

**REGIONE PUGLIA**  
**COMUNE DI MANFREDONIA (FG)**  
**PROVINCIA DI FOGGIA**



**PROGETTO DEFINITIVO dell'impianto eolico denominato "Foggia"  
della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di  
Manfredonia (FG).**

Codice Impianto 29MIWU1

<b>Cod. Id. Elaborato:</b>	21_17_EO_GAM_AU_RE_15_00
<b>Elaborato:</b>	<b>Titolo:</b>  29MIWU1_DocumentazioneSpecialistica_20_01 Valutazione Previsionale di Impatto Acustico
<b>Scala: /</b>	
<b>Data:</b> Settembre 2022	

<b>Committente:</b> <b>ENERGIA LEVANTE S.r.l.</b> Via Luca Guarico n. 9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - <a href="mailto:energielevantesrl@legalmail.it">energielevantesrl@legalmail.it</a>  SOCIETÀ DEL GRUPPO  For a better world of energy	<b>PROJETTO engineering s.r.l.</b> società d'ingegneria <b>direttore tecnico</b> <b>Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO</b>  Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA) tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914 studio@projetto.eu web site: <a href="http://www.projetto.eu">www.projetto.eu</a> P.IVA: 02658050733   
---	---

N. REVISIONE	Data revisione	Elaborato	Controllato	Approvato	NOTE
00	Settembre 2022	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro	

È vietata la copia anche parziale del presente elaborato



# **VALUTAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO IMPIANTO EOLICO DENOMINATO “FOGGIA” DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MANFREDONIA (FG).**

**REV 0.00 AGOSTO 2022**

1

## INDICE

### Sommario

1. INTRODUZIONE.....	2
2. VISUAL GRAFICI PROGETTUALI.....	3
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI .....	5
4. DESCRIZIONE DELL’OPERA.....	7
5. INQUADRAMENTO DELL’AREA OGGETTO DELL’INTERVENTO .....	8
6. RICETTORI .....	9
7. VISUAL GRAFICO DEI RECETTORI SENSIBILI.....	11
8. Descrizione del modello matematico di simulazione acustica: .....	12
9. SORGENTI .....	21
10. CALCOLO.....	22
11. Analisi acustica delle sorgenti (con simulazione completa dello spettro acustico).....	23
12. Risultati analitici ai recettori (con simulazione completa dello spettro acustico).....	24
13. CONCLUSIONI.....	28



## 1. INTRODUZIONE

2

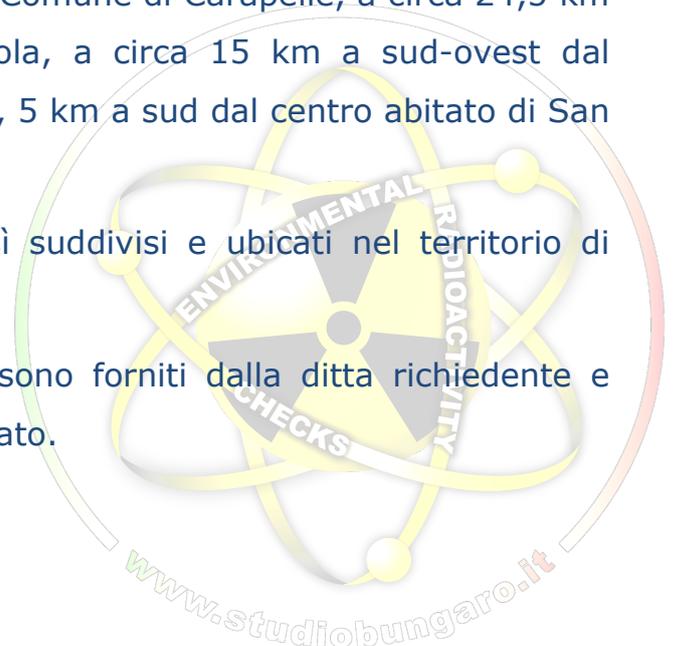
Oggetto del presente documento è l'illustrazione Valutazione d'Impatto Acustico, redatta dal sottoscritto tecnico dott.M.Ing. Michele Bungaro, iscritto ai relativi albi professionali di appartenenza, e analizza il clima acustico in seguito alla realizzazione di un impianto eolico che prevede l'installazione di 12 aerogeneratori di tipo "SG 6.6-155" da 6.6 MW con una potenza complessiva di 79,20 MW. In particolare verranno installati 8 aerogeneratori con altezza del mozzo pari a 90 m e 4 aerogeneratori con altezza del mozzo pari a 102,5 m ubicato nel comune di Manfredonia (FG).

La società Proponente è la "Energia Levante Srl" Con sede in Via Luca Guarico n.9/11 – Regus Eur – 4° piano – Cap 00154 Roma (RM), che dichiara disporre di valido atto di compravendita stipulato tra la società proponente e il proprietario dei siti oggetto di intervento, per una potenza massima del sistema produttivo elettrico pari a 79,20 MegaWatt.

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo del Comune di Manfredonia (Fg), a circa 11,8 km a est dal centro abitato di Foggia, a circa 11,5 km a nord-est dal centro abitato del Comune di Carapelle, a circa 24,5 km nord-ovest dal centro abitato di Cerignola, a circa 15 km a sud-ovest dal centro abitato di Manfredonia e a circa 22, 5 km a sud dal centro abitato di San Giovanni Rotondo

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di Manfredonia :

Dati prodromici al presente documento sono forniti dalla ditta richiedente e dall'ufficio tecnico di progettazione incaricato.



