



Modellazione acustica di impianti eolici

ing. Samuele Schiavoni

Numero iscrizione ENTECA 9625

IPOOL S.r.l.

samuele.schiavoni@i-pool.it

Introduzione

- Il rumore emesso da turbine eoliche è influenzato nella propagazione da una serie di fattori:
 - La direzione del vento;
 - Gradienti di vento e di temperatura;
 - Turbolenze atmosferiche;
 - Effetto del suolo
- I metodi a disposizione per la modellazione della propagazione del rumore di questa tipologia di sorgente sono di due tipologie:
 - Empiriche (relazioni fra l'output e gli input del sistema si basa su misurazioni) / Ingegneristiche ;
 - Fisici (modellazione numerica complessa)

Testo Consigliato:

Stoevesandt B., Schepers G., Fuglsang P., and Sun Y.

Handbook of Wind Energy Aerodynamics. Springer, 2022.

Caratteristiche del rumore emesso da turbine

- Generalmente le distanze di propagazione da valutare sono superiori a quelle di altre tipologie di sorgente (fino ad 1 km effetti non trascurabili a priori);
- Variabilità nel tempo delle immissioni superiore rispetto ad altre tipologie di sorgente;
- Nel caso si intenda caratterizzare gli impatti di impianti eolici da misure fonometriche, si deve tenere conto come queste ultime possano essere facilmente *contaminate* da suoni di altro tipo;
- I dati di input usati nei processi modellazione numerica ingegneristica dichiarati dai produttori sono soggetti ad incertezza.

Propagazione

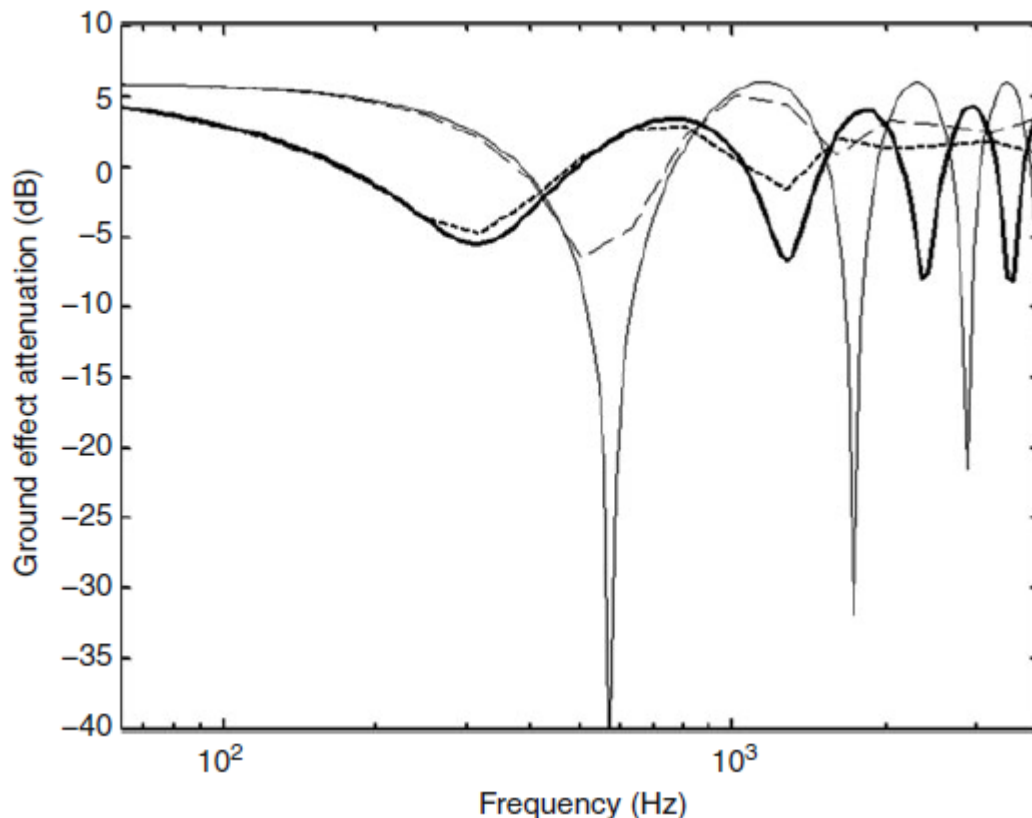
Parametri con effetti sulla propagazione:

- Divergenza geometrica: causato dalla diffusione di energia sonora sulla superficie di una sfera di sempre maggior area man mano che ci si allontana dal punto di origine (-6 dB al raddoppio della distanza). Nelle installazioni *offshore* la trasmissione delle onde sonore avviene nelle condizioni di un campo più prossimo alle condizioni cilindriche che sferiche, pertanto è consigliabile considerare una riduzione di 3 dB al raddoppio della distanza (in particolare alle basse frequenze);
- Assorbimento atmosferico: causato dall'oscillazione delle molecole d'aria al passaggio della perturbazione acustica. L'effetto è più sostanziale alle alte frequenze ed è normalmente valutato attraverso la ISO 9613-1;

Propagazione

Parametri con effetti sulla propagazione:

- Effetto suolo: Il suolo fa sì che esista un secondo percorso di propagazione generato dalle riflessioni del terreno. Queste riflessioni possono essere sia distruttive che rafforzative

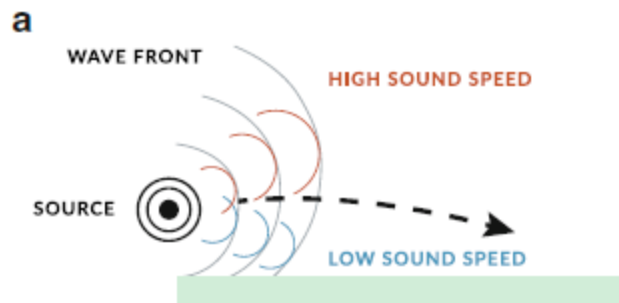


Attenuazioni causate dal suolo al variare della frequenza per terreni riflettenti (linea sottile) e assorbenti (linea spessa)

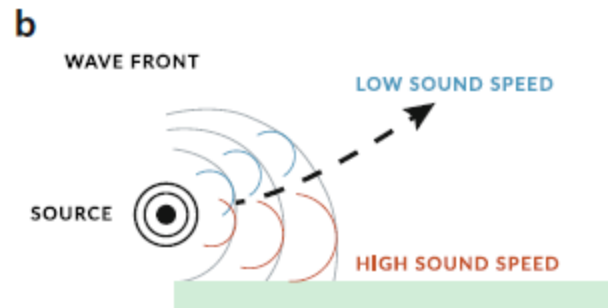
Propagazione

Parametri con effetti sulla propagazione:

- Presenza di atmosfera non omogenea e direzione del vento: La temperatura e la velocità del vento variano con la quota rispetto al terreno con conseguenti effetti sulla velocità del suono. Le onde sonore sono rifratti verso gli strati caratterizzati a minore velocità del suono;



Tipica in condizioni di inversione temperatura (atmosfera stabile) per sottovento (*condizioni favorevoli*)



Tipica in condizioni di gradiente normale di temperatura e sopravvento (*condizioni sfavorevoli*)

Propagazione

L'**inversione termica** è un fenomeno meteorologico in cui la temperatura dell'aria **aumenta con l'altitudine** invece di diminuire, come avviene normalmente. Casi possibili:

- **Raffreddamento del suolo:** Durante le notti serene e calme, il terreno perde rapidamente calore per irraggiamento, raffreddando l'aria vicina alla superficie. L'aria sopra, meno densa e più calda, rimane "sospesa" sopra quella fredda, creando l'inversione. Questo fenomeno è comune nei periodi notturni in valli e pianure.
- **Sottomissione di aria calda sopra aria fredda:** Quando un fronte di aria calda scorre sopra un cuscinetto di aria più fredda (spesso accade vicino alla costa o in presenza di neve),
- **Compressione adiabatica:** Nelle aree di alta pressione, l'aria scende e si comprime, riscaldandosi mentre si avvicina al suolo (anticicloni)

L'inversione termica può portare a nebbie dense

Propagazione

Parametri con effetti sulla propagazione:

- **Turbolenza atmosferica:** tale fenomeno causa variazioni casuali su scala ridotta del mezzo di propagazione con effetti sul valore di immissione al ricevitore. Tale effetto renderebbe necessario eseguire valutazioni basate su medie possibilmente stimando l'entità della variazione;
- **Effetti del terreno e delle barriere:** gli effetti dei oggetti che si frappongono alla libera propagazione del suono sono più rilevanti alle alte rispetto alle basse frequenze. Va considerato che la realizzazione di una barriera comporta una riduzione dell'effetto suolo. Per tale ragione a volte l'installazione di barriere può comportare un incremento delle immissioni acustiche. *Nelle valutazioni del rumore immesso da turbine eoliche, l'elevata altezza della sorgente rende l'impatto di barriere acustiche limitato.*

Modelli di propagazione

Due tipologie:

- **Ingegneristici** (oggetto della presente presentazione);
- **Numerici**: Modelli basati sulla soluzione dell'equazione d'onda nel dominio della frequenza (equazione parabolica) o del tempo (equazioni di Eulero). I modelli numerici solitamente forniscono risultati per specifiche condizioni atmosferiche. Il loro utilizzo è fondamentale per validare e sviluppare i metodi ingegneristici attraverso analisi di sensitività.

