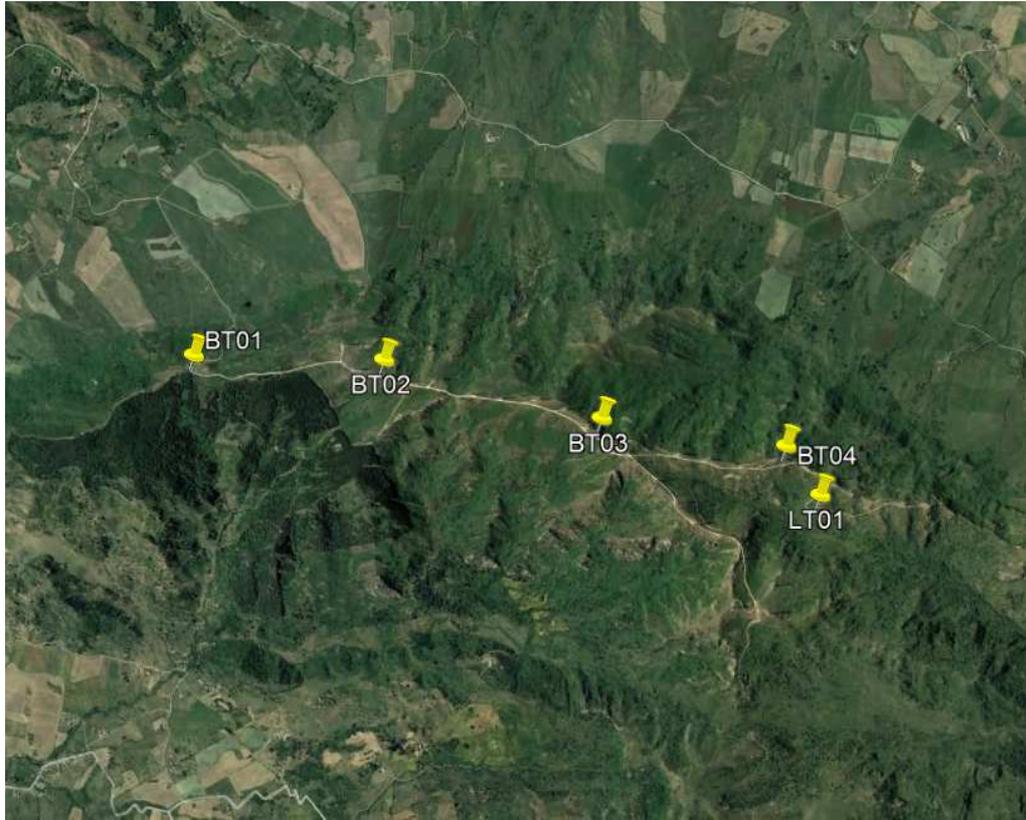


Figura 7-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY)

Accanto ai punti da 24 ore (in violetto) sono riportati quelli a breve termine (in giallo), e la futura disposizione delle turbine.

Nella seguente tabella, riportiamo le coordinate relative ai punti di misura.

Tabella 7-2: Coordinate dei punti di misura di 24 ore

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
LT-01	37.756264	14.277666

Tabella 7-3: Coordinate dei punti di misura a breve termine

Punto di misura	Latitudine	Longitudine
BT-01	37.763218	14.238411
BT-02	37.762965	14.250560
BT-03	37.760077	14.264094
BT-04	37.758711	14.275494

7.1. RISULTATI DELLE MISURE

Negli allegati vengono riportati tutti i grafici ed i valori relativi alle misure effettuate, in particolare in quello delle misure a lungo termine vengono anche correlati graficamente i dati relativi al rumore e al vento. Le misure sono state svolte con l'impianto presente allo stato attuale in attività.

Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i dati riassuntivi dei livelli sonori riscontrati.

Tabella 7-4: Risultati misure da 24 ore in ambito Diurno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
LT-01	08-09 Marzo	Diurno	58.6	52.3

Tabella 7-5: Risultati misure da 24 ore in ambito Notturno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
LT-01	08-09 Marzo	Notturno	60.2	53.1

Questi dati sono stati poi comparati con i dati delle velocità del vento rilevati durante le misure fonometriche (insieme agli altri parametri meteo).