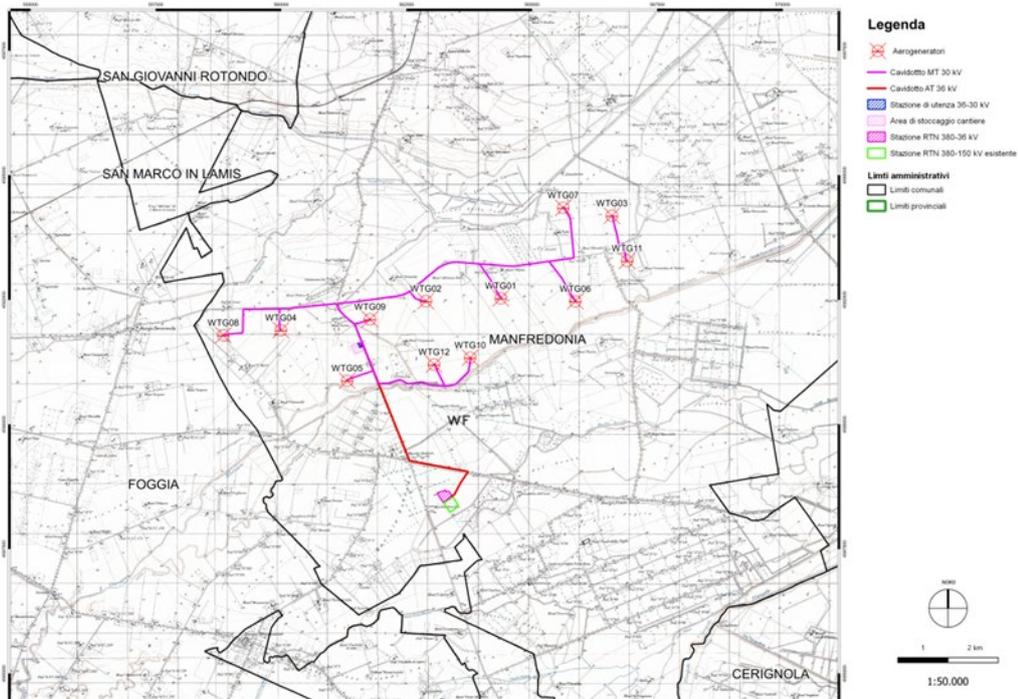


## 2. VISUAL GRAFICI PROGETTUALI



3

Inquadramento intervento su base IGM - Scala 1:50.000





Il presente elaborato è stato redatto sulle emissioni sonore legate agli impianti a servizio dell'impianto stesso. Dai dati progettuali si individuano le seguenti sorgenti (sistema cartesiano di riferimento WGS 84 UTM Zona 33 N) :

4

Denominazione	X (m)	Y (m)	Modello	Altezza Mozzo (m)
WTG01	564377	4592529	SG6.6-155 90m HH	90
WTG02	562884	4592473	SG6.6-155 90m HH	90
WTG03	566595	4594186	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG04	559995	4591890	SG6.6-155 90m HH	90
WTG05	561316	4590877	SG6.6-155 90m HH	90
WTG06	565864	4592470	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG07	565624	4594347	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG08	558846	4591788	SG6.6-155 90m HH	90
WTG09	561770	4592109	SG6.6-155 90m HH	90
WTG10	563768	4591339	SG6.6-155 90m HH	90
WTG11	566896	4593281	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG12	563048	4591201	SG6.6-155 90m HH	90



### 3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Per la valutazione del clima acustico e per le modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici si è fatto riferimento alla normativa seguente:

5

- Legge n. 447, 26 ottobre 1995, "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto Ministro dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- UNI 9884 - 31 luglio 1997 "Acustica – Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"
- UNI 10855 – dicembre 1999 "Acustica – Misurazione e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"
- *Legge Regionale 12 febbraio 2002, N. 3.*
- *Decreto ministero della transizione ecologica del 1 giugno 2022 (pubblicato su G.U. 139 del 16.6.2022)*

Secondo il D.P.C.M. 14 novembre 1997 l'opera in oggetto ricade in zona di tipo misto di classe III e devono essere rispettati i seguenti limiti:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
III – Aree di tipo misto	55	45

Tabella 1 – Valori limite assoluti di emissione (tab. C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
III – Aree di tipo misto	60	50



Tabella 2 – Valori limite assoluti di immissione (tab. C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Dalla classificazione ai sensi del DPCM 1 marzo del 1991, non avendo l'ente civico interessato prodotto o reso noto i risultati della classificazione acustica del territorio comunale, si applicheranno prudenzialmente i limiti di cui all'art 6 della stessa norma, che prescrivono

6

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
Tutto il territorio Nazionale	70	60

Tabella 3 – Valori limite assoluti di immissione art 6 .

Il presente documento, in maniera completamente volontaria, vuole considerare, a tutto vantaggio delle condizioni di confort acustico, future e non certe decisioni urbanistiche e non definitive maggiormente restrittive dei limiti in vigore. A tal fine, a parere del dichiarante Tecnico competente in acustica ambientale, reputa le condizioni verosimili di classificazione del sito in classe III ai sensi del D.P.C.M., riportati in tabella 1 del presente documento (al presente paragrafo), e gli stessi risultano anche essi rispettati secondo la simulazione del presente documento.





#### 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera di cui trattasi è descritta come precedentemente riportato, con dati desunti dalla documentazione progettuale:

#### **INQUADRAMENTO**

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo del Comune di Manfredonia (TA), a circa 11,8 km a est dal centro abitato di Foggia, a circa 11,5 km a nord-est dal centro abitato del Comune di Carapelle, a circa 24,5 km nord-ovest dal centro abitato di Cerignola, a circa 15 km a sud-ovest dal centro abitato di Manfredonia e a circa 22,5 km a sud dal centro abitato di San Giovanni Rotondo.

#### **PROPONENTE**

##### **Energia Levante Srl**

Sede Legale: Via Luca Guarico n.9/11 – Regus Eur – 4° piano – Cap 00154 Roma (RO) .

#### **DISPONIBILITÀ DEL SITO**

Atto di compravendita stipulato tra la società proponente e il proprietario dei siti oggetto di intervento.

#### **POTENZA MASSIMA IMPIANTO**

79.20 MW

È prevista la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale in corrispondenza della Stazione Elettrica 380/36 kV, futuro ampliamento della Stazione elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Manfredonia" di proprietà di "Terna s.p.a., la cui distanza dagli aerogeneratori varia da 2,5 a 6,5 km circa.. L'area in cui ricade il parco eolico oggetto di analisi si presenta del tutto pianeggiante.

