

Regione  
Emilia Romagna



Provincia di  
Ferrara



Comune di  
Bondeno



# IMPIANTO AGROVOLTAICO DI 60MW SITO NEL COMUNE DI BONDENO (FE) E RELATIVE OPERE CONNESSE

PROGETTISTA INCARICATO:  
Ing. Riccardo Clementi  
Pec: riccardo.clementi@ingpec.eu



Scala

n.d.

Titolo elaborato:

Formato

A4

Relazione previsionale  
impatto acustico

TECNICI COINVOLTI

Ing. Riccardo Clementi  
Arch. Emiliano Manzato  
Dott. Agr. Stefano Pesavento  
Dott. Geol. Loris Tietto  
Dott.ssa Giulia Svegliado

CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFVER32	VIA2	R	34

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	03/2023	Prima emissione	EM		
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA




SOCIETA' PROPONENTE:

**Bondeno SRL**  
Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano  
PEC: bondeno@pec-legal.it  
REA: MI - 2677347  
P.iva 05496160283

SOCIETA' di PROGETTAZIONE:

**Renvalue SRL**  
Via Quattro Novembre, 2 Padova  
PEC: cert@pec.renvalue.it

FIRME

<p><b>Tecnico competente in acustica responsabile della valutazione</b></p> <p><b>(Dott.ssa GIULIA SVEGLIADO)</b></p>	 <p>Professional stamp of Giulia Svegliado, Dott. ssa, Laurea in Scienze Ambientali, Elenco Nazionale n. 979. The stamp is circular with the text 'TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA' around the perimeter. A handwritten signature is written over the stamp.</p>
<p><b>Legale rappresentante / Referente valutazione</b></p>	<hr/>

## INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE.....	13
4.1 Stazione elettrica di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT.....	14
5. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE.....	16
6. LIMITI DI RIFERIMENTO.....	17
7. METODOLOGIA DI ANALISI.....	20
8. MISURE FONOMETRICHE.....	22
8.1 Strumentazione di misura.....	22
8.2 Modalità e punti di misura.....	23
9. VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO.....	25
9.1 Analisi del clima acustico stato di fatto.....	25
9.2 Analisi dei livelli di emissione.....	26
9.3 Verifica dei limiti di emissione e di immissione.....	28
9.4 Analisi dei livelli differenziali.....	29
10. CONCLUSIONI.....	31
INDICE FIGURE, TABELLE E FOTO.....	32
ALLEGATO N.1: SCHEDE DI MISURA.....	33
ALLEGATO N.2: CERTIFICATO DI TECNICO COMPETENTE.....	44

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica viene redatta al fine di analizzare l'impatto acustico dovuto alla fase di esercizio di un nuovo parco agrivoltaico da realizzarsi nel Comune di Bondeno (FE).

La tecnica di analisi utilizzata è del tipo combinato, ovvero basata su misure fonometriche e su modellazione numerica della propagazione sonora. Le misure fonometriche sono state orientate a caratterizzare il clima acustico dello stato di fatto attorno all'area di progetto.

La caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore è stata realizzata sulla base dei valori di emissione forniti dai progettisti integrati con fonti di letteratura.

Trattandosi di valutazione previsionale, caratterizzata da incertezza sui dati di input e sui risultati ottenuti dalla modellazione numerica, in caso emergessero delle necessità verranno realizzate misure fonometriche ad impianto in esercizio con le indicazioni di eventuali accorgimenti di mitigazione acustica qualora fossero riscontrate specifiche criticità, non rilevate in sede previsionale.

Le misure e le analisi dei dati sono state realizzate da Tecnici competenti in acustica regolarmente iscritti all'Elenco nazionale dei tecnici competenti in acustica (ENTECA) di cui al D.lgs. n. 42/1997. Le verifiche strumentali sono state realizzate in accordo ai contenuti del DM 16.03.1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nella stesura della presente Relazione tecnica sono state prese a riferimento, oltre alla normativa nazionale in materia, anche i "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico" pubblicati ai sensi dell'art. 8 della L. 447/95 e della LR n. 15/2001.

Il Comune di Bondeno (FE) ha realizzato il Piano di classificazione acustica per cui sono di riferimento i limiti fissati dalla DGR n. 2053/2001 e dal DPCM 14.11.1997.

L'area di progetto è situata a 2 km verso sud dal centro abitato di Bondeno in prossimità della località Santa Bianca e confina con il fiume Panaro e il canale idrico che si dirama da esso lungo la pista ciclabile per Finale Emilia.

L'intero progetto è inserito in zona agricola a carattere produttivo.

Le conclusioni espresse nel presente elaborato tecnico si basano sulle misure e sui risultati riferiti al giorno degli accertamenti.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il 30/10/1995 è stata pubblicata nella GU la legge quadro n. 447 del 26/10/95 (“Legge quadro sull’inquinamento acustico”), che definisce tutta la materia dell’inquinamento da rumore nell’ambiente esterno; tale legge è corredata di diversi decreti che svolgono il ruolo di regolamenti di attuazione in ordine alle modalità di effettuazione delle misure fonometriche e ai limiti da rispettare.

In aggiunta, sono di riferimento le leggi regionali in materia, il Regolamento Acustico e il Piano di classificazione acustica comunale.

