

# COMUNE DI FERRARA

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO EX DISCARICA DI POTENZA DI PICCO PARI A 28,1556 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 24,00 MW UBICATO IN PROSSIMITA' DI SP 19 VIA ERIDANO NEL COMUNE DI FERRARA**

## Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini  
Ing. Francesco Piergiovanni



## Progetto Linea Elettrica

Geom. Stelio Poli  
Ing. Chiara Baldi  
Geom. Valentina Cristofori



## Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani  
Ing. David Negrini

**Studio Associato Ne.Ma**  
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)  
P.IVA 02653670394

## Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia  
Dott. Maurizio Castellari  
Dott.ssa Marta Cristiani



## Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



## Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri  
Arch. Andrea Ricci Bitti

## Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani  
Arch. Agnese Di Tirro  
Arch. Beatrice Mari  
Arch. Francesco Ricci Bitti  
Arch. Valeria Tedaldi  
Arch. Cecilia Venieri  
Dott. Cristian Griguoli



**COMMITTENTE: C.L. SOLAR SRL**

p.IVA 02697670392

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCST67R26H199U

**PROGETTISTA: Geologo Maurizio Castellari**

C.F. CSTMRZ60R01E289N

N. ELABORATO

**F4**

ELABORATO

**RELAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO  
ACUSTICO**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

**IMPIANTO FV MANUZZI**

DATA

**05/07/2023**

REVISIONE

**General contractor**

**PROTESA**  
A COMPANY OF 

**Protesa spa**

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.

In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file CARTIGLIO MANUZZI.dwg

## Sommario

1	Premessa .....	2
2	Inquadramento normativo.....	3
2.1.	Fasce di pertinenza acustica per infrastrutture stradali.....	6
3	Descrizione e classificazione acustica dell'area in esame .....	9
3.1.	Ricettori individuati .....	10
4	Indagine fonometrica svolta.....	11
4.1	Report delle misure .....	12
5	Valutazione di impatto acustico – Fase di esercizio .....	13
5.1	Modello previsionale Soundplan.....	13
5.2	Descrizione del progetto e delle sorgenti sonore previste.....	14
5.3	Dati di input del modello .....	14
5.4	Risultati delle simulazioni per la fase di esercizio .....	15
6	Valutazione di impatto acustico – Fase di cantiere .....	16
6.1	Normativa di riferimento .....	16
6.2	Descrizione delle fasi di cantiere .....	16
6.3	Metodologia di calcolo.....	17
6.4	Stima dei livelli sonori relativi alle attività di cantiere .....	18
7	Conclusioni.....	26

## 1 Premessa

Il presente documento attiene alla verifica del livello di impatto acustico previsionale prodotto da un impianto fotovoltaico in progetto in Comune di Ferrara (FE) e di una cabina di trasformazione distante circa 1.5 km dall'area.

In particolare, sono stati verificati i limiti di emissione, immissione ed il livello differenziale.

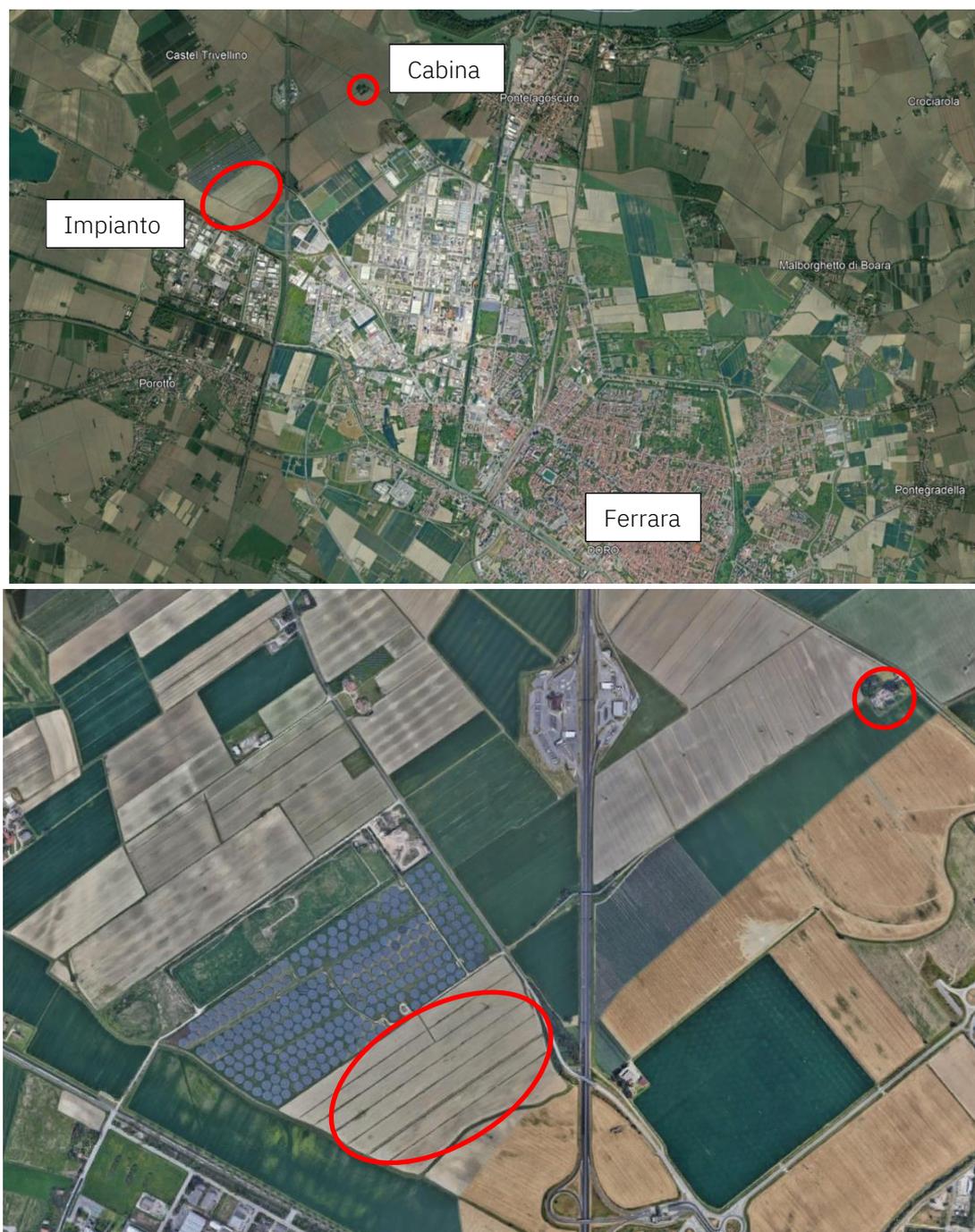


Figure 1 e 2: Ubicazione dell'area e della cabina.

## 2 Inquadramento normativo

I riferimenti normativi in materia di rumore ambientale sono:

- Legge n°447 del 26 ottobre 1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;
- DPCM 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- DM 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”;
- D. Lgs n° 194 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.

A titolo di maggiore chiarezza, sono di seguito riportate le principali definizioni:

- **Ambiente abitativo:** ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive.
- **Valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **Valori limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. I valori limite di immissione sono distinti in:
  - **valori limite assoluti**, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
  - **valori limite differenziali**, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.
- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.
- **Tempo di Riferimento (TR):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso fra le ore 06 e le 22 e quello notturno compreso fra le 22 e le 06.
- **Tempo di Osservazione (TO):** è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- **Tempo di Misura (TM):** All'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle

caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

- **Lp - Livello di pressione sonora:** esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) ed è dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \text{ Log } (p/p_0)^2 [\text{dB}]$$

dove:

p è il valore efficace della pressione sonora misurata in Pascal;

p<sub>0</sub> è il valore di riferimento della pressione sonora pari a 20 µPa.

- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A":** valore del livello di pressione sonora ponderata in curva "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq} = 10 \text{ Log } [1/ (t_2 - t_1) \cdot \int_0^T p_A^2(t)/p_0^2 dt ] [\text{dB(A)}]$$

dove:

L<sub>Aeq</sub> è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t<sub>1</sub> e termina all'istante t<sub>2</sub>;

p<sub>A</sub>(t) è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa);

p<sub>0</sub> = 20 µPa è la pressione sonora di riferimento.

- **Livello di rumore ambientale (LA):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:
  - nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM;
  - nel caso dei limiti assoluti è riferito a TR.
- **Livello di rumore residuo (LR):** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Livello differenziale di rumore (LD):** differenza tra il livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR):

$$LD = (LA - LR)$$

- **Livello di emissione:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.
- **Fattore correttivo (Ki):** è la correzione in dB(A) introdotta per tenere conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:
  - per la presenza di componenti impulsive  $KI = 3$  dB
  - per la presenza di componenti tonali  $KT = 3$  dB
  - per la presenza di componenti in bassa frequenza  $KB = 3$  dB

I fattori di correzione di cui sopra non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

- **Livello di rumore corretto (LC):** è definito dalla relazione:  $LC = LA + KI + KT + KB$

Classi di destinazione d'uso del territorio		Valori limite delle sorgenti sonore (DPCM 14/11/97) Leq in dB(A)									
		emissione		immissione		qualità		attenzione			
		diurno	nott.	diurno	nott.	diurno	nott.	diurno	nott.	diurno orario	nott. orario
I	aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37	50	40	60	45
II	aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45	52	42	55	45	65	50
III	aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47	60	50	70	55
IV	aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52	65	55	75	60
V	aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57	70	60	80	65
VI	aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70	70	70	80	75

Tab. 1 – Valori limite delle sorgenti sonore di cui al D.P.C.M. 14/11/97

Il criterio differenziale non si applica alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico sono riportate nel Decreto Ministeriale 16/03/1998 con particolare riferimento all'art. 2 ed agli all. A e B.

Esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno si prende in considerazione la presenza di un rumore a tempo parziale nel caso di persistenza del rumore stesso

per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il rumore a tempo parziale sia non superiore ad 1 ora il valore del rumore ambientale, misurato in  $Leq(A)$ , dev'essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il  $Leq(A)$  dev'essere diminuito di 5 dB(A).