Tabella 7-6: Misure di breve termine in ambito Diurno (mattino)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Diurno	52.5	47.3
BT-02	08 Marzo	Diurno	59.7	56.0
BT-03	08 Marzo	Diurno	60.4	57.1
BT-04	08 Marzo	Diurno	59.0	57.1

Tabella 7-7: Misure di breve termine in ambito Diurno (pomeriggio)

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Diurno	51.6	43.0
BT-02	08 Marzo	Diurno	57.5	53.1
BT-03	08 Marzo	Diurno	57.5	55.7
BT-04	08 Marzo	Diurno	58.7	56.8

Tabella 7-8: Misure di breve termine in ambito Notturno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA _{eq} (dBA)	LA ₉₅ (dBA)
BT-01	08 Marzo	Notturmo	47.2	42.6
BT-02	08 Marzo	Notturmo	58.1	54.0
BT-03	08 Marzo	Notturmo	58.6	56.3
BT-04	08 Marzo	Notturmo	57.8	55.7

7.2. REALIZZAZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

Per rappresentare la situazione esistente è stato realizzato un apposito modello matematico, attraverso il software SoundPlan ver. 8.2 – 2022, in cui vengono inseriti tutti gli elementi che concorrono a determinare il clima acustico dell'area oggetto di studio.

Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.

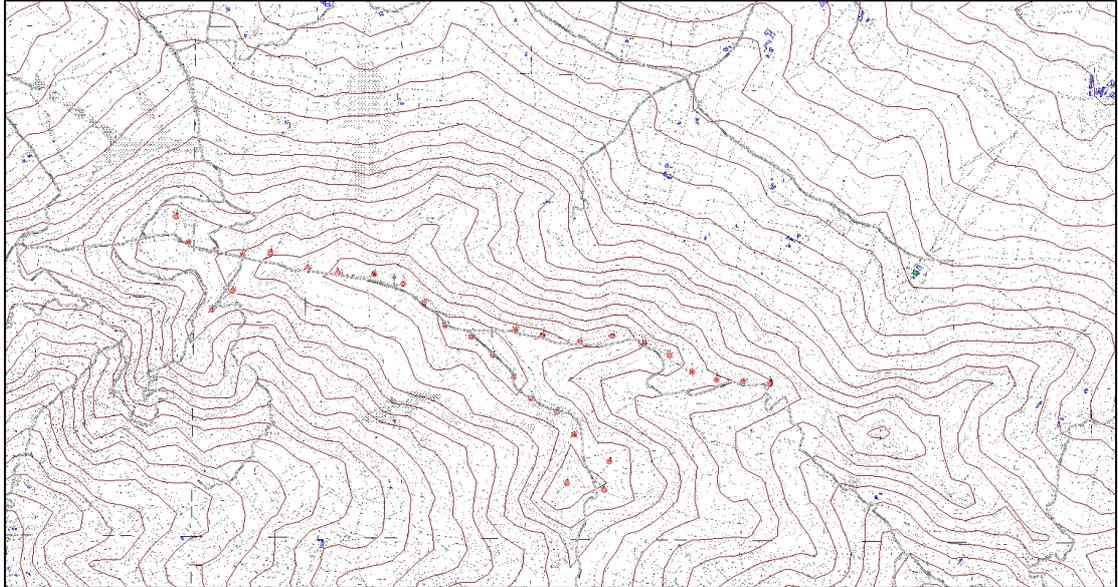


figura 7-4: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista planimetrica)