Si elencano i principali riferimenti normativi:

- Legge n. 447 del 26/10/95: “*Legge quadro sull’inquinamento acustico*”;
- DPCM 14/11/1997: “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”, che fissa i nuovi limiti di accettabilità, i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori differenziali, i valori di attenzione e di qualità;
- DM 16/03/1998: “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*”, che stabilisce i metodi e le tecniche per il controllo del rispetto dei limiti definendo tra l’altro i criteri su cui basare la scelta dei tempi di misura in funzione della tipologia di sorgente sonora;
- DPR 142/2004 n. 142: “*Disposizioni per il contenimento acustico e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’art.11 della legge 26 ottobre 1995, n.447*” che fissa dimensioni e limiti delle fasce di pertinenza acustica;
- LR n. 15 del 09.05.2001: “*Disposizioni in materia di inquinamento acustico*”;
- DGR n. 2053 del 09.10.2001: “*Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi della LR n. 15 del 09.05.2001*”.
- DGR n. 673 del 14/04/2004: “*Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della LR n. 15 del 09.05.2001*”.
- DGR n. 1197 del 21/09/2020: “*Criteri per la disciplina delle attività rumorose temporanee in deroga ai limiti acustici normativi*”.
- Delibera del Consiglio Comunale di Bondeno n. 4 del 03/02/2004 di adozione del Piano di classificazione acustica e del Regolamento comunale di attuazione per le attività di cantieri edili o assimilabili.

Con riferimento alla normativa si evidenzia quanto di seguito.

La normativa prevede che i Comuni adottino il Piano di classificazione acustica, un piano che stabilisce limiti differenziati a seconda della classe di destinazione d’uso (DPCM 14/11/1997); in particolare si evidenziano i seguenti limiti da rispettare:

- **valore limite di emissione:** è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa (L. 447/95); i rilevamenti e le verifiche sono effettuate in corrispondenza degli spazi utilizzate da persone e comunità (DPCM 14/11/1997);
- **valore limite assoluto di immissione:** è il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell’ambiente abitativo nell’ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori (sono escluse le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime aeroportuali all’interno delle rispettive fasce di pertinenza acustica).

Il Piano di zonizzazione acustica comunale sarà posto come base di verifica per quanto attiene i valori limite ambientali.

In aggiunta, sempre in base al **DPCM 14.11.1997** deve essere rispettato il:

- **valore differenziale di immissione:** pari a 5 dB nel diurno e 3 dB nel notturno tra il rumore ambientale e quello residuo. Tale limite non si applica al rumore prodotto dalle infrastrutture stradali e ferroviarie.

Per quel che riguarda il **traffico stradale** è di riferimento il DPR 142/2004 che fissa fasce di pertinenza e limiti per il rumore dovuto al traffico veicolare. All'interno delle fasce di pertinenza, dunque, il traffico stradale non concorre al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione ma è soggetto ai limiti del succitato DPR 142/2004.

I limiti sono riportati nel cap.6.

Si riportano infine le principali norme tecniche di riferimento per i calcoli e le operazioni di analisi dei tracciati registrati durante le misure fonometriche.:

- UNI ISO 9613-2:2006: *“Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo”*
- UNI EN ISO 12354-4: *“Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno”*.
- UNI 10855:1999: *“Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”*
- UNI 11143-1:2005: *“Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 1 – Generalità”*
- UNI 11143-1:2005: *“Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 5 – Rumore da insediamenti produttivi”*

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un Parco Agrivoltaico caratterizzato dal fatto che i moduli fv sono montati su tracker con asse di rotazione fissata a 3.5 m dal suolo così da permettere non solo lo svolgimento delle usuali attività di produzione agricola sottostanti ma anche benefici in fatto di risparmio idrico dovuta alla lieve ombreggiatura introdotta dai moduli fv.

Il parco si sviluppa su un perimetro netto 6.965 m e un'area complessiva di 110 ha con potenza nominale totale AC pari a 62.468 kW. L'intero progetto prevede l'installazione di 1.860 tracker di diversa lunghezza e disposti lungo la direttrice nord/sud.

Il parco è composto da 2 campi sostanzialmente distinti dal punto di vista impiantistico. Detti campi distano tra loro 1000 m e sono caratterizzati come di seguito:

- **Campo nord**
  - Perimetro di 3000 m
  - Area di 575.700 mq = 57 ha
- **Campo sud**
  - Perimetro di 3965 m
  - Area di 531.300 mq = 53 ha

La tecnologia impiegata prevede l'utilizzo di un sistema integrato di conversione DC/AC e trasformazione in potenza BT/MT. In particolare sono previste n° 6 stazioni elettriche per campo contenenti gli inverter di stringa e il trasformatore isolato a resina di potenza nominale pari a 4095 kVA. Inoltre per ogni campo è prevista n° 1 cabina di raccolta. Entrambe le cabine saranno collegate con cavidotto sotterraneo ad una cabina di consegna situata a 2 km a nord dal campo nord.

La cabina di consegna verrà realizzata a 2 km dal campo nord in prossimità di un'area produttiva situata a sud dal centro abitato di Bondeno. Per tale cabina non sono al momento disponibili informazioni che il progettista ha chiarito dipendere da futuri accordi con il gestore della rete nazionale. Tale cabina è quindi esclusa<sup>1</sup> dal presente studio (come indicato dal progettista).

Gli inverter hanno la funzione di convertire la tensione continua in uscita dalle stringhe in tensione alternata necessaria alla rete commerciale, mentre le cabine di trasformazione avranno il compito di alzare la tensione in uscita dagli inverter e di separare galvanicamente il circuito dei moduli fv dalla rete di distribuzione commerciale. Tale separazione risulta necessaria per proteggere le cabine di raccolta e di consegna da eventuali sovraccarichi generati dai moduli fv.

Si riportano di seguito gli impianti per singolo sottocampo produttivo:

---

<sup>1</sup> Le emissioni della cabina di consegna sono riconducibili ad unità di condizionamento aria con prestazioni di tipo domestico e dunque di scarsa rilevanza rispetto al luogo dove sarà inserita che, come detto, è immersa in area agricola in prossimità di un'area produttiva.

- **Campo nord**

- n° 124 tracker da 28 pannelli fv
- n° 14 tracker da 42 pannelli fv
- n° 883 tracker da 56 pannelli fv
- n° 6 stazioni elettriche di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT
- Potenza totale AC di 36652 kVA

- **Campo sud**

- n° 263 tracker da 28 pannelli fv
- n° 138 tracker da 42 pannelli fv
- n° 438 tracker da 56 pannelli fv
- n° 6 stazioni elettriche di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT
- Potenza totale AC di 25816 kVA

Le stazioni di trasformazione sono collocate all'interno del campo con alcune eccezioni in cui la stazione è situata in zona perimetrale.