Si fa notare inoltre che, nel caso vengano riconosciute componenti impulsive o tonali penalizzabili nel rumore ambientale, sia per l'ambiente esterno sia per l'ambiente abitativo, il livello di rumore ambientale deve essere corretto mediante fattori correttivi ( $K_i$ ):

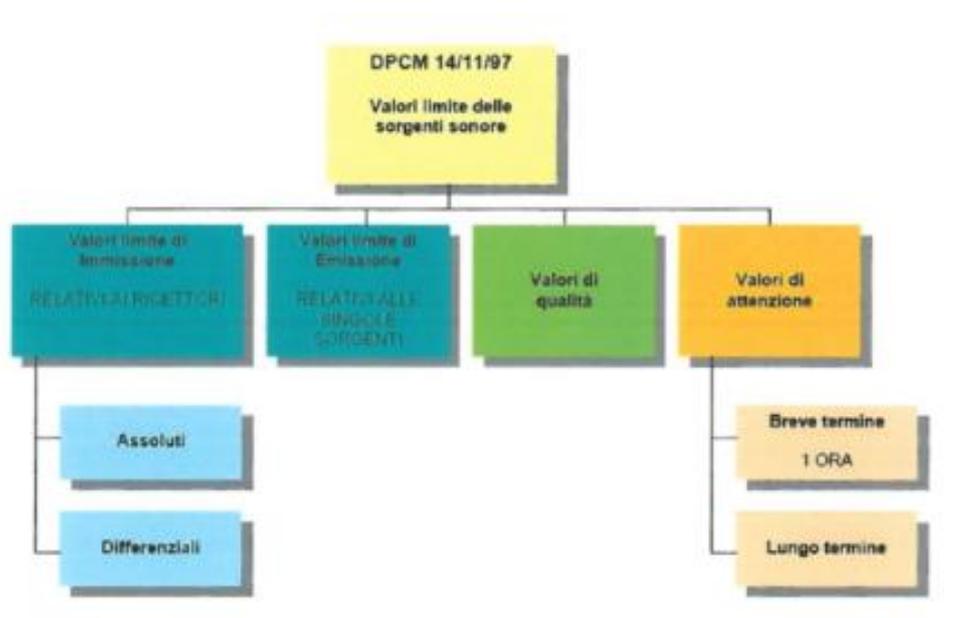
- per la presenza di componenti impulsive  $KI = 3 \text{ dB}$ ;
- per la presenza di componenti tonali  $KT = 3 \text{ dB}$ ;
- per la presenza di componenti in bassa frequenza  $KB = 3 \text{ dB}$

Il livello di rumore corretto è pertanto definito dalla relazione:

$$LC = LA + KI + KT + KB$$

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

Come previsto dal D.M. 16.03.1998, se l'analisi in frequenza rivela la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo  $KT$  nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione  $KB$  così come definita al punto 15 dell'allegato A (al D.M. 16.03.1998 ndr), esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.



## 2.1. Fasce di pertinenza acustica per infrastrutture stradali

Il D.P.R. 30 marzo 2004 n° 142 stabilisce le fasce di pertinenza delle diverse infrastrutture stradali e i relativi limiti d'immissione presso i ricettori sensibili, sia per infrastrutture nuove che esistenti.

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01 - Norme funz. e geom. Per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - Autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. In data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n.447 del 1195			
F - locale		30				

Tabella 1.1 – Strade di nuova realizzazione

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo norma CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - Autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)			70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55

D - urbana di scorrimento	Da (strade e carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. In data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforma alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n.447 d			
F - locale		30				

*Tabella 1.2 – Strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)*

Il D.P.C.M. 14/11/1997, art. 3, comma 2, relativamente alle infrastrutture stradali afferma che:

“Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all’art. 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995, n. 447, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, non si applicano all’interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi. All’esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione”.

Nella valutazione dei limiti assoluti di immissione, quindi, all’interno delle fasce non va incluso il contributo delle sorgenti indicate, mentre va incluso all’esterno delle fasce.

All’interno delle fasce vanno invece rispettati:

- i limiti di emissione relativi a tutte le sorgenti sonore ad esclusione di quelle indicate (stradali, ferroviarie, ecc...).
- i limiti di immissione assoluti, definiti dalla classificazione assegnata alla fascia, relativamente a tutte le sorgenti sonore ad esclusione di quelle indicate (stradali, ferroviarie, ecc...).

Si riporta a tal proposito l’art. 3, comma 3, dello stesso Decreto:

“All’interno delle fasce di pertinenza, le singole sorgenti sonore diverse da quelle indicate al precedente comma 2, devono rispettare i limiti di cui alla tabella B allegata al presente decreto. Le sorgenti sonore diverse da quelle di cui al precedente comma 2, devono rispettare, nel loro insieme, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, secondo la classificazione che a quella fascia viene assegnata.”

Si ricorda infine che indipendentemente dalle fasce di pertinenza, il criterio differenziale non si applica alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime.

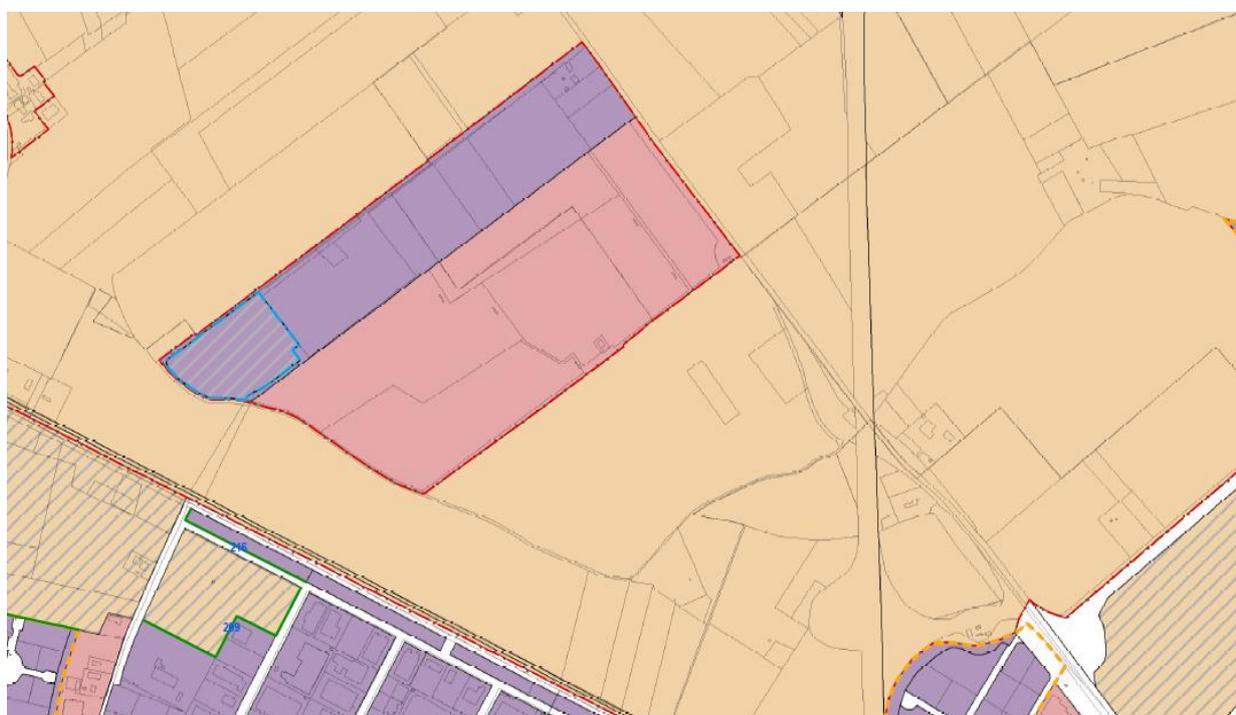
### 3 Descrizione e classificazione acustica dell'area in esame

L'impianto oggetto della presente analisi è ubicato in comune di Ferrara (FE), in un'area rurale destinata attualmente a seminativo.

Alla definizione del clima acustico della zona contribuiscono principalmente le attività rurali ed il traffico veicolare dell'Autostrada A13 – Bologna-Padova della tangenziale Ovest di Ferrara che corre ad Est dell'area.

Il comune di Ferrara dispone di un Piano di Classificazione Acustica del territorio, secondo quanto stabilito da tale strumento **la sorgente ricade all'interno della classe III**, limite assoluto di immissione sonora diurno/notturno pari a 60,0 dB(A)/50,0 dB(A).

Di seguito si riporta la Tavola di classificazione acustica.



Classe acustica
Classe I - aree particolarmente protette
Classe II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
Classe III - aree di tipo misto
Classe IV - aree di intensa attività umana
Classe V - aree prevalentemente industriali
Classe VI - aree esclusivamente industriali

Figura 2: Tavola 3.1 di classificazione acustica del comune di Ferrara.