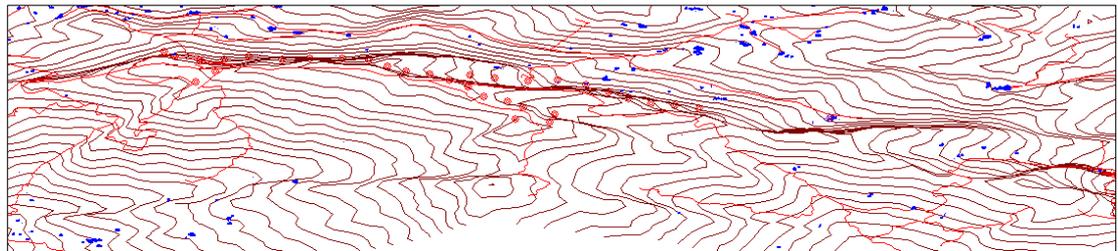


Figura 7-5: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

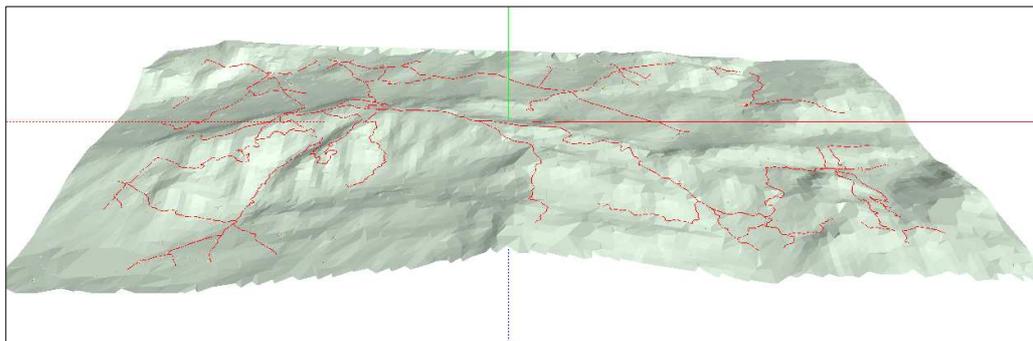


Figura 7-6: Inserimento degli edifici e delle strade nel modello (vista 3D)

Sulla base delle informazioni altimetriche raccolte nelle cartografie vettoriali dell'area, è stato ricreato il modello digitale del terreno (DGM) fino a una congrua distanza dal confine

d'impianto in modo da comprendere le abitazioni limitrofe potenzialmente interessate dalle emissioni di rumore.

7.3. INSERIMENTO DELLE SORGENTI SONORE

In una fase successiva sono state inserite le sorgenti sonore indicate dalla committenza. La modalità d'inserimento di ogni sorgente di rumore all'interno del modello, ossia la scelta di utilizzare sorgenti di tipo puntiforme, lineare o aerale, è stata valutata singolarmente sulla base della posizione, dimensione e tipologia dell'apparecchiatura considerata.

7.4. TARATURA DEL MODELLO MATEMATICO

Come evidenziato in precedenza, una volta che il modello di calcolo è stato definito e tarato, l'accuratezza della modellizzazione è stata verificata confrontando i dati generati dal modello con i dati riscontrati in misure fonometriche. Data la variabilità dei livelli di rumore riscontrati dalle misure fonometriche effettuate nei punti di misura esterni, è stato individuato un intervallo di confidenza sul valore medio delle misure effettuate in ogni punto. Quest'analisi statistica è stata compiuta in modo da permettere il confronto dei risultati in considerazione, non solo del valore medio, ma anche della variabilità dei risultati delle misure.

7.5. PREVISIONE DEI LIVELLI SONORI NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE

Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Le mappe, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati nelle mappe sono stimati a 1,5 metri di altezza.

7.5.1. INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI – VALORI PUNTUALI

Oltre che alle mappe di isolivello, in prossimità dell'area dell'impianto, abbiamo considerato come ricettori gli edifici residenziali situati nelle vicinanze dell'area.

I valori ottenuti sono previsti in facciata: quelli all'interno dell'ambiente abitativo è presumibile che siano più bassi di circa 2-3 dBA.

I ricettori considerati sono riportati nella figura seguente.