Le **stazioni elettriche**, che comprendono gli inverter e il trasformatore, si presentano come un'unica cabina di metallo di dimensioni  $L \times H \times P=11.8m \times 2.6m \times 2.1m$ . Sul lato della cabina sono presenti i ventilatori necessari al raffreddamento degli inverter interni mentre il trasformatore non abbisogna di particolari protezioni in quanto realizzato con la tecnologia in resina che ne consente una notevole inerzia rispetto agli agenti atmosferici <sup>2</sup>.

Le **cabine di raccolta** non contengono al loro interno sorgenti di rumore significative ed eventuali impianti di raffrescamento, tenuto conto delle distanze in gioco, risulteranno del tutto trascurabili.

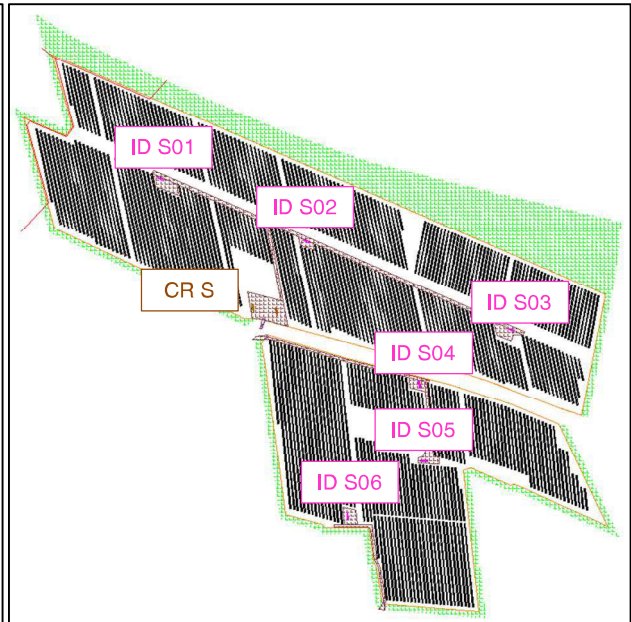
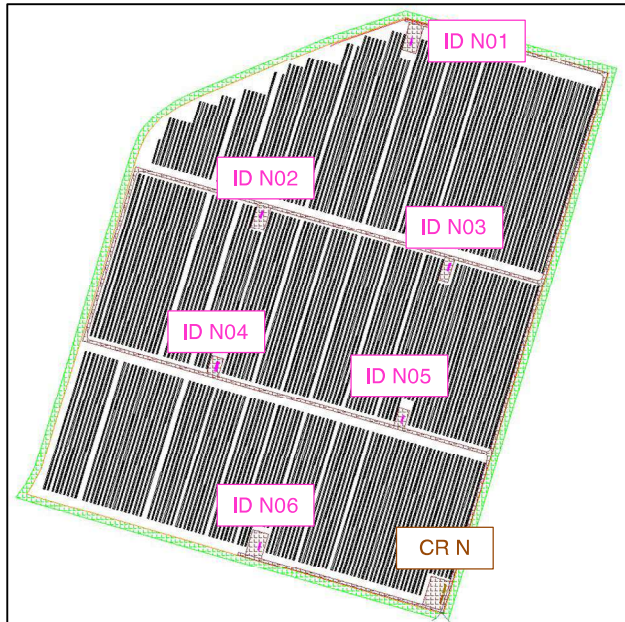
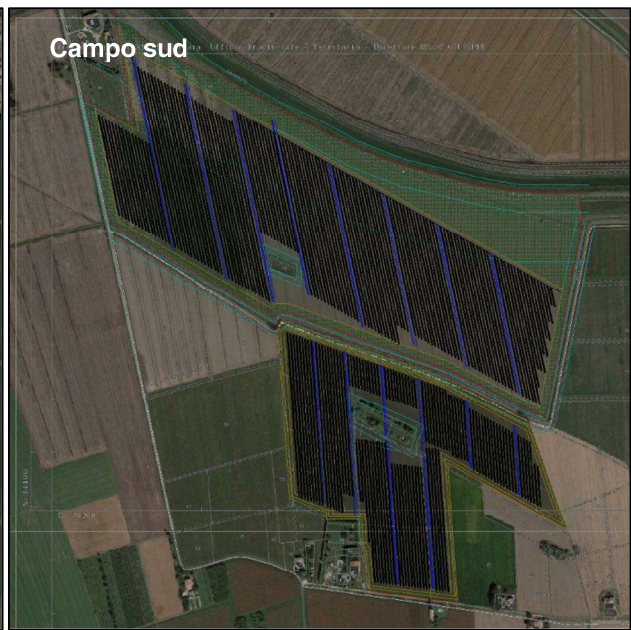
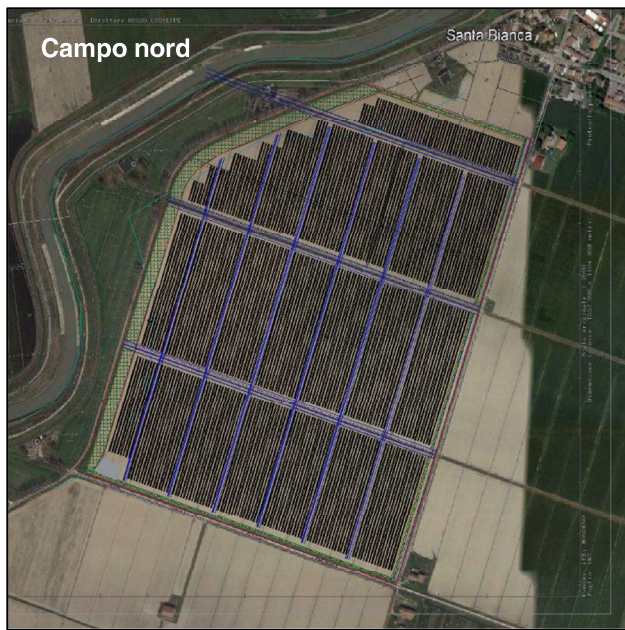
---

<sup>2</sup> Datasheet della Proteus PV Station della Gamesa Electric / 2023.