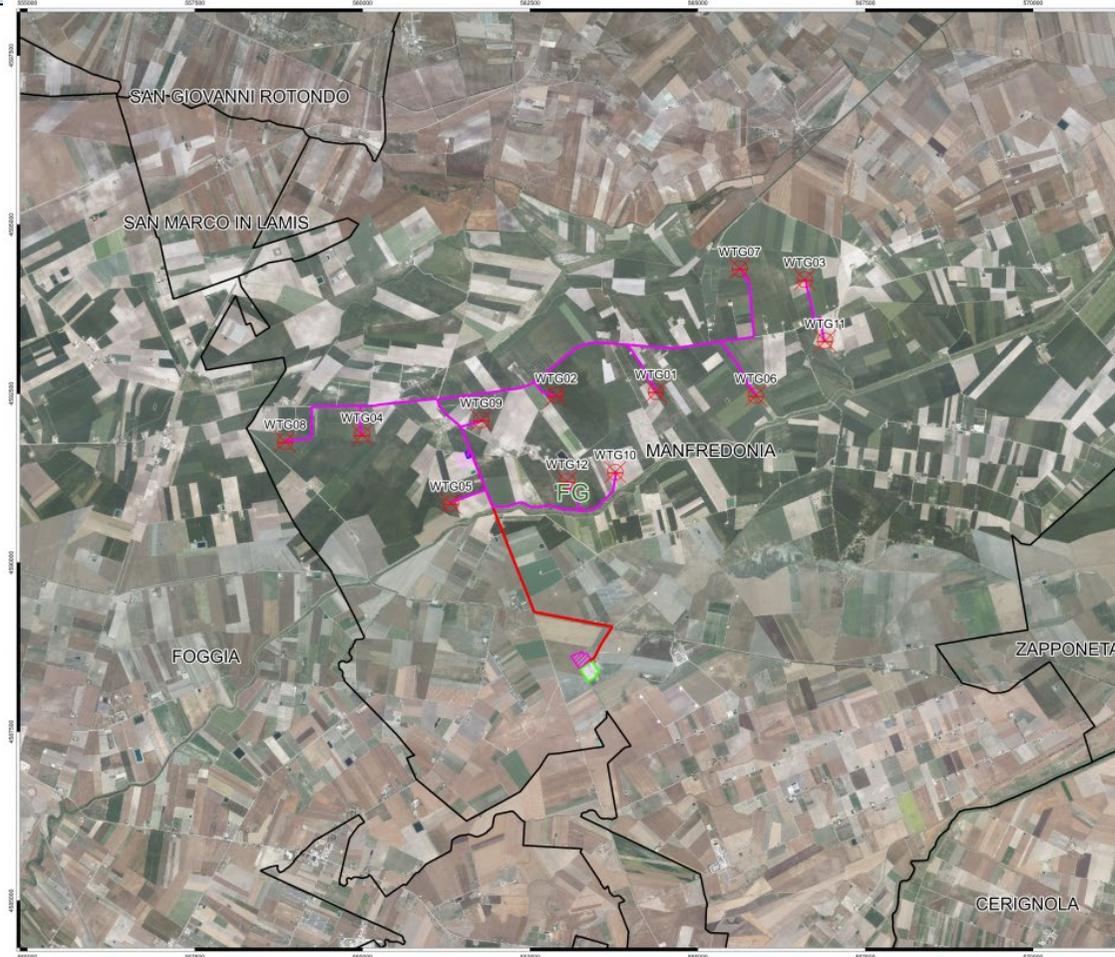
L'esatta posizione degli aerogeneratori è diretta conseguenza dello studio del regime eolico effettuato con l'installazione di una torre di misura anemometrica e l'elaborazione dei dati ottenuti tramite un programma di simulazione.

Adottando il sistema cartesiano di riferimento WGS 84 UTM Zona 33 N, le coordinate degli aerogeneratori sono le seguenti:



## 5. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO

Inquadramento intervento su base Ortofoto - Scala 1:50.000



### Legenda

- Aerogeneratori
- Cavidotto MT 30 kV
- Cavidotto AT 36 kV
- Stazione di utenza 36-30 kV
- Area di stoccaggio cantiere
- Stazione RTN 380-150 kV esistente
- Stazione RTN 380-36 kV
- Limiti amministrativi**
- Limiti comunali
- Limiti provinciali

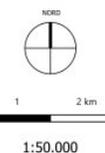


Figura 1 - Inquadramento dell'area



## 6. RICETTORI

I ricettori sensibili individuabili nella zona ove sorgerà l'impianto sono i seguenti, identificati nella seguente tabella e graficamente nel modello di simulazione (coordinate sul piano di simulazione del modello, per la ubicazione si rimanda alla doc. progettuale) :

9

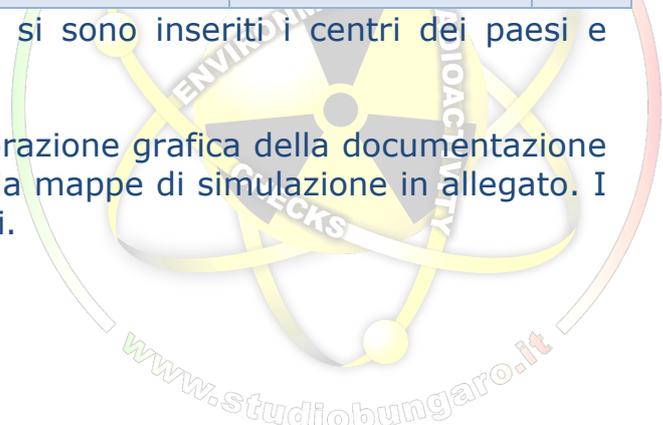
nome recettore	x	y	Z(m)
Ricettore 1	-2604,5	1808,66	1,5
Ricettore 2	-2426,57	3130,37	1,5
Ricettore 3	-2378,58	3084,49	1,5
Ricettore 4	-1811,68	3284,32	1,5
Ricettore 5	-391,95	4031,73	1,5
Ricettore 6	-2905,1	4200,56	1,5
Ricettore 7	-2735,12	4676,79	1,5
Ricettore 8	-4071,42	3580,7	1,5
Ricettore 9	-3870,91	5186,27	1,5
Ricettore 10	-4778,28	4421,08	1,5
Ricettore 11	-3877,39	2386,49	1,5
Ricettore 12	-3820,54	1034,53	1,5
Ricettore 13	-928,07	-540,93	1,5
Ricettore 14	-159,99	-1648,67	1,5
Ricettore 15	597,44	-1715,45	1,5
Ricettore 16	1112,13	-2014,34	1,5
Ricettore 17	1359,85	-2191,91	1,5
Ricettore 18	1521,31	-1737,11	1,5
Ricettore 19	4904,65	-1620,39	1,5