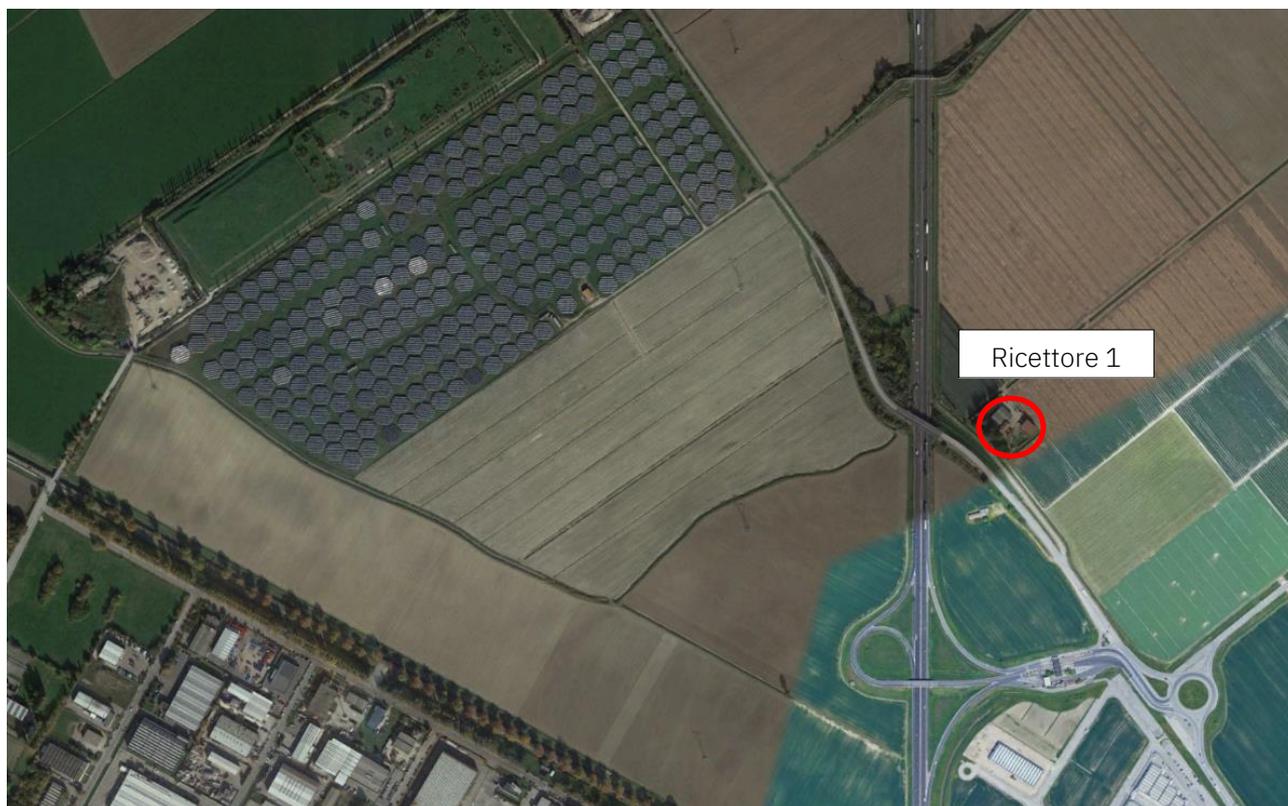
Per i ricettori abitativi devono essere rispettati i **valori limite differenziali: 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno**. Tali valori non si applicano se:

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

### 3.1. Ricettori individuati

Il ricettore individuato (R1) ricade all'interno della classe III – Aree di tipo misto, limite assoluto di immissione sonora diurno/notturno pari a 60,0 dB(A)/50,0 dB(A).

Di seguito viene riportata la sua ubicazione.



*Figura 3: Ubicazione recettori individuati.*

## 4 Indagine fonometrica svolta

Al fine di valutare l'impatto acustico previsionale delle opere in progetto nelle immediate vicinanze è stata condotta un'apposita campagna fonometrica.

I rilevamenti, volti all'acquisizione del parametro di Livello equivalente di pressione sonora in curva di ponderazione 'A' su tempo breve, sono stati eseguiti in assenza di precipitazioni atmosferiche e assenza di vento e, più in generale, in condizioni atmosferiche compatibili con la normale stagione invernale. La sonda microfónica è stata in ogni caso posizionata a distanza non inferiore a cm 100 da qualsivoglia piano riflettente posto nelle adiacenze; più in generale, sono state osservate le indicazioni impartite in proposito dal D.M. 16 marzo 1998.

Durante la campagna fonometrica è stato rilevato il **Livello di rumore residuo (Lr)** presente in sito tramite tre misure, effettuate durante il tempo di riferimento diurno, in quanto l'impianto sarà attivo solamente di giorno.

I tempi di misura ( $T_M$ ) relativi alla misurazione del livello di rumore residuo ed ambientale sono di circa 3.5 ore. I tempi di misura si ritengono esaustivi per la descrizione dei potenziali fenomeni disturbanti.

I livelli continui equivalenti di rumore ambientale da confrontare con i limiti di immissione ed emissione assoluti sono stati calcolati a partire dalla potenza sonora degli impianti in progetto.

I valori dei livelli di rumore residuo da confrontare per l'applicazione del criterio differenziale sono quelli rilevati in prossimità dei ricettori individuati.

Le eventuali componenti impulsive e/o tonali sono state valutate mediante software "Noise & Vibration Works" secondo gli standard ISO 226:2003.

I risultati dell'indagine fonometrica sono stati arrotondati a 0,5 dB.

L'apparecchiatura di misura, conforme a quanto previsto dall'art. 2 del D.M. 16 marzo 1998 è costituita da:

- Fonometro integratore di precisione di classe 1 Larson Davis 831;
- Microfono a condensatore da 1/2 a campo libero tipo PCB;
- Calibratore acustico 01 dB di classe 1.

In Allegato 1 si riportano i relativi certificati di taratura.

Si riporta di seguito l'ubicazione dei punti di misura.



Figura 4: Ubicazione punti di misura.

#### 4.1 Report delle misure

L'indagine fonometrica è stata svolta il 24 febbraio 2023 presso il ricettore R1.

Il punto di misura presso i ricettori è stato scelto in prossimità della facciata più esposta al rumore, a distanza maggiore di 1 m da qualsiasi piano riflettente.

Il microfono è stato posizionato a circa 4,0 m di altezza e direzionato verso la futura sorgente di rumore costituita dall'impianto.

La seguente tabella riporta il rumore residuo rilevato.

Punto di misura	Livello misurato	Tempo di riferimento ( $T_R$ )	Ora di avvio misura	Tempo di misura ( $T_M$ )	Leq rilevato [dBA]	Leq corretto e arrotondato [dBA]
PM1	LR (Livello residuo)	Diurno (06-22)	9:40	3h 35'55" (12955 s)	56.1	56.0

Le misure sono arrotondate a 0.5 dB(A) In allegato 2 si riportano i grafici con la Time History.

**Tabella 2** – Report d'indagine fonometrica del rumore residuo svolta

I dettagli di ciascuna misura sono riportati in allegato.

## 5 Valutazione di impatto acustico – Fase di esercizio

### 5.1 Modello previsionale Soundplan

SoundPlan appartiene a quella classe di modelli previsionali, basati sulla tecnica del Ray Tracing, che permettono di simulare la propagazione del rumore in situazioni di sorgente ed orografia complesse.

Di seguito si riporta la descrizione delle informazioni implementate nel modello di calcolo utilizzate per svolgere la valutazione di impatto acustico.

Le informazioni che il modello SoundPlan deve possedere, per fornire le previsioni dei livelli equivalenti che ci permetteranno di verificare il rispetto dei limiti assoluti di immissione e del criterio differenziale, sono molte e riguardano: le sorgenti sonore, la propagazione delle onde e in ultimo i ricettori. Quindi risulta necessario fornire al programma la topografia dell'area oggetto di studio, comprensiva non solo delle informazioni riguardanti il terreno e gli ostacoli che possono influenzare la propagazione del rumore, ma anche delle caratteristiche di linee stradali e naturalmente della disposizione e dimensioni degli edifici. Questi ultimi oltre ad essere ostacoli alla propagazione del rumore, sono spesso i bersagli dello studio. Per la modellizzazione degli edifici il programma richiede: l'altezza del piano terra e dei piani successivi, il numero di piani, la quota di ogni vertice che costituisce il poligono di base (sia la quota del terreno in quel punto che l'eventuale altezza dell'edificio rispetto al terreno) e le perdite dovute alla riflessione per ciascuna facciata.

Il programma permette di calcolare i livelli sonori dovuti a diversi tipi di sorgenti industriali, ferroviarie e stradali. La stima del livello sonoro tiene conto della composizione del traffico, del numero e della velocità dei veicoli, della tipologia dell'asfalto e della pendenza della strada.

Ogni modello scelto per i vari tipi di sorgenti presenta algoritmi propri per il calcolo dell'effetto del suolo, dell'assorbimento e degli altri fenomeni coinvolti; relativamente alle sorgenti puntiformi si deve evidenziare che lo standard di calcolo utilizzato per effettuare le simulazioni è quello riportato nella norma UNI EN ISO 9613-2:1996.

Per quanto riguarda le condizioni meteo sono state utilizzate quelle di default del modello più precisamente la temperatura è di 10°C, l'umidità relativa pari al 70%, pressione atmosferica 1013,25 mbar, assenza di vento. Tali condizioni sono fissate dallo standard ISO 9613-2:1996. L'assorbimento dell'energia acustica dovuta all'aria è stato calcolato secondo lo standard ISO 9613-2:1996.

## 5.2 Descrizione del progetto e delle sorgenti sonore previste

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di potenza nominale pari a 24 MW e relative opere di collegamento alla Rete Elettrica Nazionale (RTN).

Le principali sorgenti sonore previste dal progetto sono costituite dagli inverter e dai trasformatori. Nell'area del campo fotovoltaico sono previsti 6 cabinati contenenti 2 trasformatore BT/MT ciascuno; all'interno del campo sono inoltre presenti gli string inverter caratterizzati da emissioni sonore trascurabili e pertanto non sono stati considerati nel presente studio.

Gli impianti saranno attivi solo nel periodo diurno.

## 5.3 Dati di input del modello

Nella tabella seguente viene riportato lo spettro di potenza sonora relativo ai trasformatori, ricavato da rilievi eseguiti su sorgenti analoghe.

Freq [Hz]	Trasformatore	Freq [Hz]	Trasformatore
25	64.9	1000	56.7
31.5	64.4	1250	55.0
40	65.0	1600	53.1
50	65.8	2000	50.2
63	68.8	2500	48.8
80	69.2	3150	47.7
100	82.5	4000	49.3
125	65.3	5000	49.6
160	60.1	6300	50.6
200	73.7	8000	51.9
250	58.6	10000	51.4
315	65.4	12500	51.2
400	70.0	16000	47.4
500	57.7	20000	42.4
630	57.6	<b>Lw [dBA]</b>	<b>84.0</b>
800	58.5		

*Tabella 5: Spettro di potenza sonora dei trasformatori.*

Ai fini modellistici tutte le sorgenti sonore sono state schematizzate come puntiformi in quanto risulta verificata la condizione citata nella norma UNI 11143-1 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti": distanza fra sorgente e ricevitore pari ad almeno 2 volte le dimensioni massime della sorgente.