Figura 1 - Foto aerea dell'area di interesse con evidenziati il Campo nord e il Campo sud. I 2 campi distano tra loro 1000 m mentre l'intera area di progetto interessa una estensione complessiva di 2700 m lungo la direttrice nord-sud



LEGENDA	
	Recinzione
	Area per mitigazione ambientale
	Cappezzagne esistenti
	Viabilità interna di progetto
	Tombotto carrabile
	Cannello
	Canali maggiori
	Maceri
	Cabine di trasformazione
	Cabine di raccolta
	Magazzino e ufficio
	Strutture fotovoltaiche
	Interramento linea esistente di MT

Figura 2 - Estratto della tavola 'Layout' (Formato A3 Rev. 01 di Luglio 2022) con la relativa legenda e individuazione dei due campi agri nord e sud. Sono indicate le stazioni elettriche (in rosa e denominate cabine di trasformazione) e le cabine di raccolta

Si riporta di seguito un estratto delle tavole di progetto con le caratteristiche degli impianti e le potenze previste per i 2 campi produttivi.

dati campo nord		dati campo SUD	
lunghezza stinghe	28	lunghezza stinghe	28
moduli	685	moduli	685
lotto 1		lotto 1	
tracker 1	14	tracker 1	216
tracker 1.5	14	tracker 1.5	98
tracker 2	299	tracker 2	239
POT [kW]	12140.940000	POT [kW]	16130.380000
lotto 2		lotto 3	
tracker 1	100	tracker 1	47
tracker 1.5	0	tracker 1.5	40
tracker 2	294	tracker 2	199
POT [kW]	13195.840000	POT [kW]	9685.900000
lotto 3		POT. TOT. [kW]	25816.280000
tracker 1	10		
tracker 1.5	0		
tracker 2	290		
POT [kW]	11316.200000		
POT TOT [kW]	36652.980000		

Figura 3 - Estratto delle tavole di progetto RVFVER32-VIA2-D17-00.dwg e RVFVER32-VIA2-D18-00.dwg rilasciate in data 14.03.2023 riferite rispettivamente al campo nord e sud con indicato il numero di tracker classificati per lunghezza e la potenza nominale prevista per ogni campo

Le sorgenti di rumore sono riconducibili alle n° 12 stazioni elettriche le cui emissioni sono generate dal trasformatore, dagli inverter e dai ventilatori per il raffreddamento degli inverter.

Le distanze in gioco consentono di rappresentare la stazione elettrica come sorgente sonora puntiforme.

In conformità con gli standard di codifica del software di calcolo utilizzato, le sorgenti puntiformi che rappresentano le stazioni elettriche acquistano la sigla ID seguita dalla lettera N (nord) o S (sud) e un numero di progressiva. Dunque le sorgenti del campo nord sono denominate ID N01, ID N02, ...ID N06 e analogamente per il campo sud ID S01, ID S02, ...ID S06.

Le cabine di raccolta, come detto, non costituiscono sorgente di rumore.

Di seguito è rappresentato il layout delle sorgenti sonore e i ricettori maggiormente esposti.