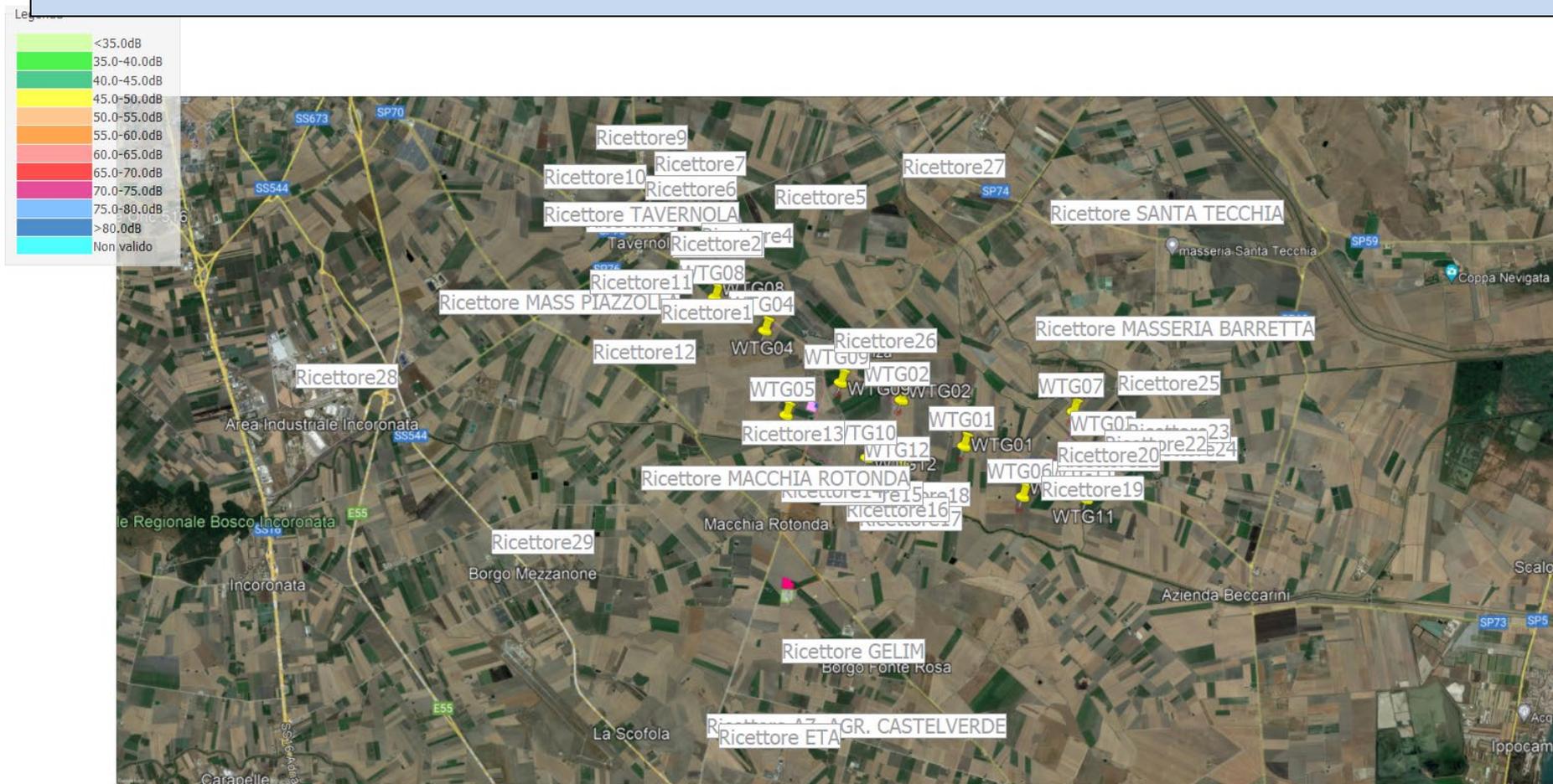
nome recettore	x	y	Z(m)
<b>Ricettore 20</b>	5229,87	-951,27	1,5
<b>Ricettore 21</b>	5220,8	-1052,84	1,5
<b>Ricettore 22</b>	6133,73	-735,59	1,5
<b>Ricettore 23</b>	6596,27	-497,98	1,5
<b>Ricettore 24</b>	6737,75	-846,24	1,5
<b>Ricettore 25</b>	6388,06	434,36	1,5
<b>Ricettore 26</b>	885,11	1252,22	1,5
<b>Ricettore 27</b>	2205,28	4626,53	1,5
<b>Ricettore 28</b>	-9620,07	556,56	1,5
<b>Ricettore 29</b>	-5794,92	-2641,38	1,5
<b>Ricettore AZ. AGR. CASTELVERDE</b>	314,37	-6211,6	1,5
<b>Ricettore ETA</b>	-1188,01	-6418,83	1,5
<b>Ricettore GELIM</b>	241,84	-4761,02	1,5
<b>Ricettore MACCHIA ROTONDA</b>	-1274,64	-1409,66	1,5
<b>Ricettore MASS PIAZZOLLA</b>	-5486,91	1999,37	1,5
<b>Ricettore MASSERIA BARRETTA</b>	6508,37	1488,35	1,5
<b>Ricettore SANTA TECCHIA</b>	6353,08	3733,02	1,5
<b>Ricettore TAVERNOLA</b>	-3881,87	3697,53	1,5

NB: oltre ai recettori sensibili individuati si sono inseriti i centri dei paesi e comunità vicinore .

Si è inoltre proceduta alla analisi ed elaborazione grafica della documentazione ad un'altezza sul suolo di 4 metri, come da mappe di simulazione in allegato. I dati risultano essere di fatto sovrapponibili.



## 7. VISUAL GRAFICO DEI RECETTORI SENSIBILI



**Figura 2 - Inquadramento dell'area con individuazione dei ricettori sensibili**

*A seguito di sopralluogo e verifiche puntuali in campo con idonea strumentazione conforme agli standard normativi, in valido periodo di taratura ed a completa disposizione del tecnico incaricato, non si è reputato necessario procedere ad ulteriori sessioni fonometriche tenuto conto della scientifica constatazione della preesistente presenza di sorgenti poco emittive e distanze tra sorgenti e ricettori assai considerevoli.*



## 8. Descrizione del modello matematico di simulazione acustica:

La determinazione dei contributi ai livelli acustici attuali è stata eseguita con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH.

La scelta di applicare tale software di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in industriale, già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Nel caso specifico si utilizza come riferimento la norma ISO 9613 "dedicata" al problema della propagazione in ambiente esterno.