In ogni processo di modellazione si deve sempre aver presente che **più il modello è complesso, più sono necessari dati di input accurati.**

Pertanto, l'uso di modelli caratterizzati **da una grande complessità è giustificato solo se è possibile ottenere dati di input della giusta qualità.**

Modelli Ingegneristici: NMPB/CNOSSOS

Il modello di propagazione **NMPB** è stato sviluppato in Francia e usato come algoritmo di riferimento per tutte le attività inerenti la direttiva 2002/49/CE fino all'emanazione della 2015/996 nei paesi sprovvisti di un modello di riferimento per le sorgenti stradali.

Per tale ragione, in Italia tale modello risulta essere di comune utilizzo per la caratterizzazione delle immissioni delle sorgenti stradali.

Il modello è stato **integrato nel CNOSSOS-EU** per la valutazione della **propagazione** ed esegue calcoli su due condizioni meteorologiche:

- Favorevoli alla propagazione (ricettore sottovento);
- Neutre (atmosfera omogenea).

Modelli Ingegneristici: NMPB/CNOSSOS

Nella maggior parte dei casi la qualità dei dati meteorologici non consente la determinazione della percentuale di tempo in cui si verificano tali condizioni nei periodi diurno e notturno.

La maggior parte delle linee guida consigliano di considerare cautelativamente che rispettivamente nel 50% dei periodi diurni, 75% dei serali e del 100% dei notturni si verificano condizioni favorevoli alla propagazione.

Il modello NMPB ripreso da CNOSSOS considera l'effetto del terreno mediante il fattore G (1 per terreno morbido, 0 per il duro, acqua compresa).

Modelli Ingegneristici: Nordic e Harmonoise

I modelli Nordic (Nord2000) e Harmonoise sono modelli ingegneristici più avanzati che valutano più correttamente gli effetti dell'atmosfera e del suolo.

Entrambi i modelli considerano in modo analogo gli effetti della divergenza sferica, l'assorbimento dell'aria e gli effetti delle riflessioni.

Il modello Nord2000 generalmente comporta tempi di calcolo di gran lunga superiore ai modelli di calcolo visti in precedenza

Modelli Ingegneristici: Nord2000

Il modello comprende:

- attenuazioni per l'assorbimento dell'atmosfera, calcolata sulla base di ISO 9613-1 e per l'effetto del suolo,
- la schermatura prodotta da ostacoli, tramite la teoria di diffrazione in combinazione con la teoria geometrica, e le riflessioni, con l'aggiunta di una sorgente immagine ed una trattazione della zona di Fresnel
- l'effetto della rifrazione atmosferica è calcolato utilizzando un algoritmo euristico o basato sulla teoria geometrica.

- Topografia semplice e sei categorie di terreno

Categorie	Esempio
A. Very soft	Neve o muschio
B. Soft forest floor	Fitto muschio o erica
C. Uncompacted	Terra o erba
D. Normal uncompacted ground	Foresta o pascolo
E. Compacted field and gravel	Prati compattati e parchi con ghiaia
F. Compacted dense ground	Strade e parcheggi
G. Hard surfaces	Asfalto denso, cemento, acqua

Modelli Ingegneristici: CONCAWE

È un metodo empirico utilizzato principalmente in campo industriale.

- Con questo metodo si può prevedere una vasta gamma delle condizioni meteorologiche, piuttosto che limitarsi al caso di moderato sottovento;
- Le correzioni meteo sono descritte da un'equazione polinomiale di ordine 3 del logaritmo della distanza orizzontale fra sorgente e ricevitore

$$A_{meteo} = a_1 + a_2 \cdot \log(d) + a_3 \cdot (\log(d))^2 + a_4 \cdot (\log(d))^3$$

- dove le varie a_i sono costanti positive o negative diverse per ogni banda e per ogni categoria meteorologica.
- Le correzioni in bande d'ottava applicate per l'effetto del terreno sono derivate dai dati ottenuti negli studi di Parkin e Scholes per una sorgente fissa di un motore a reazione.

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Rispetto ai modelli precedenti, la ISO 9613-2:2024 prevede **nell'allegato D** una serie di considerazioni dedicate alle attività di modellazione di impianti eolici.

Come nella versione precedente della norma non è dichiarata esplicitamente il grado di accuratezza del modello per sorgenti di rumore collocate alle altezze tipiche delle sorgenti eoliche.

Tuttavia è riportato come per altezze delle sorgenti fino a 200m, la precisione del modello sia comparabile a quella prevista per quote comprese fra 5 e 30 m.

Altezza emissione	Distanza	
	$0 < d < 100$ m	$100 < d < 1.000$ m
$0 < h < 5$ m	± 3 dB(A)	± 3 dB(A)
$5 < h < 30$	± 1 dB(A)	± 3 dB(A)

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Nella versione aggiornata della norma sono state modificate le modalità di calcolo dell'effetto suolo e dell'effetto delle barriere.

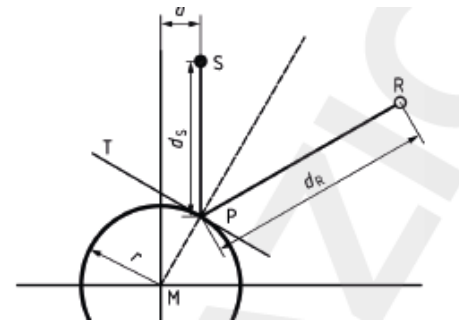
- Le modifiche eseguite hanno consentito di ottenere risultati più coerenti alla realtà
- **A grande distanze fra sorgente e ricevitore la nuova formula da luogo a minori attenuazioni**
- L'effetto di piccoli ostacoli è reso meno influente. Nuova procedura di calcolo dell'insertion loss che tiene conto del parametro meteorologici K_{met} ;

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Altre novità rispetto al modello precedente:

- Introduzione di un nuovo parametro per tenere conto della particolarità delle riflessioni generate dalle superfici curve (silos);

$$A_{curv} = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{2d_s d_r}{r(d_s + d_r)} (1 - k^2)^{-\frac{1}{2}} \right]$$



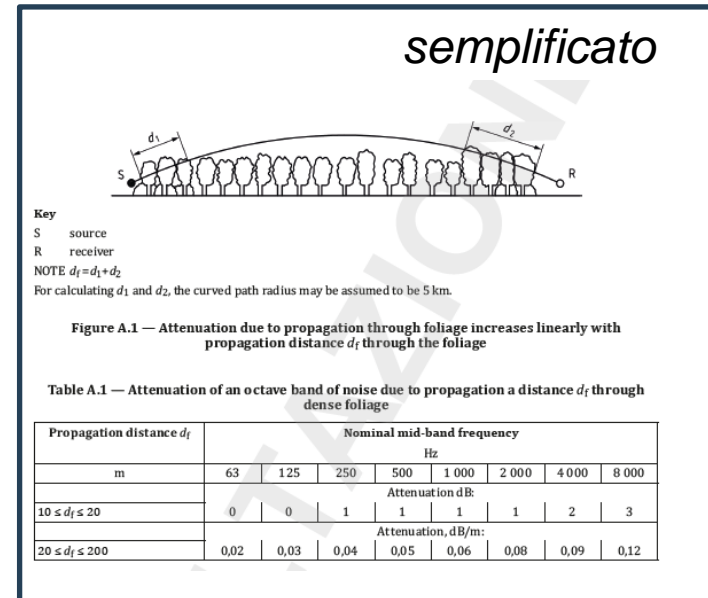
- Nuovo metodo di calcolo dell'attenuazione dovuta a vegetazione. Oltre al semplificato, che resta come prima, il metodo dettagliato tiene ora conto di alcuni parametri propri della vegetazione presente

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Valutazione effetto della vegetazione

Nuovo metodo per calcolare l'attenuazione dovuta a superficie alberate:

- Semplificato (come prima).
- Dettagliato (novità). Tiene conto di alcuni parametri come diametro tronco ecc...) Viene data l'attenzione per chilometro in frequenza.



dettaglio

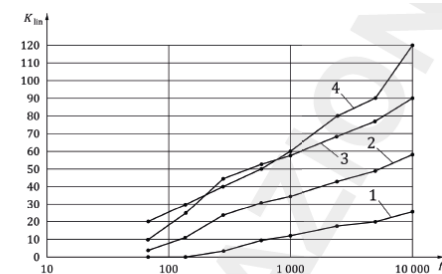
$$K_{lin} = G_0 + G_D \times D + G_G \times G + G_V \times V + G_S \times S + G_Z \times Z \geq 0 \text{ dB}$$

Table A.4 — Weighting factors for forest stands

Weighting-factor	Octave band frequency Hz							
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
G_0 dB/km	-9,32	-17,70	-17,16	-8,34	-3,31	3,27	8,05	12,84
G_V (dB/km)/(m ² /10 ⁴ m ²)	0,03	0,05	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
G_G (dB/km)/(m ² /10 ⁴ m ²)	0,23	0,61	0,85	0,80	0,74	0,70	0,64	0,58
G_D (dB/km)/(cm)	0,08	0,15	-0,02	-0,12	-0,19	-0,32	-0,38	-0,44
G_S dB/km	-0,87	-1,63	-0,63	1,35	2,99	4,62	4,65	4,68
G_Z dB/km	-2,97	-5,42	-5,38	-2,53	-0,52	2,74	7,47	12,21

The stem diameter D , the stem density SD (stems per 10⁴m²) and the height H of the vegetation have to be specified to calculate an appropriate value for the damping of the vegetation. If no values are given for the forestal parameters, no attenuation shall be used due to the vegetation. For shrubs the parameters $D=7$ cm, $G=10$ m², $V=50$ m³, $S=0$ and $Z=2$ can be used.