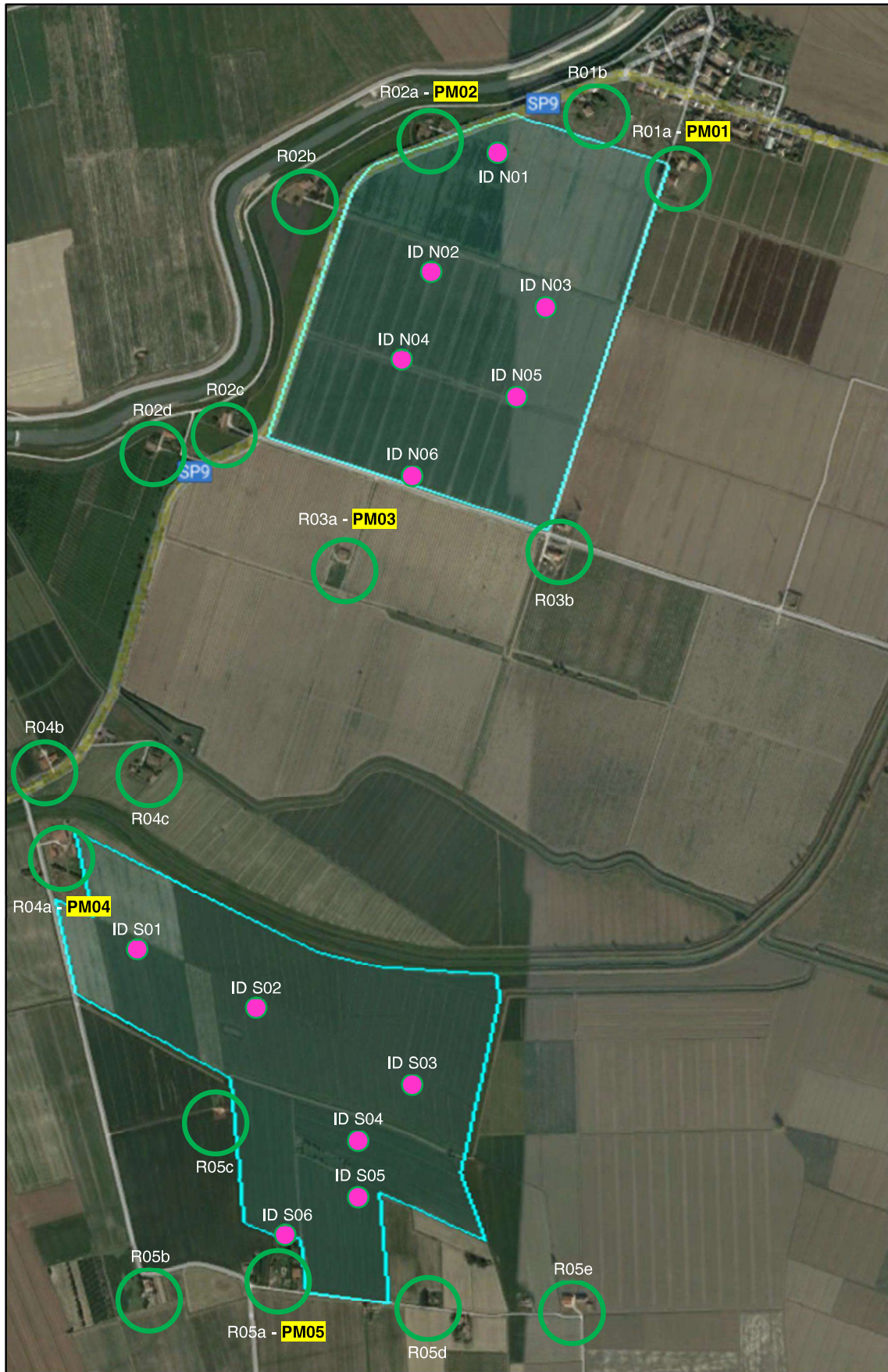


Figura 4 - Foto aerea dell'area di influenza dell'Impianto agrivoltaico. Sono indicate le sorgenti di rumore che simulano le stazioni elettriche (cerchietti rosa). Sono inoltre indicati i ricettori presi in esame (cerchietti verdi) tra cui quelli oggetto di monitoraggio ante operam (si nota l'identificativo del punto di misura in colore giallo)

Gli impianti del parco agri voltaico e i ricettori interni all'area di influenza sono i seguenti:

		<b>Stazioni elettriche</b>	
<b>Campo nord</b>		ID N01	
		ID N02	
		ID N03	
		ID N04	
		ID N05	
		ID N06	
		<b>Ricettori</b>	
		R01a*	
		R01b	
		R02a*	
		R02b	
		R02c	
		R02d	
		R03a*	
		R03b	
	<b>Campo sud</b>		<b>Stazioni elettriche</b>
		ID S01	
		ID S02	
		ID S03	
		ID S04	
		ID S05	
		ID S06	
		<b>Ricettori</b>	
		R04a*	
		R04b	
		R04c	
		R05a*	
		R05b	
		R05c	
		R05d	
		R05e	

\*Ricettori dove sono stati realizzati il monitoraggio del clima acustico di ante operam

Tabella 1 – Sorgenti puntiformi e ricettori di interesse per i due campi produttivi

#### 4. CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI SONORE

Si procede alla caratterizzazione delle sorgenti sonore.

#### 4.1 Stazione elettrica di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT

La stazione elettrica svolge il compito di convertire la tensione DC in uscita dai tracker in una tensione AC e di realizzare la trasformazione da bassa ad alta tensione. La conversione DC/AC è realizzata dal gruppo inverter mentre l'innalzamento di tensione è realizzato dal trasformatore di potenza. Il vantaggio della stazione elettrica è quello di svolgere le due operazioni in **un'unica struttura monoblocco prefabbricata** che conterrà elementi integrati e sistemi di controllo dedicati.

Il progetto prevede l'utilizzo della **stazione elettrica marca Gamesa modello Proteus IEC Version**. Di seguito sono indicati gli elementi della stazione significative dal punto di vista delle emissioni sonore.

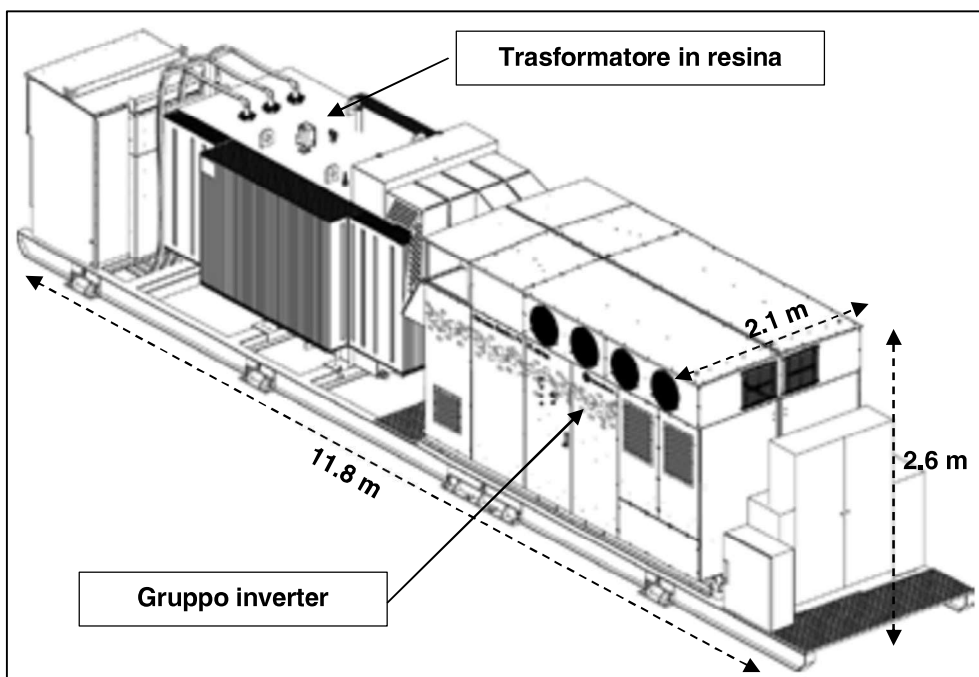


Figura 5 - Immagine dello schema della stazione elettrica marca Gamesa modello Proteus PV Station IEC version.<sup>3</sup>

**Il trasformatore** produce un ronzio dovuto alle vibrazioni del nucleo attorno al quale sono disposti gli avvolgimenti; tali vibrazioni sono generate dalle forze magnetiche interne al nucleo stesso. Più potente è il trasformatore e più rilevanti sono le componenti del rumore alle basse frequenze. Nel nostro caso la maggior parte dell'energia sonora è concentrata tra 125 Hz e 500 Hz<sup>4</sup>.