Inoltre, a scopo cautelativo le sorgenti sonore sono state considerate come se fossero ubicate in esterno, pertanto senza nessun effetto di mitigazione da parte delle pareti delle cabine.

#### 5.4 Risultati delle simulazioni per la fase di esercizio

Di seguito vengono riportati i livelli sonori massimi presso il ricevitore generati dalle sorgenti dell'attività durante l'intero periodo diurno, considerando per tutte le sorgenti sonore un funzionamento continuo nell'intero periodo di riferimento.

In Allegato 3 viene riportata la mappatura delle isofoniche relativa al periodo diurno (Tavola 1).

Codifica ricevitore	Contributo sonoro diurno sorgenti di progetto	Limite emissione diurno [dBA]	Limite immissione diurno [dBA]
R1	29.5	55	60

Tabella 6: Risultati delle stime relative allo scenario di progetto (fase di esercizio).

Di seguito vengono riportate le principali considerazioni relative ai risultati riportati in tabella:

- verifica del limite di emissione presso tutti i ricettori considerati;
- verifica del limite di immissione presso tutti i ricettori considerati; il contributo complessivo delle sorgenti di progetto, infatti, risulta inferiore di oltre 10 dBA rispetto al limite previsto, risultando trascurabile ai fini della verifica del limite.

Per quanto riguarda il criterio differenziale, il contributo massimo delle sorgenti sonore di progetto stimato in facciata ai ricettori risulta inferiore a 50 dBA; tale condizione garantisce la verifica del criterio differenziale durante il periodo diurno a prescindere dall'entità del rumore residuo.

## 6 Valutazione di impatto acustico – Fase di cantiere

### 6.1 Normativa di riferimento

La DGR n. 1197 del 21 settembre 2020 dell'Emilia-Romagna, "Criteri per la disciplina delle attività rumorose, in deroga ai limiti acustici normativi, ai sensi dell'art. 11 comma 1 della L.R. n. 15/2001", definisce in modo articolato le modalità di richiesta di autorizzazione in deroga e i limiti, sia orari che acustici, cui il cantiere è tenuto a rispettare. Le attività di cantiere possono essere svolte dalle ore 07.00 alle 20.00 tutti i giorni. Le lavorazioni ritenute particolarmente disturbanti, che comportano l'impiego di attrezzature rumorose come ad esempio martelli demolitori, flessibili, seghe circolari, ecc., saranno consentite nei periodi 08.00- 13.00 e 15.00-19.00.

Per i cantieri in ambiente esterno, nelle fasce orarie 08.00-13.00 e 15.00-19.00 non dovrà essere superato il valore limite di 70 dBA, con tempo di misura (TM)  $\geq$  10 minuti, rilevato in facciata ai ricettori, intesa ad 1 m dalla parete nell'ambiente esterno. Nelle restanti fasce orarie (07.00-08.00, 13.00-15.00, 19.00-20.00) dovranno essere rispettati i valori limite assoluti di immissione individuati dalla classificazione acustica comunale, misurati con tempo di misura (TM)  $\geq$  10 minuti, rilevato in facciata ai ricettori, mentre restano derogati i limiti differenziali e le penalizzazioni per presenza di componenti tonali ed impulsive.

### 6.2 Descrizione delle fasi di cantiere

Le attività rumorose associate al cantiere oggetto di valutazione sono generate dai macchinari utilizzati nelle varie fasi previste.

Le attività di cantiere verranno svolte negli orari 8.00-13.00 e 15.00-19.00.

Nella tabella seguente vengono riportate le fasi significative dal punto di vista delle emissioni sonore con i relativi macchinari previsti.

Id. fase	Fase	Id. sottofase	Sottofase	Macchinari utilizzati
F1	Realizzazione campo fotovoltaico	F1.1	Scavi, movimento terra e realizzazione viabilità interna	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore
		F1.2	Montaggio strutture di sostegno e installazione moduli FV	Autocarri Macchine trivellatrici Autogru gommate
		F1.3	Realizzazione trincea di scavo, posa cavi e ripristino trincea scavo	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore Vibratore a piastra Argani per stendimento cavi
		F1.4	Realizzazione basamenti e opere in calcestruzzo	Autocarri Escavatori cingolati Betoniere Pompe calcestruzzo
		F1.5	Posa in opera di cabinati	Autocarri Autogru gommate

Tabella 7: Fasi di cantiere con relativi macchinari utilizzati.

### 6.3 Metodologia di calcolo

Le emissioni sonore legate alle attività del cantiere, sono state stimate utilizzando abachi e modelli semplificati di calcolo; quindi, partendo dal livello di potenza acustica di ciascuna tipologia di sorgente ed applicando la legge di propagazione del rumore in campo libero, sono stati stimati i livelli di pressione sonora a distanze variabili.

In campo libero, per una sorgente puntiforme irradiante energia in modo uniforme in tutte le direzioni, la relazione che lega il livello di pressione sonora riscontrabile ad una certa distanza “d” dalla sorgente al livello di potenza sonora della sorgente è:

$$L_p = L_w + DI\theta - 20\log(d) - A - 11$$

dove:

d= distanza dalla sorgente

A = fattore correttivo di attenuazione che tiene conto di tutte le condizioni ambientali e meteorologiche

DI $\theta$  = 10log(Q) = indice di direttività della sorgente

## 6.4 Stima dei livelli sonori relativi alle attività di cantiere

Le caratteristiche di rumorosità dei macchinari di cantiere sono state desunte dallo studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11".

Nella tabella seguente vengono riportati i macchinari utilizzati nelle diverse fasi individuate in precedenza con le relative caratteristiche di emissioni sonora.

Macchina	n.	Lw	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K
		dB(A)	dB	dB	dB	dB						
<b>F1.1</b>												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8
<b>F1.2</b>												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
Macchina trivellatrice	1	112.2	96.5	99.9	114.3	114.9	105.9	108.0	103.2	97.5	91.5	85.8
Autogru gommata	1	98.8	105.8	102.6	93.2	92.7	92.6	94.1	93.7	86.5	81.2	72.7
<b>F1.3</b>												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8
Vibratore a piastra	1	110.5	99.6	110.4	109.9	109.8	103.4	103.8	105.9	98.0	92.1	86.8
Argani per stendimento cavi	1	93.7	74.0	70.1	77.9	81.5	86.9	86.6	89.1	86.1	79.6	70.0
<b>F1.4</b>												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5
Betoniera	1	90.4	76.9	82.1	74.5	75.8	81.4	81.1	84.8	84.0	82.9	80.8
Pompe calcestruzzo	1	106.9	96.0	114.2	107.6	104.4	105.2	100.7	99.2	94.7	90.0	89.6
<b>F1.5</b>												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
Autogru gommata	1	98.8	105.8	102.6	93.2	92.7	92.6	94.1	93.7	86.5	81.2	72.7

**Tabella 8: Macchinari di cantiere utilizzati con relative caratteristiche di emissione sonora.**

Noti i livelli di potenza acustica, associabili ad ogni fase di lavorazione, attraverso l'utilizzo delle leggi di propagazione sonora in campo libero sono stati calcolati i livelli di pressione a diverse distanze. Nella figura seguente viene riportato il grafico del decadimento dell'energia sonora per effetto della divergenza geometrica relativo alle sottofasi precedentemente individuate; nel grafico viene evidenziato il limite relativo all'attività temporanea di cantiere (70 dBA) applicabile nelle fasce orarie 08.00-13.00 e 15.00-19.00.

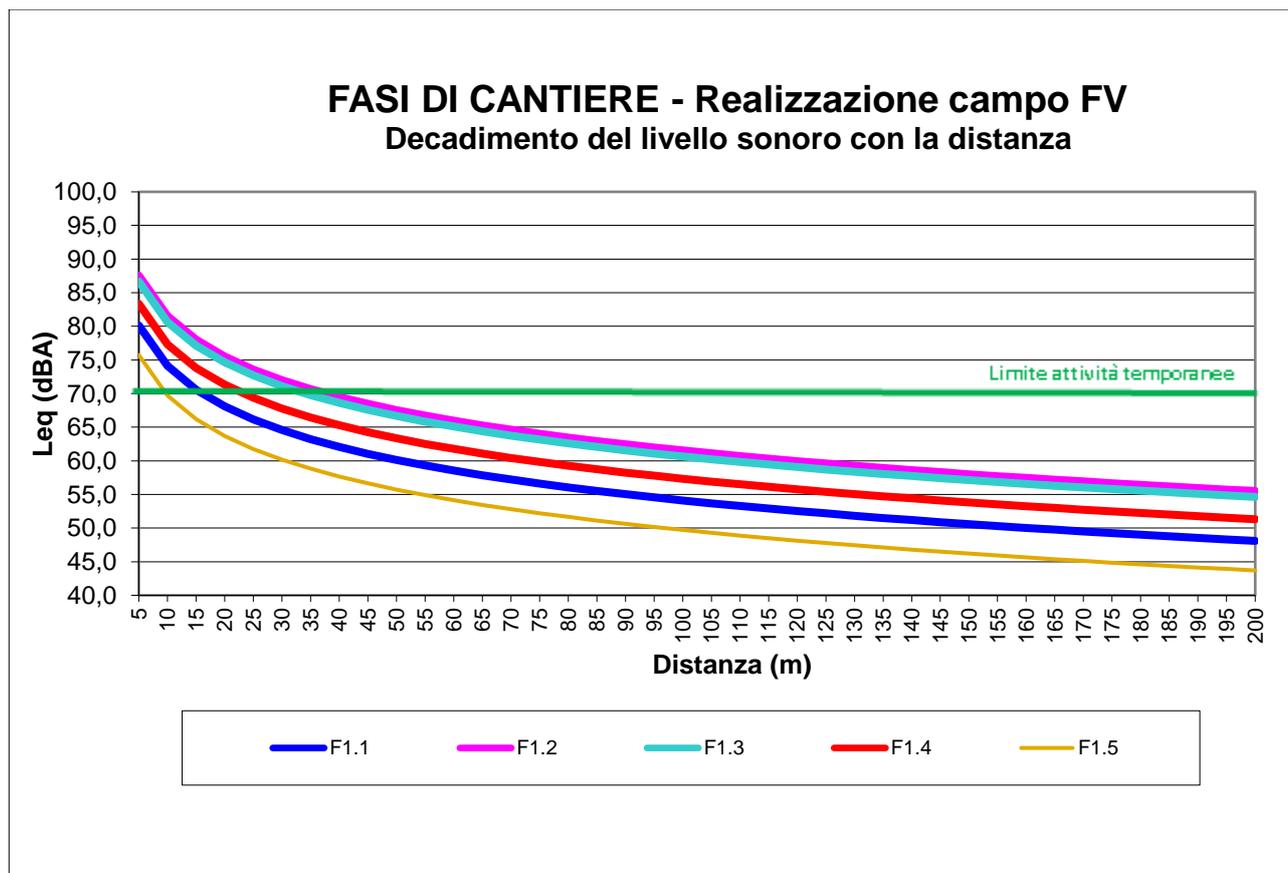


Figura 9: Curve di decadimento dell'energia sonora relative alle sottofasi di cantiere per la realizzazione del campo FV.