Tale metodo è indicato quale riferimento dalla bozza di direttiva europea in materia di inquinamento acustico ambientale.

Vengono di seguito descritte le modalità con le quali è stato effettuato l'inserimento dei dati nel modello di simulazione, nonché i dati delle sorgenti ed i parametri acustici adottati nell'applicazione del SoundPLAN.

Come base cartografica è stata utilizzata la Cartografia digitale relativa al progetto, attraverso la quale sono state caricate nel modello tutte le informazioni relative alle sorgenti ed ai ricettori.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

La mappa è stata calcolata ad un'altezza da terra pari a 1 metri, corrispondente al primo piano degli edifici circostanti.



## **Modello ISO 9613-2**

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. L'Unione Europea ha scelto tale norma come riferimento per la modellizzazione del rumore industriale.

E' dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono<sup>1</sup>"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno: le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove  $d$  è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre  $H_{\max}$  è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $L_{AT}(DW)$  in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT}(DW) = L_w + D_c - A$$



dove  $L_w$  è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme,  $D_c$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

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

con

$A_{div}$  attenuazione per la divergenza geometrica,

$A_{atm}$  attenuazione per l'assorbimento atmosferico,

$A_{gr}$  l'attenuazione per effetto del terreno,

$A_{bar}$  l'attenuazione di barriera,

$A_{misc}$  l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

La condizione di propagazione ottimale, corrispondente alle condizioni di "sottovento" e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

*Direzione del vento compresa entro un angolo di  $\pm 45^\circ$  rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spira dalla sorgente verso il ricevitore;*

Velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.

Allo scopo di calcolare un valore medio di lungo-periodo  $L_{AT}(LT)$ , la norma ISO 9613 propone di utilizzare la seguente relazione:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

dove  $C_{met}$  è una correzione di tipo meteorologico derivante da equazioni approssimate che richiedono una conoscenza elementare della situazione locale.

$$C_{met} = 0$$

$$\text{per } d_p < 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p]$$

$$\text{per } d_p > 10 (h_s + h_p)$$

dove

$h_s$  è l'altezza della sorgente dominante,

$h_r$  è l'altezza del ricevitore

$d_p$  la proiezione della distanza fra sorgente e ricevitore sul piano orizzontale.

$C_0$  è una correzione che dipende dalla situazione meteo locale e può variare in una gamma limitata (0-5 dB): la ISO consiglia che debba essere un parametro determinato dall'autorità locale.

 $A_{div}$  : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica

La divergenza sferica comporta una diminuzione di 6 dB per raddoppio della distanza  $s - o$

$$\Delta = 10 \cdot \log_{10} 4\pi r^2$$

La divergenza emisferica comporta una diminuzione di 3 dB per raddoppio della distanza  $s - o$

$$\Delta = 10 \cdot \log_{10} 2\pi r^2$$

 $A_{atm}$  : attenuazione dovuta all'assorbimento da parte dell'atmosfera

$$A_{atm} = \alpha d / 1000$$

Calcolo del coefficiente di attenuazione dovuto all'assorbimento atmosferico  $\alpha$

Il coefficiente di attenuazione  $\alpha$ , in dB / metro, dovuto all'assorbimento atmosferico può essere calcolato dalla:

$$\alpha = C_1 \cdot f^2 \cdot \left\{ \left( C_2 \cdot \frac{P_s}{P_{s0}} \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}} \right) + \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{5}{2}} \cdot \left[ C_3 \cdot \frac{e^{-\frac{\theta_0}{T}}}{f_{rO} + \left( \frac{f^2}{f_{rO}} \right)} + C_4 \cdot \frac{e^{-\frac{\theta_N}{T}}}{f_{rN} + \left( \frac{f^2}{f_{rN}} \right)} \right] \right\}$$

con

$C_1, C_2, C_3, C_4$ : costanti disponibili in letteratura

$\theta_0$  e  $\theta_N$  temperature caratteristiche

$f$  : frequenza del suono in esame [Hz]

$T_0$  : temperatura atmosferica di riferimento 293,15 K

$T$  : temperatura atmosferica [K] (253,15 ÷ 323,15 K; -20 ÷ +50 °C)

$P_{s0}$  : pressione atmosferica di riferimento 101,325 Kpa

$P_s$  : pressione atmosferica [Kpa] (< 200 Kpa; 2 atmosfere)

$h$  : concentrazione molare del vapor d'acqua [%] (0,05 ÷ 5 %)

$f_{rO}$ : frequenza di rilassamento dell'ossigeno [Hz]

$f_{rN}$ : frequenza di rilassamento dell'azoto [Hz]

 $A_{gr}$  l'attenuazione per effetto del terreno: metodo completo

Nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizza principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al recettore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del recettore sul suolo.



L'equazione utilizzata è la seguente:

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

dove :

$A_s$  , attenuazione calcolata nella regione della sorgente

$A_r$  : attenuazione calcolata nella regione del recettore

$A_m$  : attenuazione calcolata nella regione di mezzo (che può anche non esserci)

Nella tabella seguente è riportato lo schema di calcolo descritto nella norma

Hz	$A_s, A_r$ (dB)	$A_m$ (dBI)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+G·a(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+G·b(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+G·c(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+G·d(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:

$$a(h) = 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2})$$

$$b(h) = 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$c(h) = 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$d(h) = 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$h$ : 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 recettore

$d$  : è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e recettore

$q$  : se  $d \leq 30 \times (h_s + h_r)$  il termine  $q$  vale 0 altrimenti vale

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d}$$

$G$  : Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard ground) e 1 (Porous Ground)

Questo metodo è applicabile solo in caso di terreno pianeggiante; per applicare questo metodo è necessario fornire in ogni punto del reticolo di calcolo il valore del coefficiente  $G$ .



In caso di terreno non piatto la ISO 9613-2 fornisce un metodo semplificato che calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4,8 - (2h_m / d)(17 + 300 / d) \quad dB$$

17

dove:

$h_m$  : altezza media del raggio di propagazione in metri

$d$  : distanza tra la sorgente e il recettore in metri

questo metodo è applicabile solo quando la propagazione del suono avviene su terreni porosi o prevalentemente porosi.