**Il gruppo inverter** produce una rumorosità legata all'effetto corona e alle ventole di raffreddamento la cui energia sonora si concentra sulle medie frequenze tra 500 Hz e 1000 Hz.

<sup>3</sup> Gamesa Electric Proteus PV Station Datasheet / 2023

<sup>4</sup> Manuale di controllo del rumore - Cyril Harris - Tecniche Nuove Ed. 1992

La scheda tecnica *Noise Level Declaration Rev. 12/ 2022*<sup>5</sup> fornita dal progettista riporta il valore del livello di pressione sonora ponderato in frequenza massimo riferito a 10 m dalla stazione stessa: **L<sub>Ap</sub> = 60,0 dBA**; da tale livello si è risaliti al corrispettivo livello di potenza sonora **L<sub>Aw</sub> = 88,0 dBA**.

Per stabilire il contributo generato dalle due sorgenti della stazione elettrica si è dapprima stimato il livello del trasformatore per poi ricavare, per sottrazione energetica, il livello del gruppo inverter.

**Per il trasformatore** l'emissione globale e in frequenza sono calcolati secondo norma IEC 551/1987 (che propone risultati peggiorativi rispetto al suo aggiornamento IEC 60076-10/2001) e la teoria di Ben e Hansen<sup>6</sup> richiamata dalla norma medesima:

Sorgente ID	Livelli di potenza sonora per singola banda e globale								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>Aw</sub>
Trasformatore	74,4	75,4	75,4	75,4	73,4	71,4	68,4	63,4	<b>82,4</b>

Tabella 2 – Livello di potenza sonora del trasformatore

**Per il gruppo inverter** si valuta un livello di emissione complessivo L<sub>Aw</sub> (inverter) = L<sub>Aw</sub> (stazione elettrica) - L<sub>Aw</sub> (trasformatore) = 88 - 82,4 = 86,6 dBA che viene distribuito in frequenza sulla base di schede tecniche e fonti bibliografiche<sup>7</sup>:

Sorgente ID	Livelli di potenza sonora per singola banda e globale								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>Aw</sub>
Gruppo inverter	55,1	64,4	73,9	80,3	84,0	76,7	71,0	64,4	<b>86,6</b>

Tabella 3 – Livello di potenza sonora del gruppo inverter

Ottenendo dunque per la stazione elettrica un livello di emissione distribuito in frequenza pari a:

Sorgente ID	Livelli di potenza sonora per singola banda e globale								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L <sub>Aw</sub>
Trasformatore	74,4	75,4	75,4	75,4	73,4	71,4	68,4	63,4	<b>82,4</b>
Gruppo inverter	55,1	64,4	73,9	80,3	84,0	76,7	71,0	64,4	<b>86,6</b>
Stazione elettrica	74,5	75,7	77,7	81,5	84,4	77,8	72,9	66,9	<b>88,0</b>

Tabella 4 – Livello di potenza sonora della stazione elettrica

<sup>5</sup> Noise Level Declaration Gamesa Electric Proteus PV Station Rev. 12/2022. Jorge Garcia Gomez. Gamesa Electric Industrial Program Manager

<sup>6</sup> Manuale Tecnico: "Engineering Noise Control - 4° Edition" di Bies & Hansen

<sup>7</sup> Acoustic Test Report per inverter Huawei modello SUN2000-185KTL-H1 (Report n° HW002019061002 del 10.06.2019) e <https://forum.huawei.com/enterprise/en/application-note-noise-level-of-sun2000-inverter-and-energy-storage-system/thread/862829-100027>

## 5. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE

Il nuovo parco agrivoltaico sorge nel Comune di Bondeno (FE) nei pressi della località Santa Bianca. Il sito occuperà un'area agricola di carattere produttiva. Rispettando le linee guida del MiTe pubblicate nel giugno 2022 l'impianto sarà realizzato con soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola nel sito di installazione. In particolare il progetto prevede la disposizione dei moduli fv su tracker con asse di rotazione alto 3.5 m dal suolo così da consentire le usuali attività sul terreno sottostante.

I principali elementi di layout dell'area di interesse sono rappresentati dalla strada provinciale SP n. 9, dal fiume Panaro e dal canale di irrigazione che da esso si dirama seguendone il tracciato ad una distanza di circa 1 km.

Il campo nord confina a nord con il nucleo residenziale di Santa Bianca e ad ovest con la SP n. 9 oltre la quale si trova il fiume Panaro. Gli altri versanti confinano con aree uso agricolo.

Il campo sud confina a nord con il canale di irrigazione e su tutti gli altri versanti confina con aree uso agricolo.

Si evidenziano ricettori situati in prossimità dei confini del parco rappresentati da fabbricati isolati (a volte in completo abbandono) o raggruppamenti di 2/3 strutture residenziali rurali. Restanti aree residenziali sono più distanti rispetto ai ricettori sopraindicati e quindi subiscono un minore impatto acustico.

Sono state effettuate una serie di misure ambientali in corrispondenza dei ricettori più vicini alle stazioni elettriche e quindi potenzialmente più critici rispetto allo scenario di progetto.

Tutti i ricettori risentono in misura variabile delle emissioni generate dalla strada provinciale SP n. 9 e dalle attività agricole presenti su tutta l'area di indagine. Le restanti sorgenti residuali sono costituite da qualche transito su strade locali, da emissioni antropiche e da eventi naturali.