Per la verifica dei limiti previsti, l'approccio seguito è quello del "worst case", caso più sfavorevole, ovvero il momento in cui tutte le attrezzature appartenenti alla stessa fase di lavorazioni vengono utilizzate contemporaneamente e nello stesso punto. Va evidenziato che tale momento (di massimo disturbo) in realtà ha una durata limitata nel tempo.

Inoltre, poiché i macchinari utilizzati risultano essere mobili non è possibile individuare in planimetria il loro posizionamento esatto; per tale ragione le stime verranno effettuate nell'ipotesi di minima distanza ragionevolmente verificabile tra sorgente e ricettore. Nella tabella seguente vengono

riportate le distanze minime tra sorgente e ricettore per ciascuna delle fasi lavorative individuate nell'ipotesi peggiore di posizionamento delle sorgenti sonore in prossimità del confine dell'area di cantiere.

Fase principale di cantiere	Id. sottofase di cantiere	Sottofase di cantiere	Distanza minima dal cantiere per la verifica del limite [m]
F1 - Realizzazione campo fotovoltaico	F1.1	Scavi, movimento terra e realizzazione viabilità interna	16
	F1.2	Montaggio strutture di sostegno e installazione moduli FV	38
	F1.3	Realizzazione trincea di scavo, posa cavi e ripristino trincea scavo	34
	F1.4	Realizzazione basamenti e opere in calcestruzzo	23
	F1.5	Posa in opera di cabinati	10

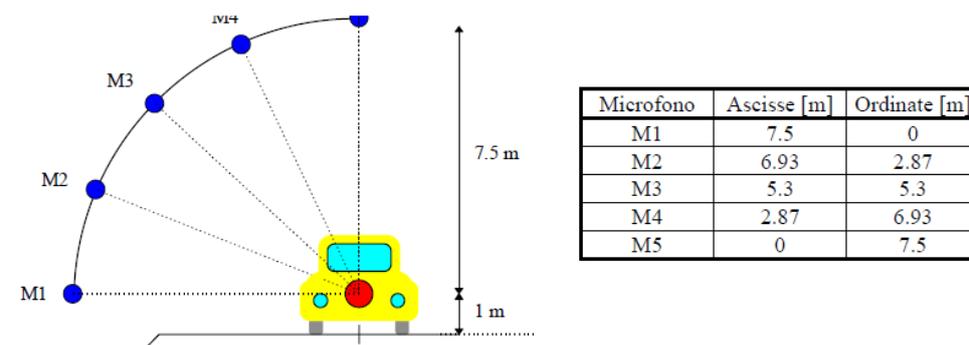
*Tabella 10: Distanze fra cantiere e ricettore necessarie per il rispetto dei limiti previsti per le attività di cantiere.*

Alla luce delle considerazioni eseguite, relativamente alle attività di cantiere per la realizzazione del campo FV non risulta necessaria la richiesta di autorizzazione in deroga. Il ricettore più vicino al campo FV risulta infatti ubicato a distanza pari a ca. 180 m, superiore alle distanze riportate in tabella.

Per quanto riguarda il traffico indotto di mezzi pesanti si stima un numero pari a 10 veicoli pesanti al giorno per l'approvvigionamento del materiale, ovvero 20 transiti A/R.

L'impatto acustico generato dal traffico di mezzi pesanti verrà valutato mediante l'uso del SEL. Nell'ambito del Progetto DISIA, promosso dal Ministero dell'Ambiente, denominato "Individuazione degli obiettivi di risanamento acustico nelle aree urbane" (1994) è stata effettuata la caratterizzazione del SEL derivante dal transito di veicoli leggeri e pesanti a varie velocità ed in

condizioni di differenti di manto e pendenza stradale<sup>1</sup>. Grazie a tale progetto sono stati prodotti numerosi articoli scientifici, il software “City Map” nonché lezioni e dispense di Fisica Tecnica della Facoltà di Ingegneria dell’Università di Parma. Dalla letteratura scientifica conseguentemente prodotta a seguito del progetto DISIA è stato reperito il valore del SEL di un transito di un mezzo pesante di circa 84.6 dBA<sup>2</sup> calcolato a 7.5 metri dalla sorgente sonora (posizione M1 nella figura seguente).



La formula del SEL è di seguito riportata:

$$SEL = Leq + 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

dove:

$T_0 = 1 \text{ s}$

T = durata dell’evento in secondi

Se in un determinato intervallo di tempo T si verificano n eventi, ciascuno con un livello SELi associato, il livello sonoro equivalente relativo all’intervallo T è espresso da:

$$LAeq = \left[ 10 \cdot \log \left( \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{SEL_i/10} \right) \right] dB(A)$$

Nel nostro caso n = 20 transiti A/R con SEL = 84.6 dBA cadauno e T = 3600 s.

Tutto ciò premesso, per effetto della propagazione sonora di una sorgente lineare, è stato calcolato un livello equivalente diurno pari a 50.0 dBA già a 5 m dal bordo carreggiata (7.5 m dalla sorgente), ovvero inferiore di oltre 10 dBA rispetto al limite di legge diurno (Classe III – 60 dBA) già a ridosso della carreggiata. Tale livello rende l’effetto del transito di mezzi pesanti trascurabile.

<sup>1</sup> A. Farina, G. Brero, G. Pollone - “Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la mappatura acustica delle aree urbane” - Atti del Convegno NOISE & PLANNING ’96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

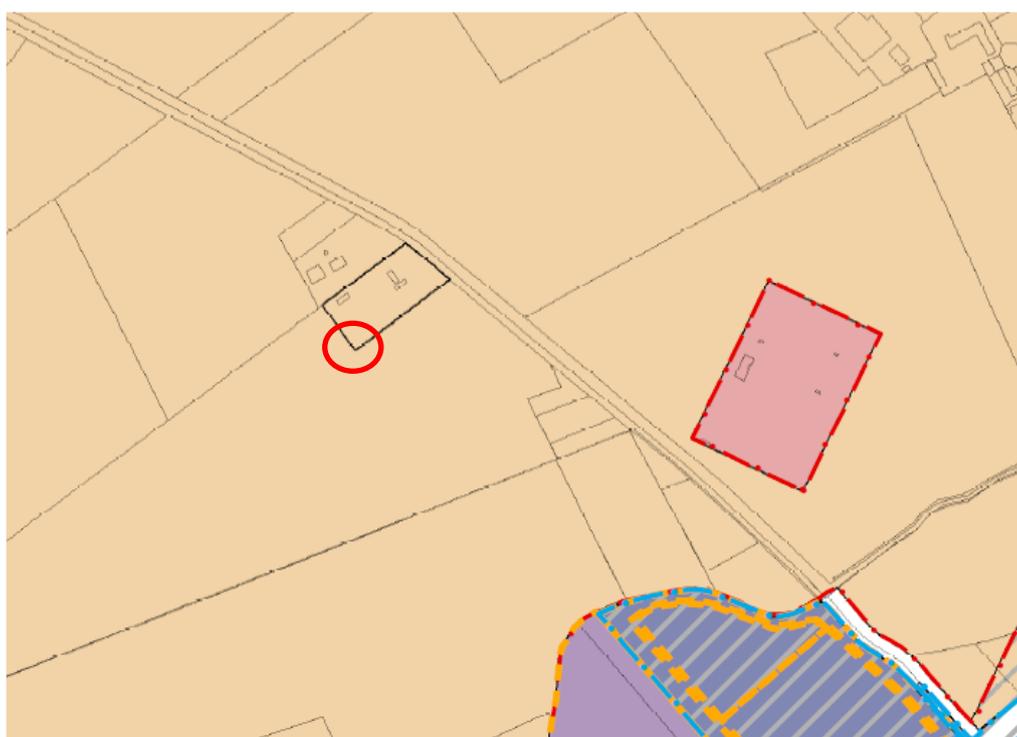
<sup>2</sup> Roberta Corona – Propagazione Esterna con sorgente lineare - lezione del 23/01/2003.

## 7 Descrizione, classificazione e valutazioni acustiche dell'area presso la cabina

La cabina di trasformazione AT/MT prevista dal progetto sarà ubicata in Comune di Ferrara (FE) a circa 1.50 km dal campo dove è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

A contribuire al clima acustico della zona contribuiscono principalmente le attività agricole delle aree circostanti ed il traffico veicolare che interessa via delle Bonifiche, posta a Est della cabina.