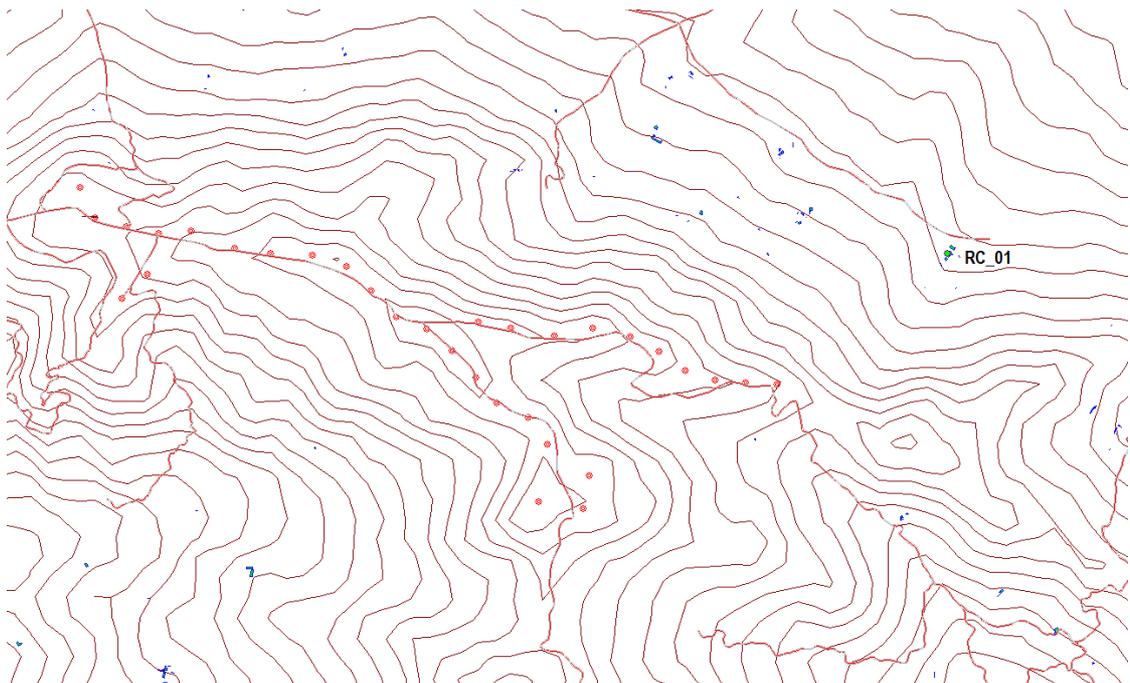


Figura 7-7: Ricettori considerati

7.5.2. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – RUMORE ATTUALE

Al fine di valutare la situazione del clima acustico, abbiamo considerato come sorgenti acustiche tutte quelle insistenti sull'area, che sono in pratica le strade e il vento.

Ricettore	Rumore residuo	Limite Diurno (dBA)
RC_01	51.6	70

Tabella7-9: Valori puntuali ai diversi ricettori – Rumore Residuo

Il rumore residuo, chiaramente, varia anche in funzione della velocità del vento e dalla tipologia di vegetazione dell'area.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00)

7.5.3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – CANTIERE FASE 1

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle del cantiere in Fase 1 che le strade ed il rumore del vento.

Ricettore	Cantiere FASE 1 Diurno (dBA)	Limite Diurno (dBA)
RC_01	52.1	70

Tabella7-10: Valori puntuali ai diversi ricettori – FASE 1

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

7.5.4. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE MODELLISTICA – CANTIERE FASE 2

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle del cantiere in Fase 2 che le strade ed il rumore del vento.

Ricettore	Cantiere FASE 2 Diurno (dBA)	Limite Diurno (dBA)
RC_01	51.7	70

Tabella7-11: Valori puntuali ai diversi ricettori – FASE 2

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

7.5.5. VALUTAZIONE DEI RISULTATI – CRITERIO DIFFERENZIALE

Riprendendo dal DPCM 14/11/97 il concetto di Criterio Differenziale di Immissione, possiamo dire che:

Il "rumore ambientale" viene definito come il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A del rumore presente nell'ambiente con la sovrapposizione del rumore relativo all'emissione delle sorgenti disturbanti specifiche. Mentre con "rumore residuo" si intende il livello equivalente di pressione acustica ponderato con la curva A presente senza che siano in funzione le sorgenti disturbanti specifiche.

Il criterio differenziale non si applica nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Non si dovrà tenere conto di eventi eccezionali in corrispondenza del luogo disturbato.

Le differenze ammesse tra il livello del "rumore ambientale" e quello del "rumore residuo" misurati nello stesso modo non devono superare i 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno.