### $A_{bar}$ l'attenuazione di barriere

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10Kg/m<sup>2</sup>
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali)
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione:

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

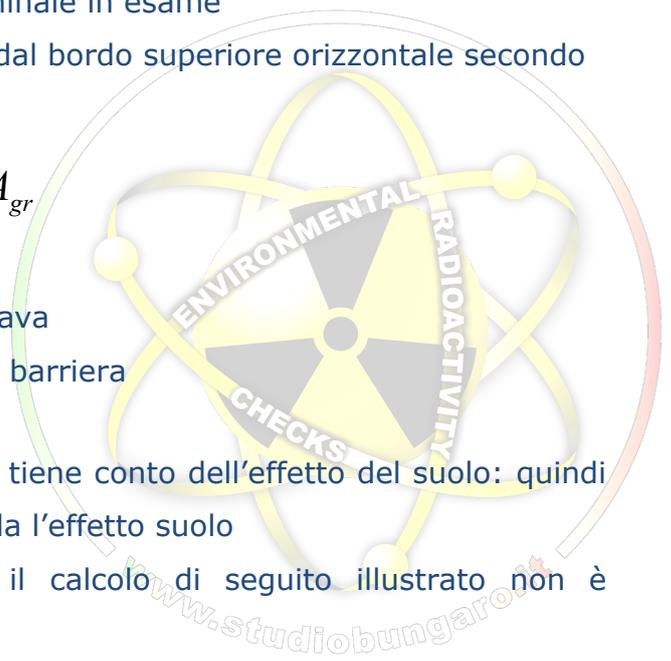
dove:

$D_z$  : attenuazione della barriera in banda d'ottava

$A_{gr}$  : attenuazione del terreno in assenza della barriera

- L'attenuazione provocata dalla barriera tiene conto dell'effetto del suolo: quindi in presenza di una barriera non si calcola l'effetto suolo
- Per grandi distanze e barriere alte il calcolo di seguito illustrato non è attendibile
- Si considera solo il percorso principale

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:





$$D_z = 10\log(3 + (C_2 / \lambda) \cdot C_3 \cdot z \cdot K_{met})$$

dove:

$C_2$  : uguale a 20

$C_3$  : vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale :

$$C_3 = (1 + (5\lambda / e)^2) / (1 + 3 + (5\lambda / e)^2)$$

$\lambda$ : lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame

$z$  : differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto

$K_{met}$  : correzione meteorologica data da:

$$K_{met} = \exp(-(1/2000)\sqrt{d_{ss}d_{sr}d/(2z)})$$

$e$  : distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia



In caso di barriere multiple la ISO 96113-2 suggerisce di considerare solo le due barriere più significative

Il calcolo per ogni banda d'ottava viene comunque limitato a 20 dB in caso di diffrazione singola e a 25 dB in caso di diffrazione doppia

Si ricorda che l'orografia è considerata dal modello come una serie di barriere.

L'inserimento dell'orografia nel modello è critico visto che non sempre è possibile approssimare l'orografia come schermi discreti.

$A_{misc}$  l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di case, la ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.



L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista.

L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la tabella seguente:

Attenuazione in dB

Per valori di d > 200 metri si prende comunque tale valore come massimo

m	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10 ≤ d ≤ 20	0	1	1	1	1	1	2	3
20 ≤ d ≤ 200	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione non deve superare 10 dB

non bisogna inserire barriere in una zona acustica

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB/m	0	0.015	0.025	0.025	0.02	0.02	0.015	0.015

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

$$A_{hous} = 0,1 \cdot B \cdot d$$

dove:

B : densità degli edifici nella zona data dal rapporto tra la zona edificata e la zona libera

d : lunghezza del raggio curvo che attraversa la zona edificata sia nei pressi della sorgente che nei pressi del recettore, calcolato come descritto in precedenza

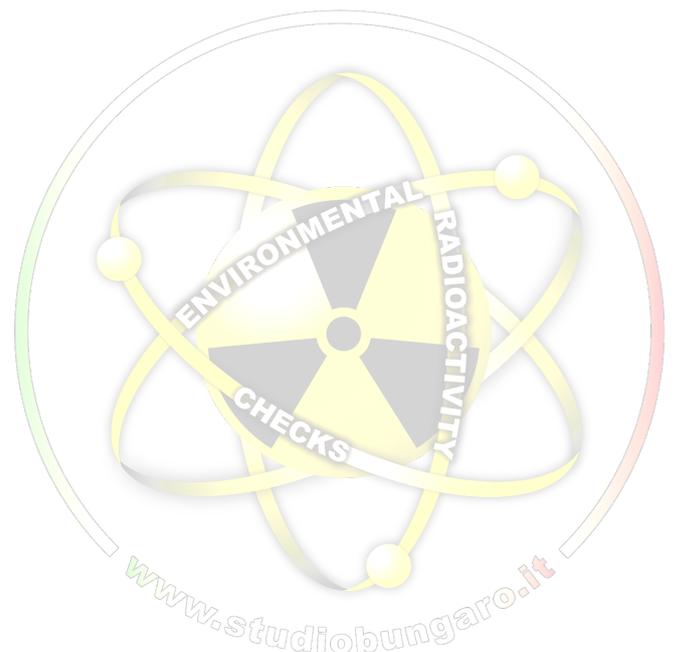
il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB



Se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti fosse superiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione precedente, allora questa viene trascurata.

Per quanto riguarda l'incertezza associata alla previsione la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella tabella sottostante.

<b>Altezza media di ricevitore e sorgente [m]</b>	<b>Distanza 0 &lt; d &lt; 100 m</b>	<b>Distanza 100 m &lt; d &lt; 1000 m</b>
0 < h < 5	± 3 dB	± 3 dB
5 < h < 30	± 1 dB	± 3 dB





## 9. SORGENTI

Le sorgenti considerate nel presente impianto sono essenzialmente rappresentate da

- Aerogeneratori

Si rimanda alla relazione tecnica prodromica al presente documento la trattazione analitica delle stesse. Si riporta appresso il contributo acustico delle stesse come simulato .