Parameter	Unit	Name
Stem diameter	cm	D
Basal area	m ² /10 ⁴ m ²	G
Standing stock	m ³ /10 ⁴ m ²	V
Horizontal structuring (classing)	1	S
Low height foliage (classing)	1	Z



Key
 K_{lin} attenuation factor, expressed in decibels per kilometre
 f frequency, expressed in hertz
1 light forest
2 normal forest
3 dense forest
4 attenuation with simplified method A.2.2 for $20 \text{ m} \leq d_f \leq 200 \text{ m}$

Figure A.4 — Attenuation values of forest densities

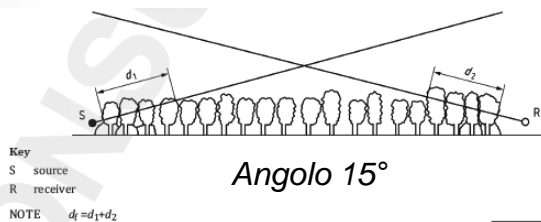


Figure A.2 — Attenuation due to propagation through foliage increases linearly with propagation distance d_f through the foliage

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Altre novità rispetto al modello precedente :

- Correzione direttività per camini. Il nuovo metodo va a valutare la direttività dell'emissione del camino in funzione di un parametro D_c da calcolare in funzione del diametro dell'apertura e della temperatura dei fumi
- Correzione meteorologica. Consente ora di considerare la direzione angolare del vento.

$$C_0(\varphi') = 10 \lg \left[\int_0^{2\pi} p'_{wd}(\varphi' + \varphi) \cdot 10^{D_{wd}(2\pi - \varphi)/10} d\varphi \right] \text{ dB}$$

φ is the meteorological angle equal to 0 for north, and counted in a positive direction clockwise, expressed in radians;

φ' is the meteorological angle describing the propagation-direction from the source to the receiver, expressed in radians;

$p'_{wd}(\varphi)$ is the angle specific relative frequency of wind blowing with speed in a given interval $v_{\min} - v_{\max}$ in the regarded time interval from direction φ (wind rose);

$D_{wd}(\delta)$ is the apparent large-distance directivity in direction δ from source to receiver if the wind blows from $\delta = 0$, expressed in decibels.

Attenzione vale ancora $C_{\text{met}} = 0$ se $D_p \leq 10^*(h_s + h_r)$

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Allegato D dedicato al rumore emesso da impianti eolici. Negli studi che interessano tale tipologia di sorgenti:

- La sorgente puntuale equivalente deve essere posizionata **al centro del rotore**;
- L'attenuazione dovuta ad oggetti schermanti A_{bar} **non può superare i 3 dB(A)**;
- Il parametro A_{gr} usato per il calcolo dell'effetto suolo non deve essere **mai considerato pari a 1**. Per terreni assorbenti o porosi imporre $A_{gr}=0,5$ o 0. Nel caso si imponga $A_{gr}=0,5$ meglio non considerare recettori collocati a quote sotto i 4 m;

Modelli Ingegneristici: ISO 9613-2:2024

Allegato D dedicato al rumore emesso da impianti eolici. Negli studi che interessano tale tipologia di sorgenti:

- Nel calcolo del parametro C_{met} il parametro C_0 deve essere calcolato alla quota del rotore;
- **Correzione del parametro A_{gr} per tenere conto di orografia concava del terreno.** Si riduce l'attenuazione del terreno di 3 dB se:

$$h_m \geq 1,5x \frac{h_s + h_R}{2}$$

Dove:

- h_m è il valor medio dell'altezza rispetto al terreno della linea di vista fra sorgente e ricevitore (in metri);
- h_s altezza della sorgente rispetto al terreno;
- h_R altezza del ricevitore rispetto al terreno.

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Valutazione comparativa fra i risultati della modellazione di un parco eolico utilizzando i seguenti modelli di propagazione:

- CNOSSOS-EU;
- ISO 9613-2:1996;
- ISO 9613-2:2024.

I risultati sono stati comparati per i valori dell'effetto suolo:

- 0 terreno duro;
- 0,5 terreno intermedio;
- 1 terreno morbido (condizione da non considerare nelle valutazioni da eseguire con la ISO 9613-2:2024)

Non sono state variate le caratteristiche di emissione delle sorgenti, la posizione dei ricevitori e qualsiasi altra caratteristica in grado di alterare i meccanismi di propagazione

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Descrizione del caso studio:

- 5 parchi eolici reali, collocati su terreni prevalentemente montuosi;
- 14.079 punti di calcolo collocati a 1 metro della facciata di edifici riconosciuti come ricettori;
- Sono state considerate le riflessioni della facciata alla quale il ricettore è stato assegnato
- Edifici multipiano e DGM ricavato dalle curve di livello presenti da carte tecniche regionali;

IMPOSTAZIONI DI CALCOLO	
Ordine di riflessione	2
Max raggio di ricerca [m]	2000
Max distanza di riflessioni da ricettore [m]	200
Max distanza di riflessioni da sorgente [m]	50

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Descrizione dei casi studio:

- Parco eolico 1:
 - Impianto da 6 MW, Altezza mozzo 132,5m;
 - 26 edifici – 276 punti di misura.
- Parco eolico 2:
 - Impianto da 1 MW, Altezza mozzo 69m;
 - 548 edifici – 7.497 punti di misura.
- Parco eolico 3:
 - Impianto da 1 MW, Altezza mozzo 69m;
 - 7 edifici – 96 punti di misura.
- Parco eolico 4:
 - Impianto da 3 MW, Altezza mozzo 78m;
 - 73 edifici – 4.296 punti di misura.
- Parco eolico 5:
 - N°2 da 1 MW, Altezza mozzo 69 e 74,5m;
 - 480 edifici – 4.417 punti di misura.

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi dati in facciata: GENERALE

- Su 14,709 punti di calcolo, differenze su 4,365. Nei punti dove non si hanno differenze le immissioni acustiche degli impianti eolici assumono valori inferiori alla soglia minima prevista dal calcolo (il calcolo è stato esteso a **1.500 m**);

Modello con risultato più elevato			
Periodo diurno		Periodo notturno	
ISO9613-2:24	4245	ISO9613-2:24	4231
CNOSSOS	87	CNOSSOS	101
ISO9613-2:96	33	ISO9613-2:96	33

- Si osserva come, a parità di caratteristiche di emissione il valore più elevato delle immissioni si rilevi con la ISO 9613-2:2024 con Ground Factor pari a 0.

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi dati in facciata: DETTAGLIO

- Comparete le immissioni acustiche dei diversi algoritmi mantenendo costanti i dati di emissioni e variando il GF.
- Solo punti di calcolo con immissioni rispettivamente superiori a **45 dB(A)** e **35 dB(A)** nei periodi diurno e notturno

Mod.A	CNOSSOS -		CNOSSOS -		ISO9613-2:96 -	
Mod.B	ISO9613-2:96		ISO9613-2:24		ISO9613-2:24	
Periodo	D	N	D	N	D	N
GF1	-3,0	-3,7	1,2	-3,3	4,2	0,4
GF0,5	-1,5	-2,1	0,7	-3,5	2,2	-1,4
GF0	0,0	-0,5	0,1	-3,9	0,0	-3,4

- I risultati in tabella sono le medie del valore assunto dalla differenza tra le immissioni acustiche nei punti di calcolo considerati come validi calcolate con il Mod.A e il Mod. B.

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi dati in facciata: DETTAGLIO

- **Abbassando la soglia nel periodo diurno a 40 dB(A) i risultati della comparazione cambiano in modo sostanziale e le immissioni di CNOSSOS sono sempre più basse di quelle degli altri modelli**

Mod.A	CNOSSOS -		CNOSSOS -		ISO9613-2:96 -	
Mod.B	ISO9613-2:96		ISO9613-2:24		ISO9613-2:24	
Periodo	D	N	D	N	D	N
GF1	-3,7	-3,7	-2,7	-3,3	1,0	0,4
GF0,5	-2,1	-2,1	-3,0	-3,5	-0,9	-1,4
GF0	-0,5	-0,5	-3,4	-3,9	-2,8	-3,4

Attenzione: rispetto alla tabella precedente la soglia dei punti considerati validi per la comparazione è stata ridotta da 45 a 40 dB(A)

Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

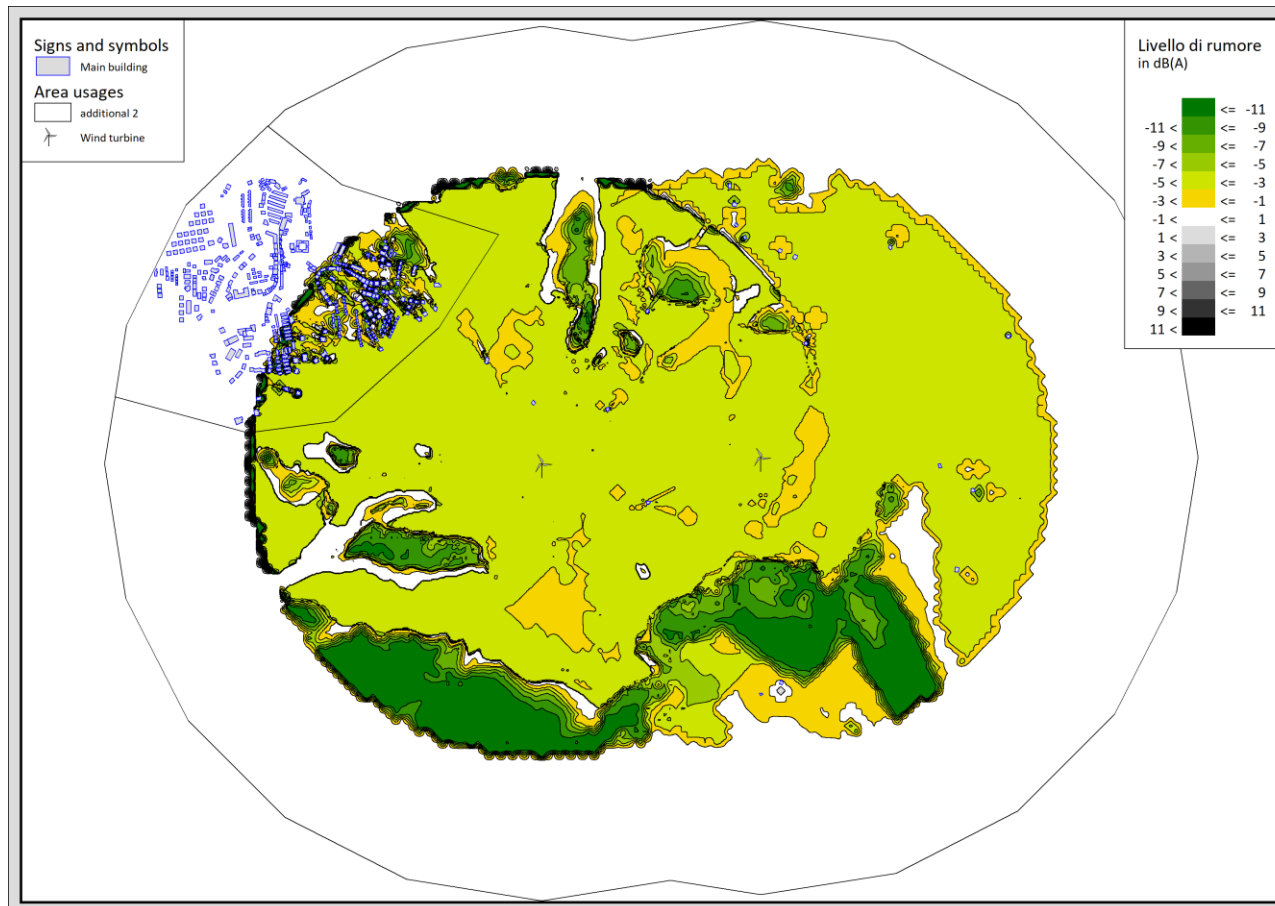
Analisi dati in facciata: DETTAGLIO

- Ad eccezione del caso GF=1, il modello della nuova ISO9613-2:2024 fornisce immissioni maggiori rispetto agli altri due modelli.
- **Nel periodo notturno, dove solitamente sono previste criticità, le differenze medie rispetto a CNOSSOS risultano essere superiori a 3 dB(A).**

Mod.A	CNOSSOS -		CNOSSOS -		ISO9613-2:96 -	
	ISO9613-2:96		ISO9613-2:24		ISO9613-2:24	
Periodo	D	N	D	N	D	N
GF1	-3,7	-3,7	-2,7	-3,3	1,0	0,4
GF0,5	-2,1	-2,1	-3,0	-3,5	-0,9	-1,4
GF0	-0,5	-0,5	-3,4	-3,9	-2,8	-3,4

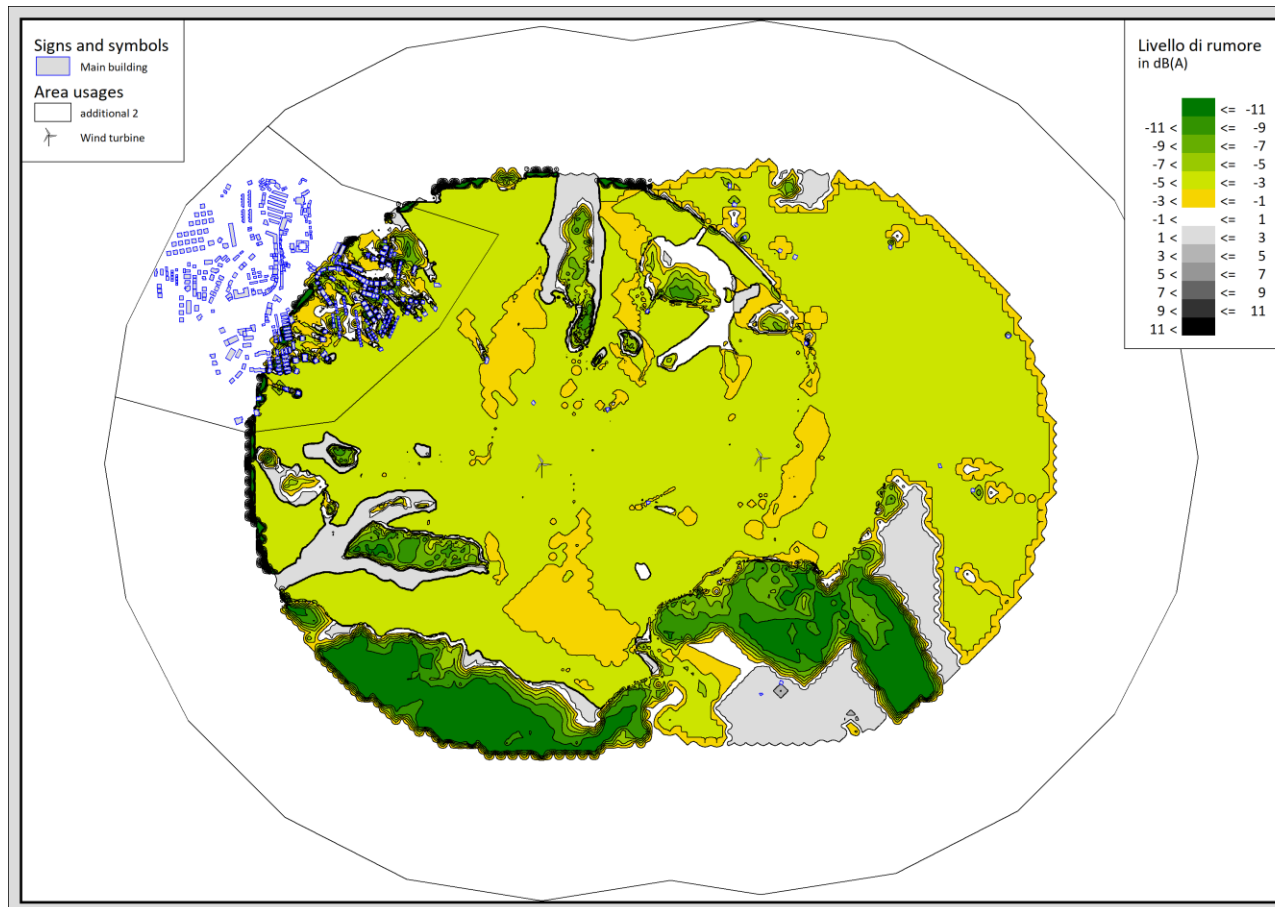
Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi mappa grafica: CNOSSOS – ISO9613-2:2024 (diurno)



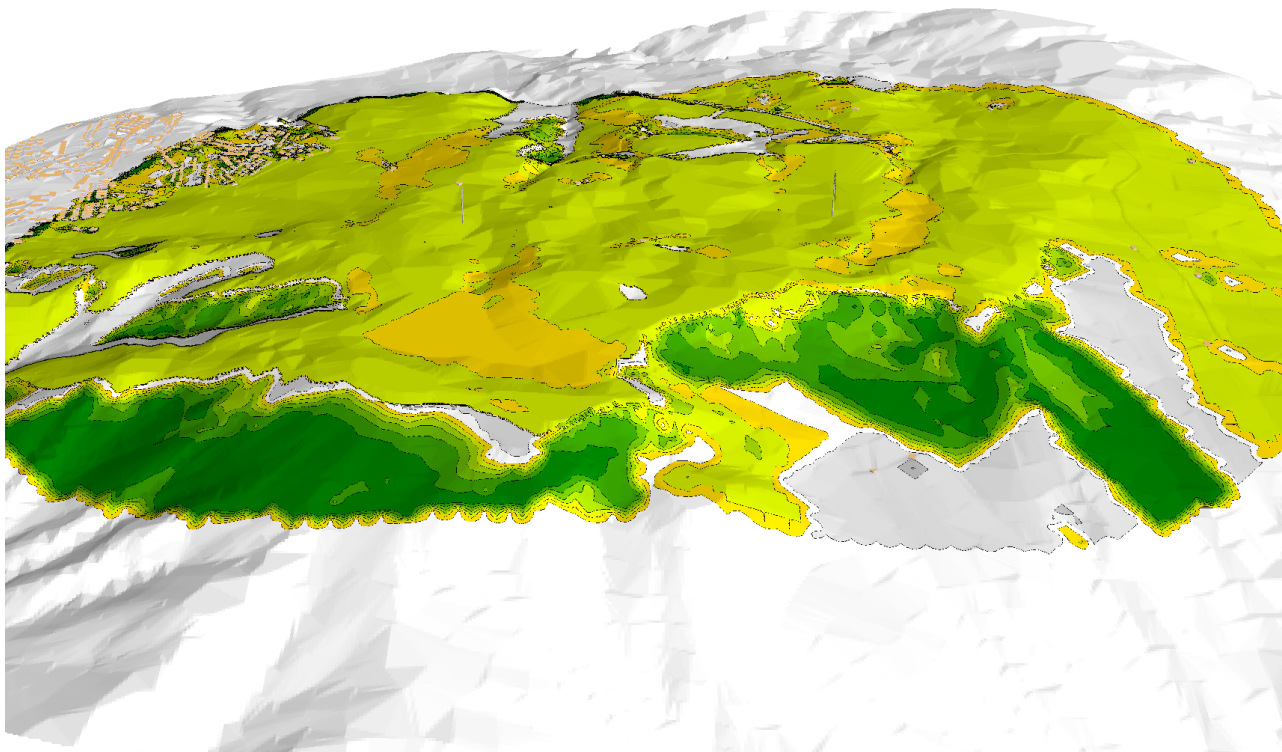
Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi mappa grafica: CNOSSOS – ISO9613-2:2024 (notturno)