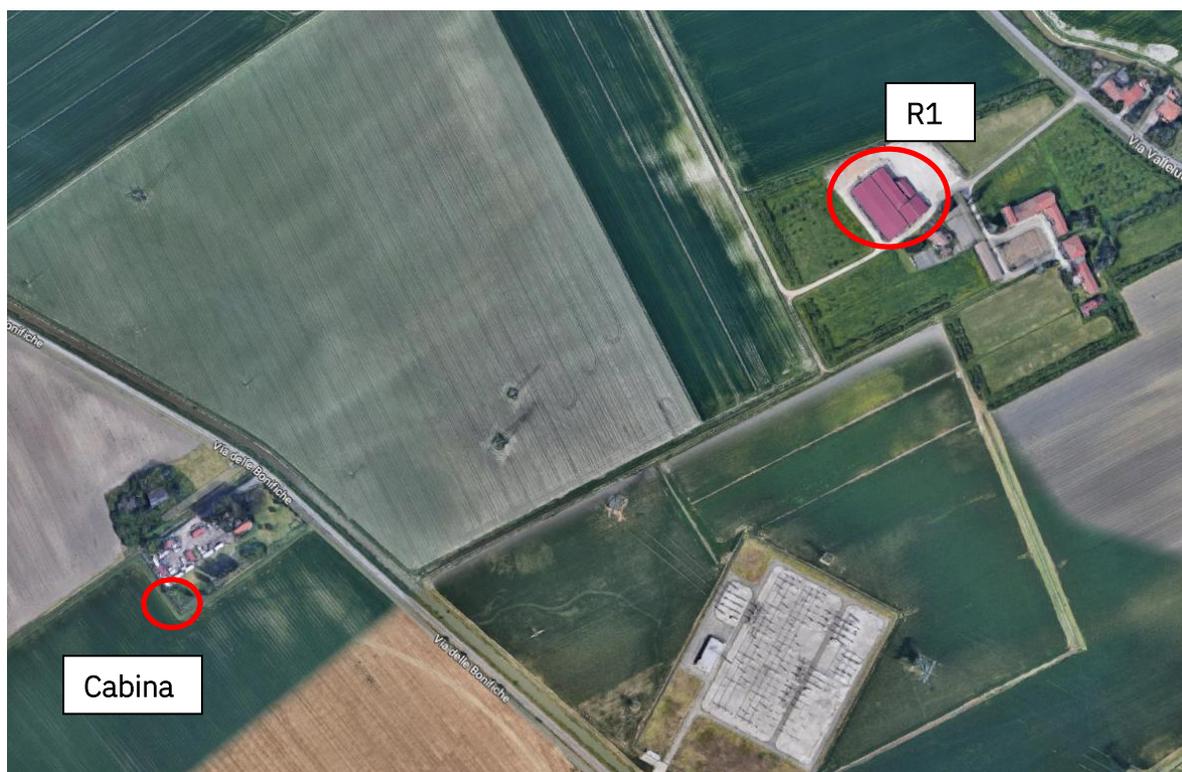
In base alla classificazione acustica del territorio e, secondo quanto stabilito da questo strumento, l'area della cabina ricade all'interno della **III Classe** (limite assoluto di immissione sonora diurno/notturno pari a 60,0 dB(A)/50,0 dB(A)).



Classe acustica	
	Classe I - aree particolarmente protette
	Classe II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
	Classe III - aree di tipo misto
	Classe IV - aree di intensa attività umana
	Classe V - aree prevalentemente industriali
	Classe VI - aree esclusivamente industriali

Figura 11: Stralcio della tavola 3.1 della classificazione acustica.

## 7.1 Ricettori individuati



*Figura 12: Ubicazione del ricettore individuato.*

Il ricettore individuato dista circa 630 metri dall'area della cabina in progetto e ricade all'interno della **III Classe** (limite assoluto di immissione sonora diurno/notturno pari a 60,0 dB(A)/50,0 dB(A)).

## 7.2 Sorgenti

Nell'impianto verrà effettuata la trasformazione dell'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico da media tensione a 30 kV ad alta tensione 132 kV. Nell'area prevista per la realizzazione della cabina 132/30kV verrà realizzato un fabbricato (dimensioni indicative 21 m x 4 m altezza da terra 3 m) per il contenimento delle apparecchiature in media tensione, dei quadri di comando e di controllo del campo fotovoltaico. Sarà inoltre realizzato un piazzale all'aperto per le apparecchiature in Alta Tensione.

L'impianto sarà completamente telecomandato, esercito a distanza, e non è prevista quindi la presenza stabile di personale, fatti salvo i lavori di manutenzione che si rendessero eventualmente necessari.

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

- Tensione nominale al primario kV 132
- Tensione nominale al secondario kV 30
- Frequenza Hz 50

- Corrente nominale A 800
- Corrente di corto circuito KA 31.5
- Trasformatore 132/30 kV 25 MVA

Le apparecchiature AT presenti saranno: terminali del cavo, scaricatori, trasformatori di tensione, sezionatore, trasformatore di corrente, interruttori, trasformatore AT/MT; detti elementi saranno connessi tra loro mediante conduttori di collegamento, morsetteria in lega di alluminio, conduttori in corda di alluminio di diametro 36 mm.

L'unica apparecchiatura generatrice di rumore sarà il trasformatore AT/MT. Per la scelta di tale macchina elettrica si opterà tra quella a più bassa emissione sonora e pertanto i livelli di rumorosità prodotti rispetteranno quanto indicato nel D.P.C.M. 14/11/97.

La cabina di trasformazione AT/MT conterrà quindi 2 trasformatori da 25MVA, dei quali uno attivo ed uno di riserva.

Si riporta di seguito uno stralcio della Specifica tecnica di e-distribuzione (Specifico Tecnica CNS-I&N-O&M-19-01-ITA, Versione n. 1 del 12/06/2019, Oggetto: Cabina Primaria Standard, Ambito di Applicazione: e-distribuzione S.p.A.)

*“La Tabella 7.9.1 fornisce, per alcuni scenari, le distanze minime da garantire tra i trasformatori ed i potenziali ricettori più vicini, per conseguire il rispetto del limite di emissione in funzione della classificazione acustica assegnata a questi ultimi, e del criterio differenziale. Nella composizione degli scenari lo studio ha considerato come variabile la taglia dei trasformatori installati; si riporta in tabella l'installazione di una coppia di TR da 16, 25 o 40 MVA*

*La tabella riguarda il caso più critico, ossia quello in cui il suolo circostante la CP abbia caratteristiche acustiche riflettenti e quindi favorisca la propagazione del rumore. Tale caso fornisce le maggiori distanze e quindi una valutazione più cautelativa per e-distribuzione. Le valutazioni sono formulate solo in relazione al tempo di riferimento notturno, che ha i limiti più stringenti rispetto al tempo di riferimento diurno.*

*I valori indicati sono stati calcolati assumendo le ipotesi, in generale piuttosto cautelative, illustrate nella “Simulazione del livello di immissione specifico nell'ambiente circostante per nuove Cabine Primarie in configurazione standard” (Rapporto CESI n° B9000300 del 23/01/2019) ...”*

La tabella seguente indica la distanza minima tra sorgente e ricettore alla quale i limiti di emissione e differenziale vengono rispettati (in rosso è evidenziato il caso in oggetto: 2 trasformatori da 25 MVA).

Distanza minima dei trasformatori dalla facciata di ricettori / ambienti abitativi [m]							
Trasformatori	Limite di emissione (classe di appartenenza del ricettore)						Criterio differenziale
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI	
n°2 da 16 MVA	40 m	25 m	10 m	< 10 m	< 10 m	< 10 m	20 m
<b>n°2 da 25 MVA</b>	50 m	30 m	<b>15 m</b>				<b>25 m</b>
n°2 da 40 MVA	80 m	40 m	25 m	15 m			35 m

**Nota:** le valutazioni sono espresse considerando il livello di potenza sonora prescritto in specifica, corretto con le formule (5) e (7) della IEC 60076-10:2016, ulteriormente maggiorato per tenere conto delle variazioni della tensione di rete.

**Tabella 7.9.1 - Distanze minime da ricettori – Tempo di Riferimento notturno**

Secondo tali simulazioni cautelative, la rumorosità dovuta ai trasformatori in progetto è ampiamente entro i limiti di normativa, in quanto il ricettore R1 si trova a 630 m dalla Cabina AT/MT.

## 8 Conclusioni

La presente relazione viene redatta allo scopo di valutare l'impatto acustico generato dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra nel Comune di Ferrara ed una cabina di trasformazione AT/MT in progetto a circa 1.5 km di distanza, sempre all'interno del territorio comunale di Ferrara.

La stima dei livelli sonori generati presso i ricettori per la fase di esercizio del campo fotovoltaico è stata eseguita con il modello previsionale Soundplan (versione 8.1); le simulazioni hanno evidenziato il rispetto dei limiti di legge, ovvero dei limiti assoluti (emissione ed immissione) e del criterio differenziale durante il periodo diurno.

Per quanto riguarda le attività di cantiere per la realizzazione del campo FV, le stime sono state eseguite con modello di calcolo semplificato basato sulla formula di propagazione del suono in campo libero; i calcoli hanno permesso di individuare le distanze minime dal cantiere per la verifica del limite previsto per le attività temporanee (pari a 70 dBA).

Alla luce di quanto esposto non si evidenzia la presenza di ricettori a distanze inferiori a quelle ricavate; pertanto, non risulta necessaria la richiesta di autorizzazione in deroga.

In ogni caso, per ridurre al minimo il disturbo generato presso i ricettori saranno impiegati mezzi e macchine tecnologicamente adeguate e gli interventi più rumorosi saranno limitati allo stretto necessario.

Il traffico indotto di mezzi pesanti non determina superamenti di legge già alla distanza di 5 metri dal bordo carreggiata.

Per quanto riguarda la Cabina di Trasformazione AT/MT, secondo simulazioni cautelative, la rumorosità dovuta ai trasformatori in progetto è ampiamente entro i limiti di normativa, in quanto il ricettore R1 si trova a circa 630 m dalla cabina.