21

name	x	y	Z (m)	global [dBA]
WTG01	2348,20	-269,60	90,00	109,03
WTG02	1105,00	605,90	90,00	109,03
WTG03	5123,60	-357,20	102,50	109,03
WTG04	-1547,90	1963,00	90,00	109,03
WTG05	-1127,60	317,00	90,00	109,03
WTG06	3486,40	-1276,50	102,50	109,03
WTG07	4493,30	378,30	102,50	109,03
WTG08	-2497,50	2577,60	90,00	109,03
WTG09	-68,20	938,60	90,00	109,03
WTG10	457,10x	-532,30	90,00	109,03
WTG11	4712,10	-1320,20	102,50	109,03
WTG12	1096,20	-856,20	90,00	109,03



## 10. CALCOLO

### 10.1 *Procedura di calcolo*

A seguito delle considerazioni precedenti, per poter determinare il livello di pressione acustica nei ricettori si utilizza genericamente la seguente formula

$$L_p = L_w - 20 \log(d) - 8$$

Dove:

$L_p$  = livello di Pressione alla distanza  $d$

$L_w$  = livello di Potenza della sorgente

$d$  = distanza dalla sorgente

Il sistema algoritmico di calcolo invece involupa e tiene conto dei dati del terreno, dell'aria, e di tutte le variabili connesse ed interconnesse come appresso riportato, tanto da poter essere affidabile e predittivo nella realtà ipotizzata aumentando la attendibilità di semplificati astratti modelli semisferici.

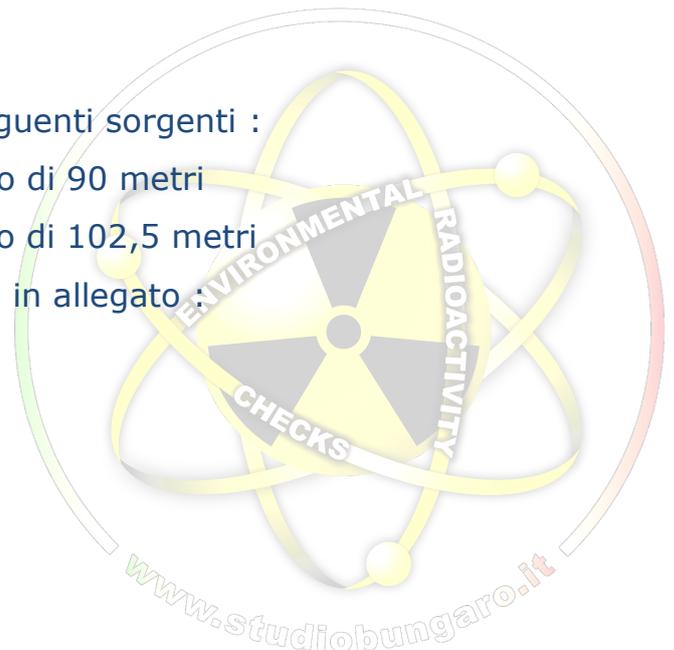
### 10.2 *Sorgenti*

Nel modello vengono identificate le seguenti sorgenti :

n.7 aerogeneratori con altezza al mozzo di 90 metri

n.5 aerogeneratori con altezza al mosso di 102,5 metri

Con emissioni spettrali come da tabella in allegato :





### 11. Analisi acustica delle sorgenti (con simulazione completa dello spettro acustico)

Risultati analitici ai recettori (con simulazione completa dello spettro acustico)

name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
WTG01	2348,20	-269,60	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG02	1105,00	605,90	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG03	5123,60	-357,20	102,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG04	-1547,90	1963,00	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG05	-1127,60	317,00	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG06	3486,40	-1276,50	102,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG07	4493,30	378,30	102,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG08	-2497,50	2577,60	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG09	-68,20	938,60	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG10	457,10	-532,30	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG11	4712,10	-1320,20	102,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03
WTG12	1096,20	-856,20	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	109,03

*\* i dati aberranti/trascurabili vengono trattati, come da letteratura scientifica, assimilabili al livello di pressione sonora residuo, cosiddetto “di fondo”*