Confronto fra CNOSSOS, ISO:2024 e ISO:1996

Analisi mappa grafica: CNOSSOS – ISO9613-2:2024 (notturno)



Modellazione di un caso reale

Dati da richiedere al committente:

- Localizzazione degli aerogeneratori che saranno installati nell'area (kmz, **shp**). *Fatevi specificare sempre il codice EPSG del sistema di riferimento dei dati di input e verificate che sia compatibile per l'area in esame!*



Modellazione di un caso reale

Dati da richiedere al committente:

- Nome, modello, altezza del mozzo, diametro del rotore e **caratteristiche di emissione sonora**;
- Relativamente a quest'ultimo aspetto, chiedere dati:
 - In terze di ottava o almeno in ottave. *Se viene fornite dato globale riprendere l'andamento dello spettro da un modello simile. In assenza di questo considerare rumore rosa. Specificate le vostre assunzioni in relazione;*
 - Differenziati per velocità del vento (passi di 1 m/s);
 - Velocità di cut-in e cut-off;
 - Relativi al funzionamento standard e silenziato. *Generalmente sono previste diverse modalità di tipo silenziato, con e senza TES.*

Modellazione di un caso reale

Data Sheet

 3000 kW

One-Third Octave Band Level Operating Mode 0 and Power-Reduced Modes

Modellazione di un caso reale

2 Operating mode 0

2.1 One-third octave band level at HH

Tab. 2: One-third octave band level in dB(A), based on wind speed v_H at hub height

One-third octave band centre freq. in Hz	v_H in m/s										
	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
20											
25											
31.5											
40											
50											
63											
80											
100											
125											
160											
200											
250											
315											
400											
500											
630											
800											
1000											
1250											
1600											
2000											
2500											
3150											
4000											
5000											
6300											
8000											
10000											

Tab. 3: One-third octave band level in dB(A), based on wind speed v_H at hub height

One-third octave band centre freq. in Hz	v_H in m/s										
	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15	
20											
25											
31.5											
40											
50											
63											
80											
100											
125											
160											
200											
250											
315											
400											
500											
630											
800											
1000											
1250											
1600											
2000											
2500											
3150											
4000											
5000											
6300											
8000											
10000											

Modellazione di un caso reale

Operating mode 2350 kW

One-third octave band level at HH

Tab. 12: One-third octave band level in dB(A), based on wind speed v_H at hub height

One-third octave band centre freq. in Hz	v_H in m/s									
	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5
20										
25										
31.5										
40										
50										
63										
80										
100										
125										
160										
200										
250										
315										
400										
500										
630										
800										
1000										
1250										
1600										
2000										
2500										
3150										
4000										
5000										
6300										
8000										
10000										

One-third octave band centre freq. in Hz	v_H in m/s									
	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15
20										
25										
31.5										
40										
50										
63										
80										
100										
125										
160										
200										
250										
315										
400										
500										
630										
800										
1000										
1250										
1600										
2000										
2500										
3150										
4000										
5000										
6300										
8000										
10000										

Modellazione di un caso reale

Data Sheet

[REDACTED] / 3000 kW with
TES (Trailing Edge Serrations)

One-Third Octave Band Level Operating Mode 0 s and Power-
Reduced Operation

Modellazione di un caso reale

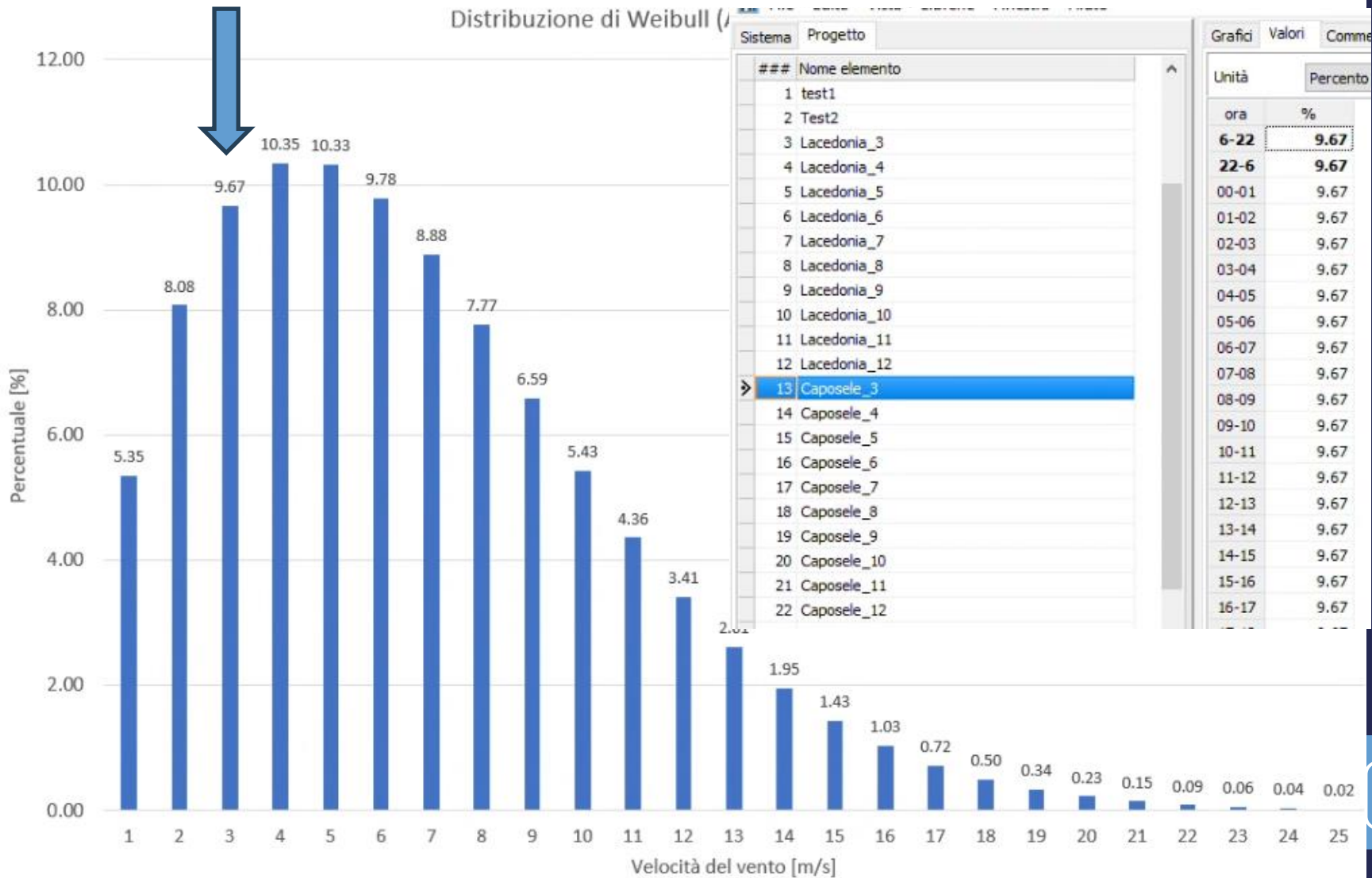
- In ogni punto in cui sarà installata la turbina dovranno essere installati **un gruppo di sorgenti sonore puntuali**
- Se si prevede di far funzionare l'impianto fra velocità comprese fra 3 e 12 m/s **dovranno essere inserite 10 sorgenti puntuali.**
 - La prima rappresentativa dell'emissione dell'impianto a 3 m/s;
 - La seconda rappresentativa dell'emissione dell'impianto a 4 m/s;
 -
- Ad ognuna di queste sorgenti dovrà essere associato il rispettivo istogramma temporale dalla distribuzione di Weibull
- Gli istogrammi temporali da associare alla sorgente puntuale rappresentativa dell'emissione acustica della turbina alla velocità del vento al mozzo di x m/s rappresenterà la percentuale di tempo in cui si osserva quella velocità nel giorno medio.

Caratteristiche delle sorgenti in SoundPLAN

The screenshot displays the SoundPLAN software interface. The top menu bar includes 'File', 'Avvio', 'Sfondo', 'Tools', 'Varie', 'Log book', 'Finestre', and 'Aiuto'. The toolbar contains several tool groups: 'Oggetti' (with icons for wind, sound, and terrain), 'Vista' (Planimetria, Bitmap Manager), 'Costruzione' (Modo angolo), 'Selezione oggetti' (A, circle, square, and other selection tools), and 'Edita' (Explora attributi, undo, redo, and other editing tools). The left sidebar shows the 'Manager Geo-File' with '1 Geo-Files nella Situazione' and 'M0 Montaguto' selected. Below it is the 'Descrizione di "M0 Montaguto"' and 'Vista generale' panels. The 'Manager oggetti' panel at the bottom left shows 'Turbina eolica' with a count of 10. The main workspace is mostly empty, with a small blue diamond icon. A blue arrow points from the bottom right towards a white box containing the text '10 selezionato'. The status bar at the bottom shows coordinates (X: 519782.80, Y: 4567281.92, H: 852.21 [+]) and the text '10 selezionato'.