A seguire lo schema delle sorgenti dominanti rilevate in corrispondenza dei ricettori più critici:

Punto di misura	Ricettore	Note	SP 09	Traffico locale	Emissioni antropiche / naturali	Emissioni agricole
PM01	R01a	Residenziale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PM02	R02a	Residenziale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PM03	R03a	Residenziale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PM04	R04a	Residenziale	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PM05	R05a	Residenziale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabella 5 – Sorgenti sonore che dominano i livelli misurati di clima acustico

Di seguito rappresentata la distanza tra ogni sorgente del campo agrivoltaico e i ricettori d'indagine:



Campo nord	R01a	R01b	R02a	R02b	R02c	R02d	R03a	R03b
ID N01	407	192	190	457	934	1032	1038	918
ID N02	547	434	256	325	661	770	756	705
ID N03	361	389	444	616	831	957	803	568
ID N04	753	700	530	462	443	572	476	524
ID N05	623	672	637	678	660	796	533	315
ID N06	883	900	778	703	464	589	260	350
Campo sud	R04a	R04b	R04c	R05a	R05b	R05c	R05d	R05e
ID S01	263	462	373	851	816	456	1000	1290
ID S02	544	727	549	658	729	302	774	1018
ID S03	962	1140	920	555	813	483	579	640
ID S04	941	1128	956	373	632	343	425	616
ID S05	1046	1243	1100	245	548	378	272	522
ID S06	976	1190	1061	131	341	260	290	697

Tabella 6 - Distanza (m) tra le sorgenti dei due campi e i ricettori interni all'area di influenza.

## 6. LIMITI DI RIFERIMENTO

Il Piano di classificazione acustica comunale di Bondeno stabilisce i valori limite che saranno considerati in questo progetto. A questi si aggiungerà anche il limite differenziale che dovrà essere verificato per tutti i ricettori, tranne quelli inseriti in classe VI°.

Tutti i ricettori di interesse sono inseriti dal Piano di classificazione acustica comunale in **classe III**. Ai sensi del DPR n. 142/2008, per i ricettori interni alle fasce di rispetto acustica della strada provinciale SP n. 9 (R01b, R02a, R04b) la rumorosità veicolare non concorre al raggiungimento dei valori limite di immissione.

Viceversa, per tutti i restanti ricettori la rumorosità prodotta dalla strada provinciale concorre al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

Di seguito si riportano i valori limite per classe acustica del territorio suddivisi per periodo di riferimento:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite di immissione (dBA)		Limite di emissione (dBA)	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturno (22.00-6.00)	Diurno (6.00-22.00)	Notturno (22.00-6.00)
I- Aree particolarmente protette	50	40	45	35
II- Aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40
<b>III- Aree di tipo misto</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
IV- Aree di intensa attività umana	65	55	60	50
V- Aree prevalentemente industriali	70	60	65	55
VI- Aree esclusivamente industriali	70	70	65	65

Tabella 7 - Valori limite di emissione ed immissione (rif. Piano di classificazione acustica comunale e DPCM 14.11.1997)

Di seguito riportato lo stralcio del Piano di classificazione acustica ottenuto dal SIT comunale sovrapponendo il layer urbanistico con quello della classificazione acustica stato di fatto in vigore.

In colore arancione è rappresentata la classe acustica III° degli ambienti agricoli di carattere produttivo e del nucleo di abitato di Santa Bianca.

La fascia di rispetto acustica di 50 m per lato della strada provinciale SP n. 9 si sovrappone alla classificazione acustica ed è colorata in rosso. Per le sole emissioni stradali, in tale fascia, vale il limite diurno di 65 dBA e notturno di 55 dBA.

Nota:

Si fa presente che il layer delle fasce di rispetto acustiche viarie del SIT comunale nella sezione stato di progetto, mostra un asse viario con relativa fascia di rispetto in prossimità del confine est del campo sud. In ogni caso se effettivamente realizzata si tratterà di una strada locale - con presumibile limitata percorrenza – il cui gestore dovrà considerare i limiti nella fascia di pertinenza acustica prevista dalla normativa.