**12. Risultati analitici ai recettori (con simulazione completa dello spettro acustico)**

name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 1</b>	-2604,5	1808,66	1	42,05	37,67	35,29	33,05	34,41	32,03	22,38	16,08	<b>39,95</b>
<b>Ricettore 2</b>	-2426,57	3130,37	1	43,13	39,41	36,71	34,99	36,99	35,65	28,09	16,14	<b>41,59</b>
<b>Ricettore 3</b>	-2378,58	3084,49	1	43,64	40,06	37,29	35,65	37,74	36,54	29,37	16,20	<b>42,21</b>
<b>Ricettore 4</b>	-1811,68	3284,32	1	40,23	35,52	33,05	30,38	31,29	28,24	19,42	16,08	<b>37,78</b>
<b>Ricettore 5</b>	-391,95	4031,73	1	36,28	30,92	27,11	22,05	20,94	18,88	18,18	16,08	<b>32,99</b>
<b>Ricettore 6</b>	-2905,1	4200,56	1	36,16	30,90	27,56	23,66	23,49	20,46	18,19	16,08	<b>33,08</b>
<b>Ricettore 7</b>	-2735,12	4676,79	1	35,07	29,57	25,73	21,23	20,83	19,03	18,18	16,08	<b>31,80</b>
<b>Ricettore 8</b>	-4071,42	3580,7	1	35,37	29,98	26,40	22,28	22,03	19,60	18,18	16,08	<b>32,20</b>
<b>Ricettore 9</b>	-3870,91	5186,27	1	33,17	27,22	22,52	17,70	18,20	18,44	18,18	16,08	<b>29,73</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 10</b>	-4778,28	4421,08	1	33,07	27,11	22,42	17,67	18,20	18,45	18,18	16,08	<b>29,64</b>
<b>Ricettore 11</b>	-3877,39	2386,49	1	37,26	32,17	29,18	25,71	25,88	22,47	18,26	16,08	<b>34,36</b>
<b>Ricettore 12</b>	-3820,54	1034,53	1	36,34	31,08	27,55	23,03	22,20	19,40	18,18	16,08	<b>33,15</b>
<b>Ricettore 13</b>	-928,07	-540,93	1	41,81	37,24	34,77	32,04	32,87	29,85	20,43	16,08	<b>39,40</b>
<b>Ricettore 14</b>	-159,99	-1648,67	1	40,01	35,18	32,44	28,99	29,02	24,97	18,39	16,08	<b>37,23</b>
<b>Ricettore 15</b>	597,44	-1715,45	1	41,33	36,67	34,18	31,31	32,02	28,79	19,51	16,08	<b>38,83</b>
<b>Ricettore 16</b>	1112,13	-2014,34	1	40,24	35,44	32,73	29,36	29,53	25,72	18,57	16,08	<b>37,51</b>
<b>Ricettore 17</b>	1359,85	-2191,91	1	39,52	34,63	31,74	27,97	27,64	23,43	18,28	16,08	<b>36,64</b>
<b>Ricettore 18</b>	1521,31	-1737,11	1	41,31	36,64	34,09	31,08	31,62	28,23	19,41	16,08	<b>38,75</b>
<b>Ricettore 19</b>	4904,65	-1620,39	1	46,57	43,60	40,50	39,15	41,57	40,97	35,78	18,95	<b>44,66</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 20</b>	5229,87	-951,27	1	44,95	41,14	38,61	36,84	38,72	37,14	28,70	16,11	<b>43,36</b>
<b>Ricettore 21</b>	5220,8	-1052,84	1	44,81	40,99	38,45	36,68	38,55	36,96	28,60	16,12	<b>43,21</b>
<b>Ricettore 22</b>	6133,73	-735,59	1	39,88	35,11	32,56	29,64	30,21	26,76	18,83	16,08	<b>37,30</b>
<b>Ricettore 23</b>	6596,27	-497,98	1	37,87	32,86	29,89	26,22	26,02	22,14	18,23	16,08	<b>34,95</b>
<b>Ricettore 24</b>	6737,75	-846,24	1	37,23	32,15	28,99	25,03	24,56	20,84	18,19	16,08	<b>34,21</b>
<b>Ricettore 25</b>	6388,06	434,36	1	37,95	32,93	29,96	26,29	26,10	22,19	18,22	16,08	<b>35,03</b>
<b>Ricettore 26</b>	885,11	1252,22	1	43,54	39,31	36,85	34,58	35,97	33,79	24,55	16,09	<b>41,50</b>
<b>Ricettore 27</b>	2205,28	4626,53	1	34,51	28,53	23,56	17,32	17,63	18,39	18,18	16,08	<b>30,94</b>
<b>Ricettore 28</b>	-9620,07	556,56	1	28,69	21,36	14,11	14,08	17,18	18,38	18,18	16,08	<b>25,32</b>
<b>Ricettore 29</b>	-5794,92	-2641,38	1	31,52	24,88	18,67	14,72	17,22	18,38	18,18	16,08	<b>27,93</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore AZ. AGR. CASTELVERDE</b>	314,37	-6211,6	1	32,34	25,86	19,87	15,03	17,24	18,38	18,18	16,08	<b>28,72</b>
<b>Ricettore ETA</b>	-1188,01	-6418,83	1	31,63	24,96	18,57	14,60	17,21	18,38	18,18	16,08	<b>28,01</b>
<b>Ricettore GELIM</b>	241,84	-4761,02	1	34,09	28,06	23,00	17,02	17,60	18,39	18,18	16,08	<b>30,52</b>
<b>Ricettore MACCHIA ROTONDA</b>	-1274,64	-1409,66	1	38,39	33,37	30,22	25,99	25,18	21,00	18,19	16,08	<b>35,35</b>
<b>Ricettore MASS PIAZZOLLA</b>	-5486,91	1999,37	1	33,40	27,46	22,76	17,73	18,13	18,43	18,18	16,08	<b>29,94</b>
<b>Ricettore MASSERIA BARRETTA</b>	6508,37	1488,35	1	35,90	30,56	26,84	22,15	21,35	19,07	18,18	16,08	<b>32,66</b>
<b>Ricettore SANTA TECCHIA</b>	6353,08	3733,02	1	33,26	27,15	21,91	16,46	17,54	18,39	18,18	16,08	<b>29,71</b>
<b>Ricettore TAVERNOLA</b>	-3881,87	3697,53	1	35,62	30,27	26,80	22,79	22,60	19,92	18,19	16,08	<b>32,49</b>



## 13. CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi effettuate, si deduce che le emissioni acustiche prodotte dall'esercizio dell'impianto da progetto, tenuto conto dei vincoli di progetto, delle macchine ed attrezzature dichiarate al tecnico acustico e nella fase di progetto, risultano essere compatibili con la zona acustica di riferimento e rispettano i limiti legislativi. Tali limiti risultano rispettati anche rispetto alla classificazione acustica presuntiva del sito effettuata volontariamente dal dichiarante Tecnico Competente in Acustica Ambientale, applicabile in caso di eventuali e futuri strumenti urbanistici.

Tale documento, seppur redatto secondo i canoni della buona tecnica vigenti e considerando le verosimili variabili interessate, rappresenta fase previsionale di impatto acustico che si ritiene consigliabile verificare con misura in opera .

Taranto, agosto 2022

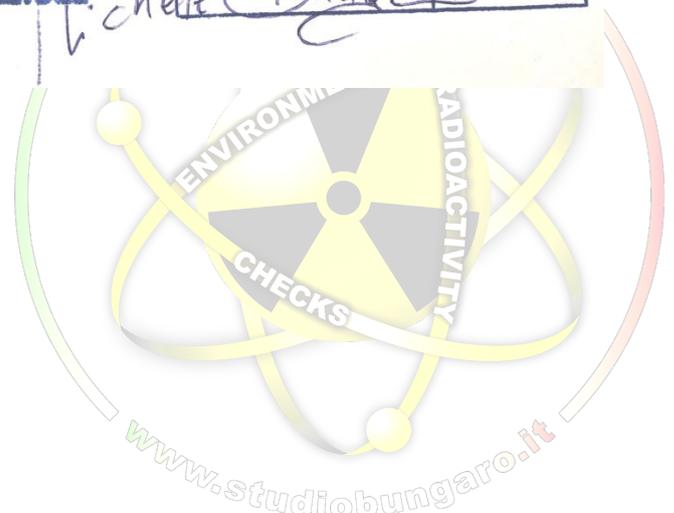
In fede

*Dott. M. Ing. Michele Bungaro*

Tecnico Competente in  
Acustica Ambientale della  
Regione Puglia

**Dr. M. Ing. Michele Bungaro**  
**Tecnico competente in acustica**  
**Specialista ASSOACUSTICI**  
**n° 10148 del 14/1/19**  
**E.N.T.E.C.A.**

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA TARANTO	
Dott. Ing. BUNGARO Michele n° 2849	Sezione A Settore: Industriale





## *Allegati*

### *Mappe del modello di simulazione*