Istogramma temporale e Weibull

Distribuzione di Weibull (A)



Caratterizzazione sorgente

Esplora attributi

Edita Tabella Tools

Tipo Oggetti

Turbina eolica

Valore/Formula: ENERCON 175_Caposele

Selezione

ID	Selezio...	Nome	Numero	Acquisi...	DΩ-Par...	DΩ-Terr...	Freque...	ID Gruppo	ID istogramma temporale	ID spettro di emissione	K Impu...	Livello di rif...	Livel...	Metodo di calcolo	Us
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
20627	<input checked="" type="checkbox"/>	Nome Nome oggetto festo		<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_3	175,1_M0_3m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20633	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_4	18	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_4	175,1_M0_4m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20639	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_5	23	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_5	175,1_M0_5m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20645	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_6	28	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_6	175,1_M0_6m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20651	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_7	33	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_7	175,1_M0_7m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20657	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_8	38	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_8	175,1_M0_8m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20663	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_9	43	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_9	175,1_M0_9m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20669	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_10	48	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_10	175,1_M0_10m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20675	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_11	53	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_11	175,1_M0_11m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	
20681	<input checked="" type="checkbox"/>	_Caposele_12	58	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Caposele	Caposele_12	175,1_M0_12m/s	0.0	Lw/unità		Spettro (Libreria)	

Ricettori

Entro 1500 m dall'aerogeneratore. Categorie catastali suggerite:

- A: Abitazioni;
- B1: Collegi e convitti, educandati; ricoveri; orfanotrofi; ospizi; conventi; seminari; caserme;
- B2: Case di cura ed ospedali (senza fine di lucro);
- B3: Prigioni e riformatori;
- B5: Scuole e laboratori scientifici;
- B6: Biblioteche, pinacoteche, musei, gallerie, accademie;
- B7: Cappelle ed oratori non destinati all'esercizio pubblico del culto;
- C1: Negozi e botteghe;
- D2: Alberghi e pensioni (con fine di lucro);
- D3: Teatri, cinematografi, sale per concerti e spettacoli e simili (con fine di lucro);
- D4: Case di cura ed ospedali (con fine di lucro);
- F1: Area urbana;
- F3: Unità in corso di costruzione.

Risultati necessari

I calcoli devono consentire di individuare separatamente:

- a) I contributi delle singole sotto-sorgenti rappresentative delle emissioni della pala eolica alle velocità di funzionamento;
- b) I contributi delle altre sorgenti oggetto di modellazione.

Deve anche essere a disposizione una stima delle immissioni causate dalle altre tipologie di sorgenti non incluse nella modellazione (*fondo*).

Tali contributi consentono di determinare:

- **Rumore residuo:** determinato dalla somma energetica del fondo e di quanto stabilito al punto b) del precedente elenco;
- **Rumore ambientale:** somma energetica del residuo e di quanto stabilito al punto a) del precedente elenco

Verifica dei limiti

Devono essere verificati:

- Valori assoluti di immissione. Il livello del **rumore ambientale** deve essere inferiore ai limiti previsti da:
 - Da Piano Comunale di Classificazione Acustica (se presente);
 - In sua assenza, limiti di accettabilità stabiliti dal D.P.C.M. 01/03/91. ;
 - Limiti di eventuali zone SIC, ZSC e ZPS
- Valori differenziali. In questo caso si considera la differenza fra il livello del rumore ambientale e di quello del residuo

EDIFICIO		ANTE OPERAM		POST OPERAM					
Ricettore	Piano	Livello Residuo		Livello Ambientale		Livello differenziale		Rispetto limite differenziale	
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Recettori_1	2	41,7	38,7	43,5	41,8	n.a.	3,1	SI	NO
Recettori_1	2	41,8	38,8	43,5	41,8	n.a.	3,1	SI	NO
Recettori_1	2	41,5	38,5	43,3	41,7	n.a.	3,1	SI	NO
Recettori_1	2	41,3	38,3	43,1	41,6	n.a.	3,3	SI	NO
Recettori_1	2	41,2	38,1	43,0	41,4	n.a.	3,3	SI	NO
Recettori_1	2	41,2	38,1	43,0	41,4	n.a.	3,3	SI	NO
Recettori_1	2	41,2	38,2	43,0	41,4	n.a.	3,2	SI	NO
Recettori_2	1	41,1	38,0	43,1	41,7	n.a.	3,6	SI	NO
Recettori_2	1	41,1	38,0	43,3	41,8	n.a.	3,7	SI	NO
Recettori_2	1	41,1	38,0	43,3	41,8	n.a.	3,7	SI	NO
Recettori_2	2	41,1	38,0	43,1	41,5	n.a.	3,5	SI	NO

Selezione degli interventi di mitigazione

Gli interventi di mitigazione possono prevedere:

- Installazione delle TES (*Trailing edge serrations*);
- Modi di lavoro silenziati (con conseguente riduzione della capacità produttiva);
- Riduzione della finestra di funzionamento delle pale (cut-off anticipato);
- Combinazione delle precedenti

Per la selezione della modalità operativa che consenta di rispettare i limiti di legge è necessario eseguire simulazioni di dettaglio *includendo tutte le modalità silenziate possibili*.

Caratterizzazione sorgenti per individuazione delle mitigazioni

The screenshot displays a GIS application window titled "UCAR EOLICO - MIT Montaguto.SIT + DGM 401 ""DGM_MONTAGUTO.sit"". The interface includes a menu bar (File, Avvio, Sfondo, Tools, Varie, Log book, Finestre, Aiuto), a toolbar with various icons, and several panels on the left: "Manager Geo-File" (showing "1 Geo-Files nella Situazione" with "RDGM0401 ""DGM_MONTAGUTO.sit"" and "MIT Montaguto ALL"), "Vista generale" (showing "Descrizione di ""MIT Montaguto ALL"""), and "Manager oggetti" (showing "Turbina eolica" with "Dime... 2" and "Conteggio 90"). The main map area shows a small pink diamond symbol. A callout box on the right contains the text "90 selezionato". A large blue arrow points from the bottom right towards the callout box. The status bar at the bottom indicates coordinates: "X: 519782.87 Y: 4567281.57 H: 852.12 [-]".

Caratterizzazione sorgenti per individuazione delle mitigazioni

Esplora attributi
Edita Tabella Tools
Tipo Oggetti
Turbina eolica

Valore/Formula
1

Selezione
1 - Si

ID	Selezio...	Nome	Numero	Acquisi...	DQ-Par...	DQ-Terr...	Freque...	ID Gruppo	ID istogramma temporale	ID spettro di emissione	K Impu...	Livello di rif...	Level...	Metodo di calcolo	Us
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Soluzioni senza TES															
20946	<input checked="" type="checkbox"/>	M2000_SENZA_TES_11m/s	20	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_11	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20947	<input checked="" type="checkbox"/>	M2000_SENZA_TES_12m/s	21	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_12	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20948	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_3m/s	22	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_3	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20949	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_4m/s	23	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_4	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20950	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_5m/s	24	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_5	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20951	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_6m/s	25	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_6	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20952	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_7m/s	26	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_7	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20953	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_8m/s	27	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_8	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20954	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_9m/s	28	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_9	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20955	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_10m/s	29	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_10	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20956	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_11m/s	30	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_11	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20957	<input checked="" type="checkbox"/>	M1500_SENZA_TES_12m/s	31	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_12	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20958	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_3m/s	32	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_3	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20959	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_4m/s	33	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_4	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20960	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_5m/s	34	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_5	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20961	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_6m/s	35	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_6	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20962	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_7m/s	36	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_7	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20963	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_8m/s	37	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_8	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20964	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_9m/s	38	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_9	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20965	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_10m/s	39	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_10	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20966	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_11m/s	40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_11	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20967	<input checked="" type="checkbox"/>	M1000_SENZA_TES_12m/s	41	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_12	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20968	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_3m/s	42	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_3	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20969	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_4m/s	43	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_4	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20970	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_5m/s	44	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_5	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20971	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_6m/s	45	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_6	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20972	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_7m/s	46	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_7	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20973	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_8m/s	47	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_8	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20974	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_9m/s	48	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_9	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20975	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_10m/s	49	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_10	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20976	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_11m/s	50	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_11	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20977	<input checked="" type="checkbox"/>	M3000_TES_12m/s	51	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_12	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20978	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_3m/s	52	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_3	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20979	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_4m/s	53	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_4	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20980	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_5m/s	54	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_5	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20981	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_6m/s	55	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_6	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20982	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_7m/s	56	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_7	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20983	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_8m/s	57	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_8	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	
20984	<input checked="" type="checkbox"/>	M2350_TES_9m/s	58	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	0.0	500	Aer_Montag...	Montaguto_9	_78.3_M...	0.0	Lw/unita		etro (Libreria)	

Soluzioni con TES

Individuazione delle mitigazioni

- [Foglio di calcolo](#)