Chiarito questo elemento, per la valutazione del criterio differenziale dobbiamo tenere conto che la misura del criterio differenziale deve essere fatta all'interno dell'ambiente abitativo, e quindi i livelli di rumore previsti in facciata dal modello, devono essere decrementati di circa 2-3 dBA.

Come evidenziato sopra, il Criterio Differenziale non si applica per livelli di Rumore Ambientale diurni inferiori a 50 dBA e per livelli di Rumore Ambientale notturni inferiori a 40 dBA.

Osservando le tabelle sopra riportate si nota che, in ambito diurno il livello massimo raggiunto è di 52.3 dBA. Considerando il decremento tra la misura in facciata e quella interna all'ambiente abitativo, troveremmo valori al di sotto dei 50 dBA e di conseguenza, abbiamo l'inapplicabilità del Criterio Differenziale.

Tabella7-12: Analisi criterio differenziale – FASE 1

Ricettore	Cantiere FASE 1 Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Differenza (dBA)
RC_01	52.1	51.6	0.5

Tabella7-13: Analisi criterio differenziale – FASE 2

Ricettore	Cantiere FASE 2 Diurno (dBA)	Residuo Diurno (dBA)	Differenza (dBA)
RC_01	51.7	51.6	0.1

8. Conclusioni

Dai dati ottenuti attraverso il modello acustico previsionale è possibile verificare la compatibilità sia del rumore emesso dall'impianto eolico di progetto sia del rumore emesso dal cantiere con le attuali norme in materia.

In particolare è stata verificata la compatibilità del rumore emesso dall'impianto eolico di progetto con le attuali norme in materia e i benefici ottenuti attraverso la sostituzione dei generatori presenti allo stato di fatto. Come si può vedere dai risultati del capitolo 5.4, la sostituzione delle attuali turbine con le nuove produce miglioramenti sul clima acustico.

Inoltre è stata verificata l'entità delle emissioni prodotte dalle attività di cantiere per la realizzazione del parco eolico di progetto.

Non essendovi un Classificazione Acustica non è possibile confrontarsi con i limiti di Emissione, mentre possiamo analizzare quelli di Immissione e Differenziali.

- LIMITI DI IMMISSIONE – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

I valori di Immissione sono stati confrontati con i limiti provvisori previsti dal DPCM 1/3/1991, che vedono l'area inquadrata come "Tutto il Territorio Nazionale" con valori di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e 60 dBA nel periodo di riferimento notturno.

Su tutti i ricettori presenti nell'area tali limiti vengono ampiamente rispettati.

- LIMITI DI IMMISSIONE DIFFERENZIALI – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

Progetto nuovo parco eolico

Dall'analisi dei risultati si può affermare che, al ricettore considerato, il criterio differenziale viene ampiamente rispettato sia nel periodo diurno che nel periodo notturno, in quanto abbiamo differenze tra rumore ambientale e rumore residuo inferiori ai limiti prescritti.

Attività di cantiere

Per quanto riguarda il periodo di riferimento diurno (06.00-22.00), al ricettore considerato, vi è pieno rispetto dei limiti di immissione e differenziali in entrambe le fasi di cantiere.

Opera 14-01-2021

Il Tecnico Competente in Acustica Responsabile

Marco Sergenti



Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 556 del 10.02.1998

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 2172

Certificazione Esperto Acustica e Vibrazioni Livello 2 – ACCREDIA – CICIPND n.A1-403/ASV/C

Certificazione Esperto Acustica e Vibrazioni Livello 2 – ACCREDIA – CICIPND n. A2-404/ASV/C

I Tecnici Competenti in Acustica

Lorenzo Magni

Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 18366 del 16.12.2019

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 11326

Davide Irto

Tecnico Competente in Acustica – Regione Lombardia – D.P.G.R. n° 12177 del 13.12.2013

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 1847

9. Allegati

Allegato 1 – Mappe Isofoniche Rumore Residuo e Rumore Ambientale

Allegato 2 – Certificati di Taratura delle catene strumentali

Allegato 3 – Certificazioni dei Tecnici Competenti in Acustica

Allegato 4 – Note tecniche (Normativa, Intensimetria, Modelli, Incertezze associate)

Allegato 5 - Misure