Il tecnico in acustica

Dott. Paolo Gabici

ENTECA n. 5178/2018



# Allegato 1

## Certificati taratura strumentazione

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration*

- data di emissione <i>date of issue</i>	<b>2021/09/23</b>
- cliente <i>customer</i>	<b>SPECTRA S.r.l.</b> Via J. F. Kennedy, 19 - 20871 Vimercate (MB)
- destinatario <i>receiver</i>	<b>CUBE S.r.l.</b> Via Emilia, 67 - 40026 Imola (BO)
- richiesta <i>application</i>	<b>T530/21</b>
- in data <i>date</i>	<b>2021/09/20</b>
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	<b>Fonometro</b>
- costruttore <i>manufacturer</i>	<b>LARSON DAVIS</b>
- modello <i>model</i>	<b>831</b>
- matricola <i>serial number</i>	<b>0004428</b>
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	<b>2021/09/22</b>
- data delle misure <i>date of measurements</i>	<b>2021/09/23</b>
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	<b>21-1181-RLA</b>

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System.*

*ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration***DESCRIZIONE DELL'OGGETTO IN TARATURA**

Fonometro LARSON DAVIS tipo 831 matricola n° 0004428 (Firmware 2.311)  
Preamplificatore PCB tipo PRM831 matricola n° 046536  
Capsula Microfonica PCB tipo 377B02 matricola n° 171537

**PROCEDURA DI TARATURA**

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura:  
PR006 rev. 00 del del Manuale Operativo del laboratorio.

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

CEI EN 61672-3:2013 (Seconda Edizione)

**CAMPIONI DI LABORATORIO**

Strumento	Marca e Modello	Matricola n°	Data taratura	Certificato n°	Ente
Pistonofono	B&K 4228	1793028	2021-03-12	21-0235-02	I.N.Ri.M.
Multimetro	Keithley 2000	0641058	2021-03-31	046 367929	ARO
Barometro	Druck DPI 141	814/00-08	2021-03-08	034 0204P21	Cesare Galdabini
Termoigrometro	Delta Ohm HD 206-1	07028948	2020-03-18	123 20-SU-0284 123 20-SU-0285	CAMAR Elettronica

**CONDIZIONI AMBIENTALI**

Parametro	Di riferimento	Inizio misura	Fine misura
Temperatura / °C	23,0	25,4	25,8
Umidità relativa / %	50,0	42,1	42,3
Pressione statica/ hPa	1013,25	1017,88	1017,67

**DICHIARAZIONE**

Il fonometro sottoposto alle prove periodiche ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2013, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poiché è disponibile la prova pubblica, da parte di un organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei risultati delle prove di valutazione del modello eseguite secondo la IEC 61672-2:2013, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2013, il fonometro sottoposto alle prove è conforme alle prescrizioni della classe 1 della IEC 61672-1:2013.

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration*

<b>TABELLA INCERTEZZE DI MISURA</b>		
Prova	Frequenza	U
Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (pistonofono)	250 Hz	0,12 dB
Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (calibratore)	1000 Hz	0,16 dB
Rumore autogenerato con adattatore capacitivo		2,50 dB
Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici con accoppiatore attivo	125 Hz	0,28 dB
	1000 Hz	0,28 dB
	8000 Hz	0,36 dB
Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici con calibratore multifrequenza	125 Hz	0,30 dB
	1000 Hz	0,28 dB
	8000 Hz	0,40 dB
Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici		0,21 dB
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz		0,21 dB
Linearità di livello nel campo di misura di riferimento		0,21 dB
Linearità di livello comprendente il selettore del campo di misura		0,21 dB
Risposta a treni d'onda		0,23 dB
Livello sonoro di picco C		0,23 dB
Indicazione di sovraccarico		0,23 dB
Stabilità a lungo termine		0,10 dB
Stabilità di alto livello		0,10 dB

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration***CONDIZIONI PER LA VERIFICA**

Il misuratore di livello di pressione sonora viene sottoposto alla verifica unitamente a tutti i suoi accessori, compresi microfoni aggiuntivi ed il manuale di istruzioni per l'uso.

Prima di ogni misura, lo strumento ed i suoi componenti vengono ispezionati visivamente e si eseguono tutti i controlli che assicurino la funzionalità dell'insieme. Lo strumento viene sottoposto ad un periodo di preriscaldamento per la stabilizzazione termica come indicato dal costruttore.

**PROVE PERIODICHE****Indicazione alla frequenza di verifica della taratura**

Verifica ed eventuale regolazione della sensibilità acustica del complesso fonometro-microfono per predisporre lo strumento alla esecuzione delle prove successive.

Livello prima della regolazione /dB	Livello dopo la regolazione /dB
94,0	94,0

**Rumore autogenerato con microfono installato**

Misura del livello del rumore autogenerato dello strumento con il microfono installato sul fonometro, nel campo di misura più sensibile. Il livello del rumore autogenerato viene riportato solo per informazione senza un' incertezza associata e non viene utilizzato per valutare la conformità dello strumento

Ponderazione di frequenza	Leq o Lp /dB
A	19,5

**Rumore autogenerato con adattatore capacitivo**

Misura del livello del rumore autogenerato dello strumento sostituendo il microfono del fonometro con il dispositivo per i segnali d'ingresso elettrici (adattatore capacitivo) e terminato con un cortocircuito, nel campo di misura più sensibile.

Ponderazione di frequenza	Leq o Lp /dB
A	7,2
C	11,7
Z	17,1

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration***Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici**

Vengono inviati al microfono in prova segnali sinusoidali continui di livello 94 dB alle frequenze di 31,5 Hz, 1000 Hz e 8000 Hz tramite il calibratore multifrequenza (B&K 4226).

Freq. /Hz	Risposta in frequenza /dB	Toll. /dB
125	0,1	(-1,0;1,0)
1k	0,0	(-0,7;0,7)
8k	1,4	(-2,5;1,5)

**Prove di ponderazione di frequenza con segnali elettrici**

La prova è effettuata applicando un segnale d'ingresso sinusoidale, di 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, la cui ampiezza varia in modo opposto alle attenuazioni dei filtri di ponderazione in modo da avere una indicazione costante. Le ponderazioni in frequenza (A, C e Z) sono determinate in rapporto alla risposta a 1 kHz.

Freq. /Hz	Deviazione Lp /dB			Toll. /dB
	Pond. A	Pond. C	Pond. Z	
63	0,0	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
125	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
250	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
500	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
1k	0,0	0,0	0,0	(-0,7;0,7)
2k	-0,1	0,0	-0,1	(-1,0;1,0)
4k	0,9	-0,1	-0,1	(-1,0;1,0)
8k	-0,1	-0,1	0,0	(-2,5;1,5)
12,5k	0,0	0,0	0,0	(-5,0;2,0)
16k	-0,1	-0,1	-0,1	(-16,0;2,5)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration*
**Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz**

La verifica è articolata in due prove. Viene inviato un segnale d'ingresso sinusoidale stazionario a 1 kHz di ampiezza pari a 94 dB con ponderazione di frequenza A. Per la prima prova vengono registrate le indicazioni per le ponderazioni di frequenza C e Z e la risposta piatta, se disponibili, con il fonometro regolato per indicare il livello sonoro con ponderazione temporale F. Per la seconda prova vengono registrate le indicazioni per la ponderazione di frequenza A, con il fonometro regolato per indicare il livello sonoro con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale.

**1<sup>a</sup> prova**

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast C	0,0	(-0,2;0,2)
Lp Fast Z	0,0	(-0,2;0,2)

**2<sup>a</sup> prova**

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)
Lp Slow A	0,0	(-0,1;0,1)
Leq A	0,0	(-0,1;0,1)

**Linearità di livello nel campo di riferimento**

Misura della linearità di livello del campo di misura di riferimento. La prova viene eseguita applicando segnali sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A, il livello del segnale varia a gradini di 5 dB e di 1 dB in prossimità degli estremi del campo.

Livello /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
94	0,0	(-0,8;0,8)
99	0,0	(-0,8;0,8)
104	0,0	(-0,8;0,8)
109	0,0	(-0,8;0,8)
114	0,1	(-0,8;0,8)
119	0,1	(-0,8;0,8)
124	0,1	(-0,8;0,8)
129	0,1	(-0,8;0,8)
134	0,1	(-0,8;0,8)
135	0,1	(-0,8;0,8)
136	0,1	(-0,8;0,8)
137	0,1	(-0,8;0,8)
138	0,1	(-0,8;0,8)
139	0,1	(-0,8;0,8)
140	0,1	(-0,8;0,8)
94	0,0	(-0,8;0,8)
89	0,0	(-0,8;0,8)
84	0,0	(-0,8;0,8)
79	0,0	(-0,8;0,8)
74	0,0	(-0,8;0,8)
69	0,0	(-0,8;0,8)
64	0,0	(-0,8;0,8)
59	0,0	(-0,8;0,8)
54	0,0	(-0,8;0,8)
49	0,0	(-0,8;0,8)
44	0,0	(-0,8;0,8)
39	0,0	(-0,8;0,8)
34	0,1	(-0,8;0,8)
32	0,1	(-0,8;0,8)
31	0,1	(-0,8;0,8)
30	0,1	(-0,8;0,8)
29	0,1	(-0,8;0,8)
28	0,1	(-0,8;0,8)
27	0,2	(-0,8;0,8)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration*
**Linearità di livello del selettore del campo di misura**

La prova viene eseguita applicando segnali sinusoidali stazionari ad una frequenza di 1 kHz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Per la verifica del selettore del campo il livello del segnale di 94 dB viene mantenuto costante, ed il livello di segnale indicato deve essere registrato per tutti i campi di misura secondari in cui il livello del segnale è indicato. Per la verifica della linearità di livello dei campi secondari il livello del segnale d'ingresso deve essere regolato per fornire un livello atteso che sia 5 dB inferiore al limite superiore per quel campo di misura esaminato.

**Selettore del campo**

Campo di misura /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
120	0,0	(-0,8;0,8)

**Campi secondari**

Campo di misura /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
120	0,0	(-0,8;0,8)

**Risposta a treni d'onda**

La prova viene eseguita applicando treni d'onda di 4 kHz estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali stazionari di 4 kHz. Il fonometro deve essere impostato con la ponderazione di frequenza A nel campo di misura di riferimento.

Il livello del segnale di ingresso stazionario deve essere regolato per indicare un livello sonoro con ponderazione temporale F, con ponderazione temporale S o con media temporale, che sia 3 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento ad una frequenza di 4 kHz.