- Se possibile fornire più opzioni

Soluzioni con TES

EDIFICIO		ANTE OPERAM		POST MITIGAZIONE OPZ 1 - CON TES							
Ricettore	Piano	Livello Residuo		Livello Ambientale		Rispetto limite assoluto		Livello differenziale		Rispetto limite differenziale	
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Recettori_1	2	41,7	38,7	42,9	40,8	SI	SI	n.a.	2,1	SI	SI
Recettori_1	2	41,8	38,8	42,8	40,8	SI	SI	n.a.	2	SI	SI
Recettori_1	2	41,5	38,5	42,7	40,6	SI	SI	n.a.	2,1	SI	SI
Recettori_1	2	41,3	38,3	42,5	40,5	SI	SI	n.a.	2,2	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,1	42,3	40,4	SI	SI	n.a.	2,3	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,1	42,3	40,4	SI	SI	n.a.	2,2	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,2	42,3	40,4	SI	SI	n.a.	2,2	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,4	40,6	SI	SI	n.a.	2,5	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,5	40,6	SI	SI	n.a.	2,6	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,5	40,6	SI	SI	n.a.	2,6	SI	SI
Recettori_2	2	41,1	38,0	42,4	40,4	SI	SI	n.a.	2,4	SI	SI

EDIFICIO		ANTE OPERAM		POST MITIGAZIONE OPZ. 2 - SENZA TES							
Ricettore	Piano	Livello Residuo		Livello Ambientale		Rispetto limite assoluto		Livello differenziale		Rispetto limite differenziale	
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
Recettori_1	2	41,7	38,7	43,1	41,1	SI	SI	n.a.	2,4	SI	SI
Recettori_1	2	41,8	38,8	43,0	41,1	SI	SI	n.a.	2,3	SI	SI
Recettori_1	2	41,5	38,5	42,8	40,9	SI	SI	n.a.	2,4	SI	SI
Recettori_1	2	41,3	38,3	42,6	40,8	SI	SI	n.a.	2,5	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,1	42,5	40,7	SI	SI	n.a.	2,5	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,1	42,5	40,7	SI	SI	n.a.	2,6	SI	SI
Recettori_1	2	41,2	38,2	42,5	40,7	SI	SI	n.a.	2,5	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,6	40,8	SI	SI	n.a.	2,8	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,7	40,9	SI	SI	n.a.	2,9	SI	SI
Recettori_2	1	41,1	38,0	42,7	41,0	SI	SI	n.a.	2,9	SI	SI
Recettori_2	2	41,1	38,0	42,6	40,7	SI	SI	n.a.	2,7	SI	SI

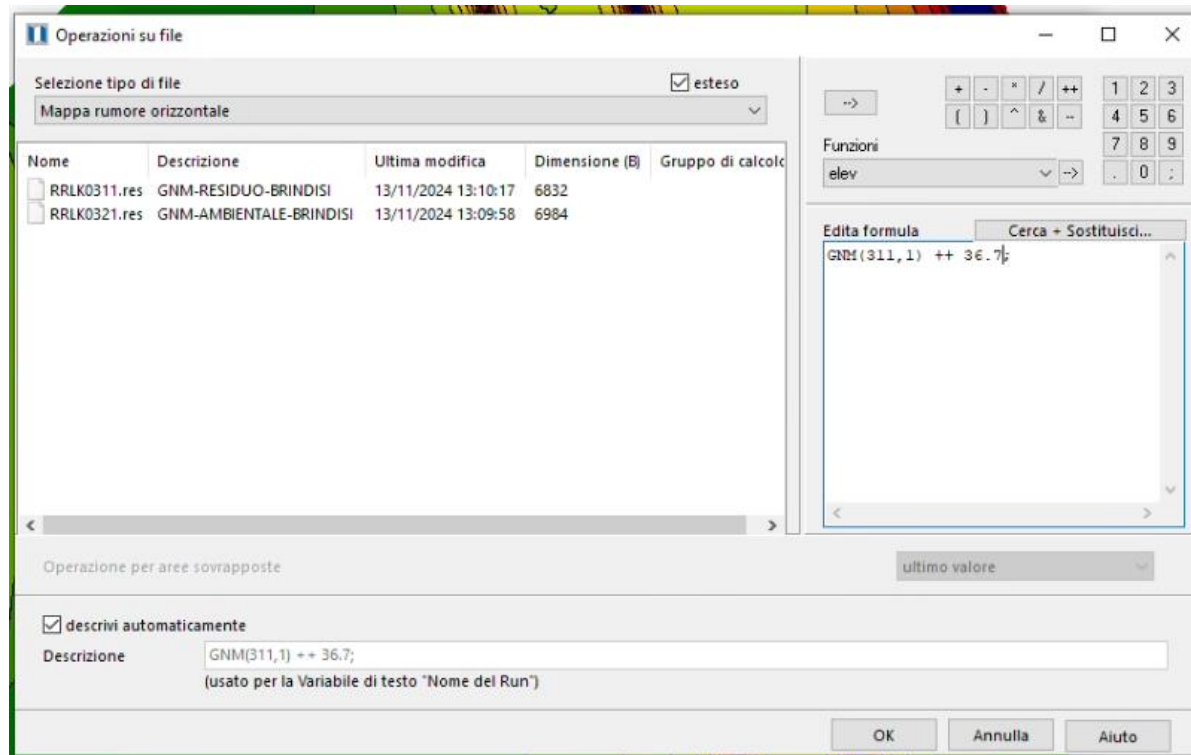
Soluzioni senza TES

Potenza ridotta nel periodo notturno. Da 3 MW a:

- 2 MW quando la velocità del vento a 10 metri di altezza è pari a 9 m/s;
- 2,35 MW per ogni altro valore di velocità.

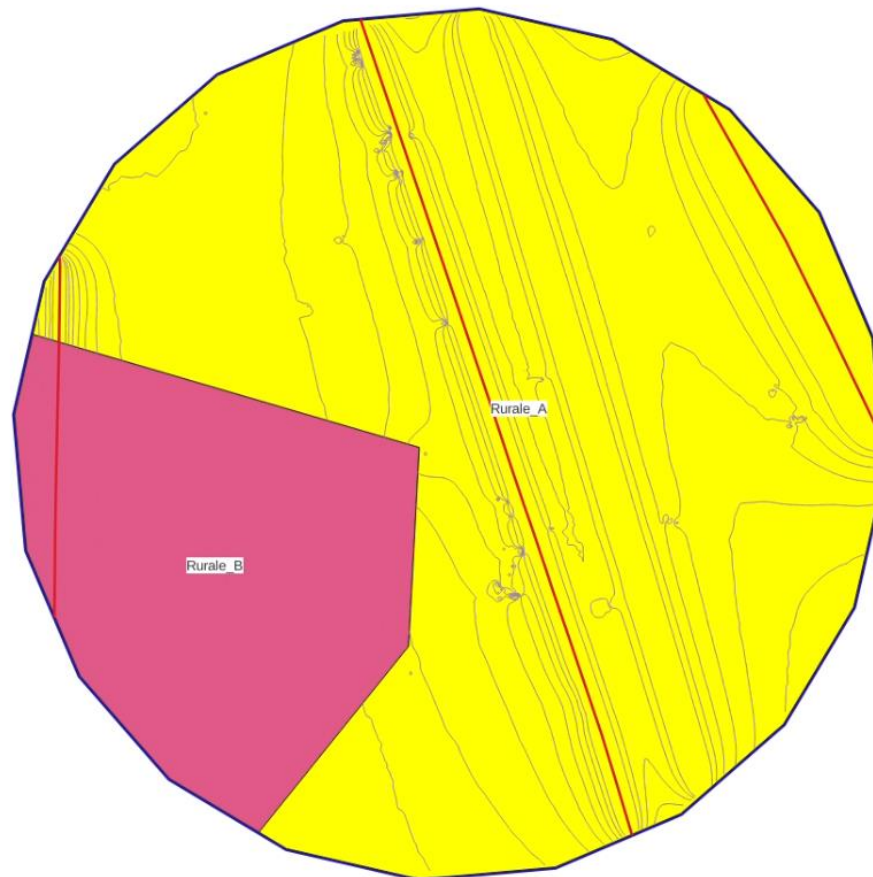
Esportazione – Residuo e Ambientale

- Per ogni area di rumore omogeneo, si procede alla determinazione delle mappe del livello residuo e ambientale.
- Si esportano le isolivello dal software per ogni scenario:



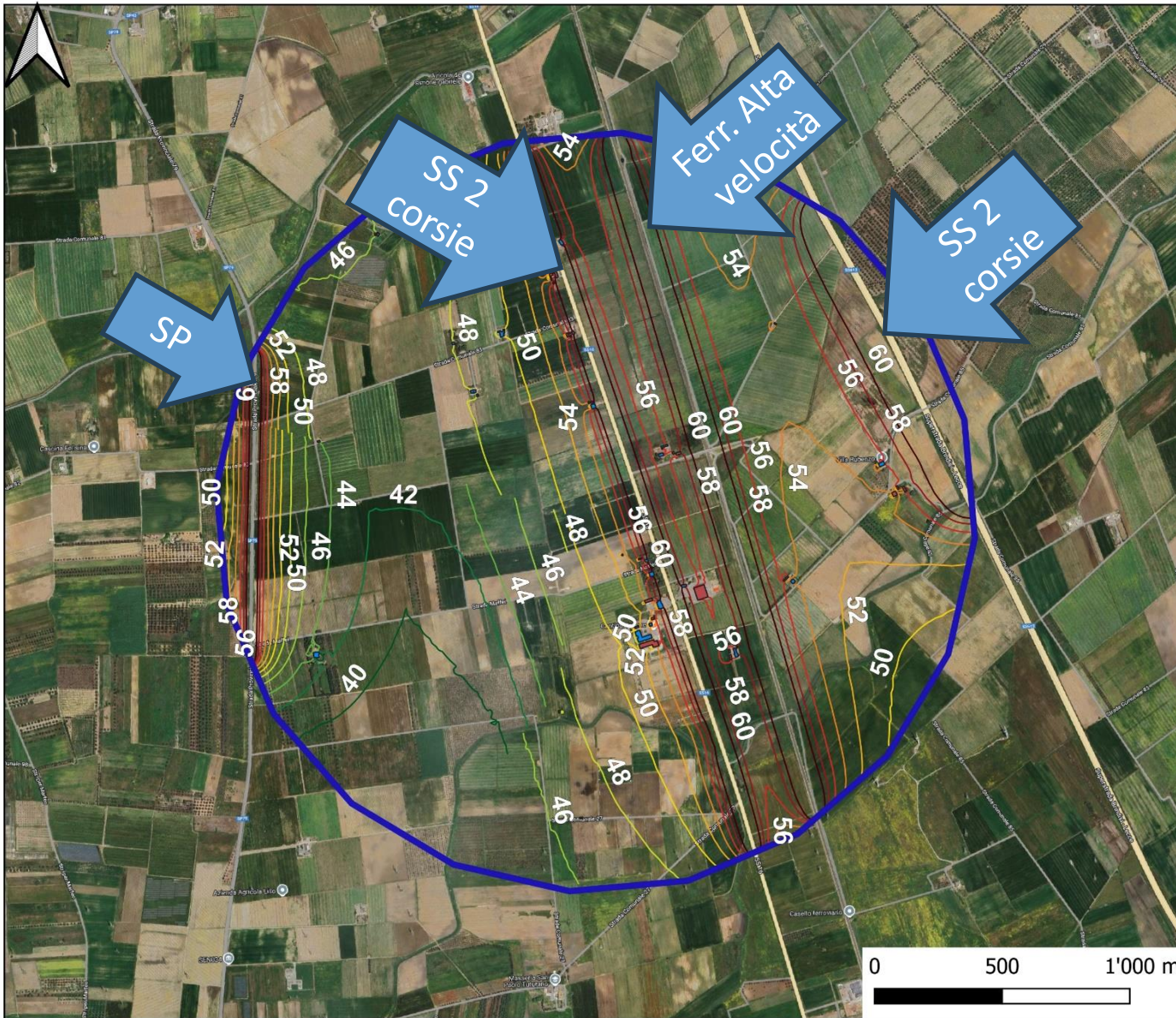
Esportazione – Residuo e Ambientale

- In QGIS si ricostruiscono le isolivello del livello Residuo e Ambientale delle diverse aree omogenee



*Eliminazione delle
isolivello esterne
all'area omogenea
di interesse*

Mappe – Ante Operam (Residuo)



MAPPE ISOFONICHE

Ante Operam - Livelli Diurni



Via Enrico Fermi, 75, 51100 (PT)
 tel: +39 050 6207947/8
 info@i-pool.it - www.ipoolsrl.it
 CF e PIVA 01784280479

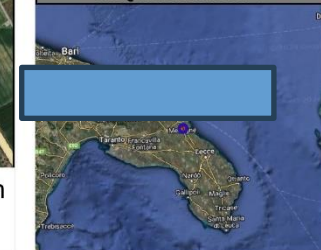
LEGENDA

- Ricettori
- Edifici
- Buffer 1500m Aerogeneratori

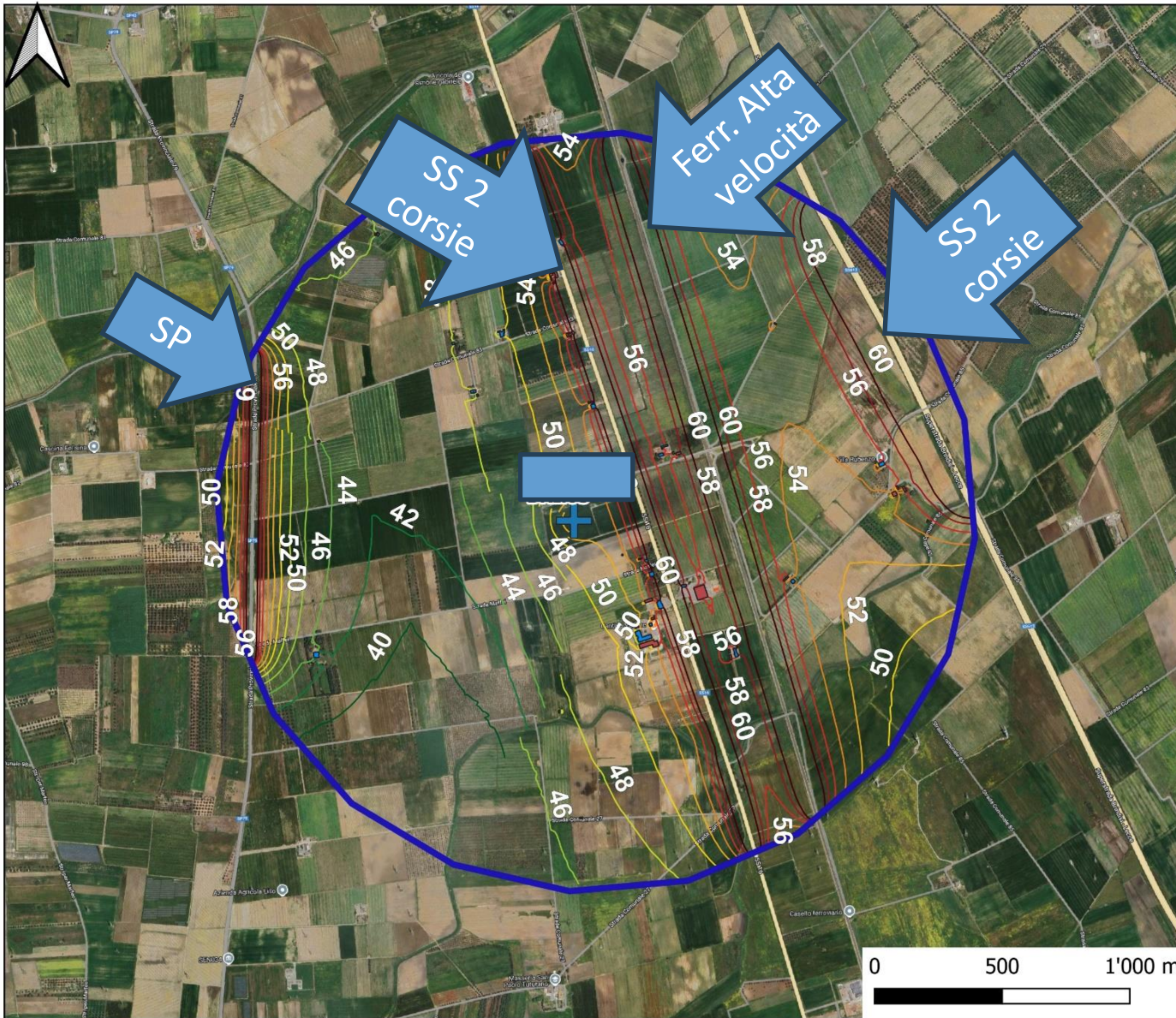
Google Hybrid

- | | |
|-----------------------|----|
| Livelli a 4 m [dB(A)] | 50 |
| | 52 |
| | 40 |
| | 54 |
| | 42 |
| | 56 |
| | 44 |
| | 58 |
| | 46 |
| | 60 |
| | 48 |

INQUADRAMENTO



Mappe – Ante Operam (Ambientale)



MAPPE ISOFONICHE

Post Operam - Livelli Diurni



Via Enrico Fermi, 75, 51100 (PT)

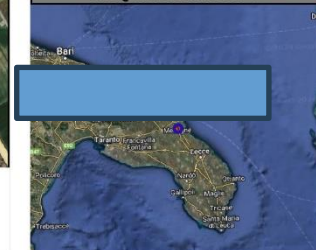
tel: +39 050 6207947/8
 info@i-pool.it - www.ipoolsrl.it
 CF e PIVA 01784280479

LEGENDA

- Aerogeneratori
- Ricettori
- Edifici
- Buffer 1500m Aerogeneratori

- Livelli a 4 m [dB(A)]
- 50
 - 52
 - 40
 - 42
 - 44
 - 46
 - 48
 - 54
 - 56
 - 58
 - 60

INQUADRAMENTO



26/11/2024

52

Conclusioni

- Nella modellazione di un impianto eolico è consigliabile sin dall'inizio avere le idee ben chiare sui dati di input da richiedere e sul come organizzare le attività di simulazione e i risultati;
- Fondamentale è la corretta costruzione delle librerie. Per costruire le sottosorgenti è consigliabile esportare tutte le sorgenti da caratterizzare e modificare il file .dbf.
- Nella selezione dei modelli, consiglio l'uso della ISO9613-2:2024 rispettando le prescrizioni previste (consiglio GF 0,5 e esclusione ricettori sotto 4 m di quota). Deve essere comunque considerato che maggiore è l'immissione del parco eolico sul ricettore, minore è la differenza con CNOSSOS.
- Fare attenzione alla qualità della cartografia! (*assenza di dati altimetrici, informazioni non vettoriali o mancanti ecc.*)

Corso di aggiornamento per Tecnici Competenti in Acustica

**Per ulteriori informazioni
relativamente ai contenuti della
lezione:**

ing. Samuele Schiavoni

IPOOL S.r.l. samuele.schiavoni@i-pool.it