Indicazione	Durata treno d'onda /ms	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp FastMax	200	-0,1	(-0,5;0,5)
Lp FastMax	2	-0,2	(-1,5;1,0)
Lp FastMax	0,25	-0,3	(-3,0;1,0)
Lp SlowMax	200	0,0	(-0,5;0,5)
Lp SlowMax	2	-0,2	(-1,5;1,0)
SEL	200	0,0	(-0,5;0,5)
SEL	2	-0,1	(-1,5;1,0)
SEL	0,25	-0,2	(-3,0;1,0)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608**  
*Certificate of Calibration*
**Livello sonoro di picco C**

La prova viene eseguita applicando segnali di un ciclo completo di una sinusoide ad una frequenza 8 kHz e mezzi cicli positivi e negativi di una sinusoide ad una frequenza 500 Hz nel campo di misura meno sensibile. Il livello del segnale di ingresso sinusoidale stazionario deve essere regolato per fornire un indicazione di livello sonoro con ponderazione C e ponderazione temporale F, che sia di 8 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile.

N° cicli	Freq. /Hz	Dev. /dB	Toll. /dB
Uno	8k	-0,7	(-2,0;2,0)
Mezzo +	500	-0,2	(-1,0;1,0)
Mezzo -	500	-0,2	(-1,0;1,0)

**Indicazione di sovraccarico**

La prova viene eseguita applicando segnali di mezzo ciclo, positivo e negativo, di una sinusoide ad una frequenza 4 kHz nel campo di misura meno sensibile. Il livello del segnale di ingresso sinusoidale stazionario a 4 kHz, dal quale sono estratti i mezzi cicli positivi e negativi, deve essere regolato per fornire un indicazione di livello sonoro con media temporale e ponderazione A, che sia di 1 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile. I livelli dei segnali di ingresso di mezzo ciclo che hanno prodotto le prime indicazioni di sovraccarico devono essere registrati.

N° cicli	Indicazione di sovraccarico
Mezzo +	141,2
Mezzo -	141,2

Dev. /dB	Toll. /dB
0,0	(-1,5;1,5)

**Stabilità a lungo termine**

La prova viene eseguita applicando un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 1000 Hz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Il livello del segnale di ingresso deve essere regolato per avere un indicazione di 94 dB nel campo di misura di riferimento. La stabilità a lungo termine viene valutata rilevando la differenza di inizio e fine misura per un periodo di funzionamento di 30 min.

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)

**Stabilità di alto livello**

La prova viene eseguita applicando un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 1000 Hz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Il livello del segnale di ingresso deve essere regolato per avere un indicazione di 1 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile. La stabilità di alto livello viene valutata rilevando la differenza di inizio e fine misura per un periodo di funzionamento di 5 min.

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13609**  
*Certificate of Calibration*

- data di emissione <i>date of issue</i>	<b>2021/09/23</b>
- cliente <i>customer</i>	<b>SPECTRA S.r.l.</b> Via J. F. Kennedy, 19 - 20871 Vimercate (MB)
- destinatario <i>receiver</i>	<b>CUBE S.r.l.</b> Via Emilia, 67 - 40026 Imola (BO)
- richiesta <i>application</i>	<b>T530/21</b>
- in data <i>date</i>	<b>2021/09/20</b>
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	<b>Calibratore</b>
- costruttore <i>manufacturer</i>	<b>LARSON DAVIS</b>
- modello <i>model</i>	<b>CAL 200</b>
- matricola <i>serial number</i>	<b>13730</b>
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	<b>2021/09/22</b>
- data delle misure <i>date of measurements</i>	<b>2021/09/23</b>
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	<b>21-1182-RLA</b>

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System.*

*ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

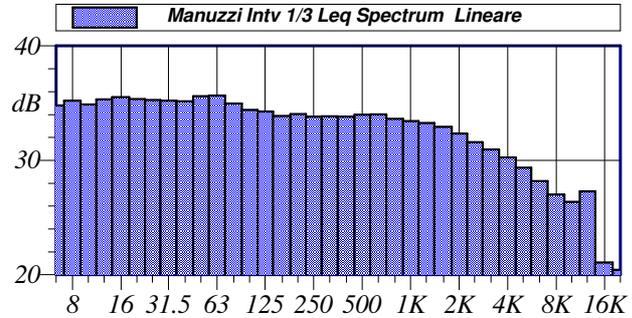
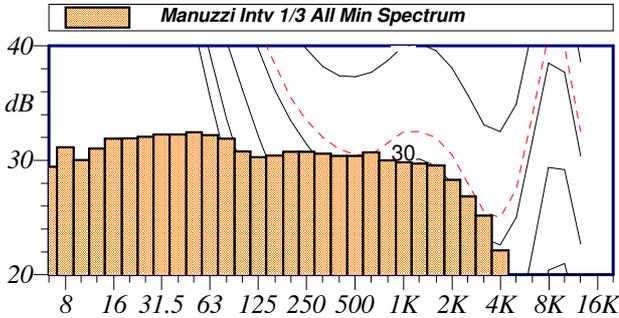
Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*

# Allegato 2

## Grafici delle misure

**Nome misura:** Manuzzi  
**Località:**  
**Strumentazione:** 831 0004428  
**Durata:** 12955 (secondi)  
**Nome operatore:**  
**Data, ora misura:** 24/02/2023 09:40:53  
**Over SLM:** 0  
**Over OBA:** 0

Manuzzi Intv 1/3 Leq Spectrum Lineare					
12.5 Hz	35.3 dB	160 Hz	33.9 dB	2000 Hz	32.3 dB
16 Hz	35.5 dB	200 Hz	34.0 dB	2500 Hz	31.6 dB
20 Hz	35.4 dB	250 Hz	33.8 dB	3150 Hz	30.9 dB
25 Hz	35.3 dB	315 Hz	33.8 dB	4000 Hz	30.3 dB
31.5 Hz	35.2 dB	400 Hz	33.8 dB	5000 Hz	29.4 dB
40 Hz	35.2 dB	500 Hz	34.0 dB	6300 Hz	28.2 dB
50 Hz	35.6 dB	630 Hz	34.0 dB	8000 Hz	27.0 dB
63 Hz	35.7 dB	800 Hz	33.6 dB	10000 Hz	26.4 dB
80 Hz	35.0 dB	1000 Hz	33.4 dB	12500 Hz	27.3 dB
100 Hz	34.4 dB	1250 Hz	33.3 dB	16000 Hz	21.1 dB
125 Hz	34.3 dB	1600 Hz	32.9 dB	20000 Hz	20.4 dB



L1: 61.2 dBA	L5: 59.6 dBA
L10: 58.7 dBA	L50: 55.4 dBA
L90: 51.3 dBA	L95: 49.9 dBA

**$L_{Aeq} = 56.1$  dB**

Annotazioni:

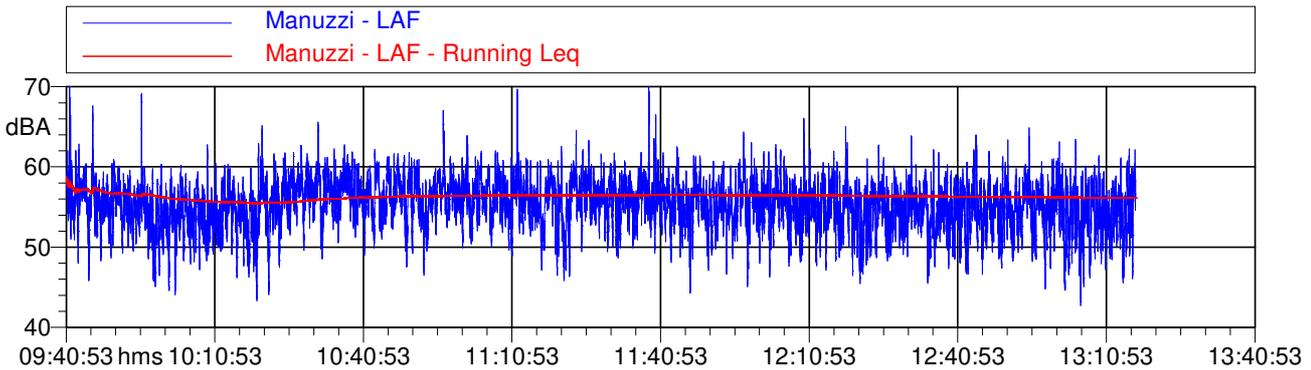
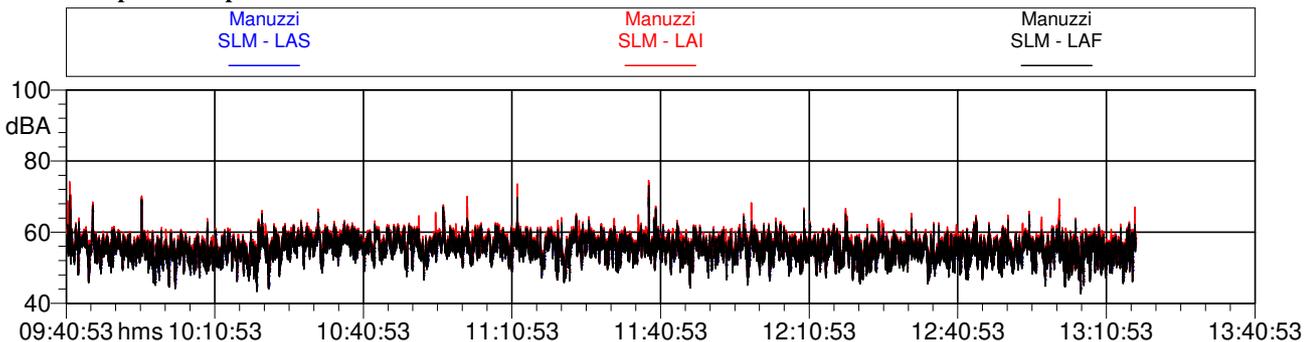


Tabella Automatica delle Maschere			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	09:40:53	03:35:55.100	56.1 dBA
Non Mascherato	09:40:53	03:35:55.100	56.1 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

**Componenti impulsive**



# Allegato 3

## Mappatura delle isofoniche relativa alla fase di esercizio

**Impianto Fotovoltaico Manuzzi - Ferrara (FE)**  
**Livelli di emissione sonora - contributo delle sorgenti sonore del campo fotovoltaico**  
**Mappatura delle isofoniche (h = 4 m su p.c.)**