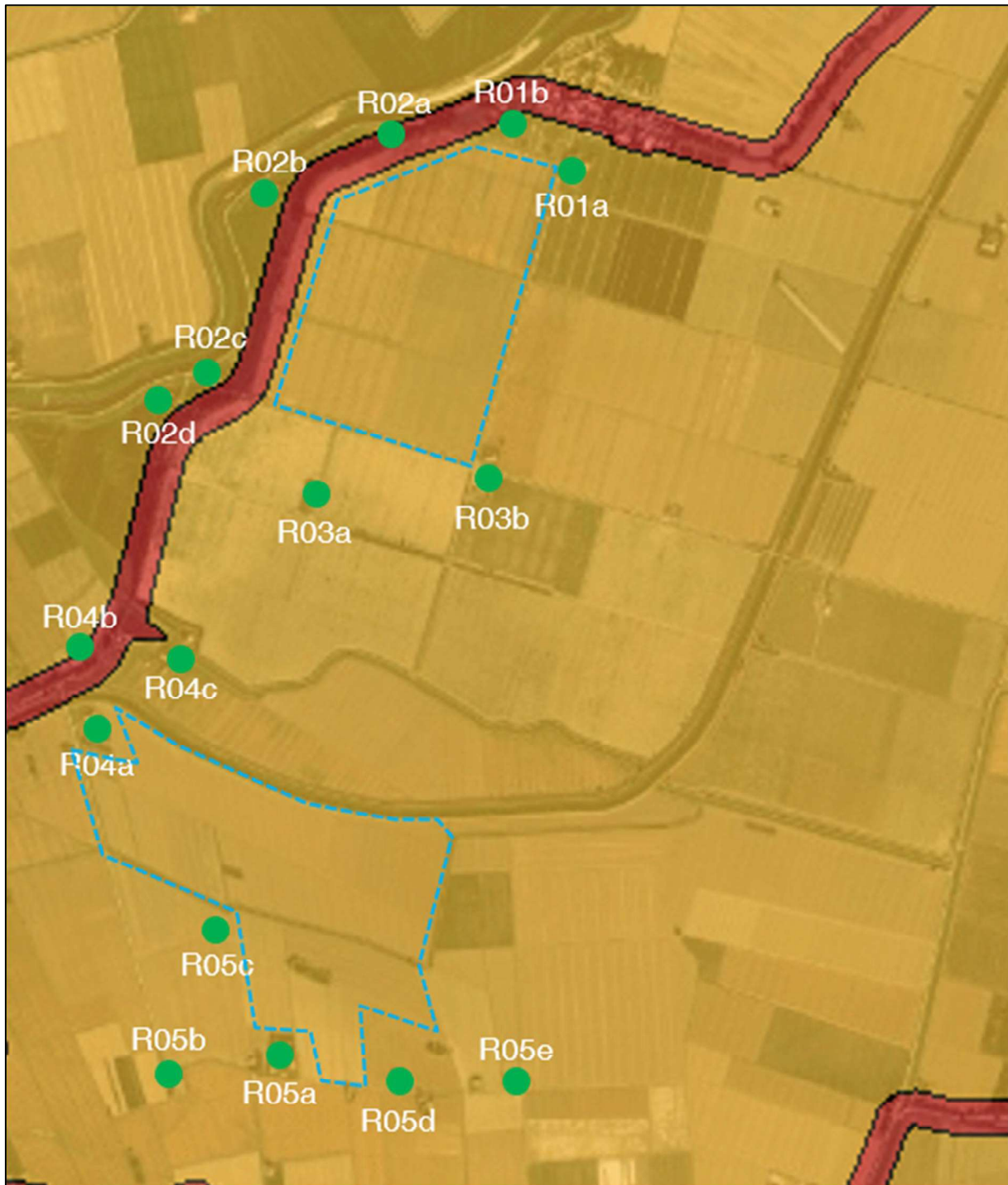


Figura 6 - Stralcio del Piano di classificazione acustica stato di fatto del comune di Bondeno (FE) con i luoghi di indagine e la fascia di rispetto acustica (in rosso) della SP9. Al layer è stato sovrapposto il perimetro del parco agrivoltaico

Per tutti i ricettori valgono i limiti di emissione e di immissione della **classe acustica III**:

- Limite di immissione diurno/notturno: 60/55 dBA
- Limite di emissione diurno/notturno: 55/45 dBA

Per i ricettori R01b, R02a, R04b il contributo della SP n. 9 non concorre, per legge, al raggiungimento dei limiti di immissione.

## 7. METODOLOGIA DI ANALISI

La tecnica di analisi utilizzata è del tipo combinato, basata cioè su rilievi strumentali e su modellazione numerica della propagazione del rumore con metodo analitico.

In particolare, la campagna di misure è stata finalizzata a

- Verificare con campionamento temporale i livelli di rumore residuo a ricevitore.

I risultati delle misure realizzate sui ricettori critici sono presi a riferimento per quei ricettori che, per analogia di distanza dalle sorgenti e tipologia di campo sonoro, risultano egualmente esposti ai livelli di clima acustico misurati.

Il modello di calcolo ha invece permesso di valutare l'attenuazione dovuta alla propagazione della rumorosità generata dalle sorgenti di progetto.

I calcoli sono stati realizzati in conformità con la norma UNI ISO 91613/2 per l'ambiente esterno ipotizzando una propagazione sonora in campo libero. Le dimensioni geometriche delle sorgenti in progetto consentono una loro rappresentazione in sorgenti sonore puntiformi.

Per il calcolo della attenuazione sonora è stata considerata l'attenuazione per **divergenza geometrica** e **l'effetto del suolo** secondo protocollo della ISO 9613/2 per ogni frequenza compresa tra 63 Hz e 8 kHz. Il suolo è stato considerato 'tipo terreno agricolo' dunque piuttosto poroso con **Agr=0.8**.

Al fine di studiare l'impatto acustico a ricettori si sono analizzati i livelli residui e i livelli di emissione nel periodo diurno e sono stati effettuati i confronti con i limiti di zona previsti dal Piano di classificazione acustica comunale.

Per una valutazione più completa del criterio differenziale, considerata la variabilità del rumore residuo, sono state effettuate delle stime utilizzando sia il livello residuo misurato LAeq sia il livello residuo scorporato dalle sorgenti stradali e agricole/antropiche. In questo modo si terrà conto delle condizioni di calcolo peggiorative e dunque più cautelative rispetto alla protezione dei ricettori.

Si ricorda che, ai sensi del DPCM 16.03.1998, il criterio differenziale deve essere verificato dentro l'edificio a finestre aperte e chiuse. In via previsionale questa operazione introduce ulteriori incertezze. Ogni risultato qui prodotto si riferirà dunque al solo ambiente esterno in corrispondenza della facciata dei ricettori più esposta alle sorgenti in progetto. I risultati ottenuti daranno tuttavia un'indicazione di possibili situazioni di disturbo che potranno emergere ad impianto realizzato.

Tutte le valutazioni sono riferite al periodo diurno dal momento che i trasformatori e gli inverter - e quindi l'impianto agrivoltaico nel suo complesso - si attivano con la luce del sole. Da un'analisi dell'alba e tramonto a Bondeno risulta infatti che solo per tre mesi all'anno il sole sorge prima delle 6:00, ma questo avviene per pochi minuti e pertanto non sussistono i tempi per portare l'impianto a regime. In questa fase ci sono i presupposti per trascurare le emissioni in periodo notturno.



## 8. MISURE FONOMETRICHE

### 8.1 Strumentazione di misura

Per le rilevazioni è stato impiegato un fonometro analizzatore in classe 1:

- **Fonometro Integratore SOLO** - 01dB-Stell (matr. N° 60183) con preamplificatore tipo PRE21S (matr. N°12816) e microfono tipo MCE 212 (matr. N° 33559) di classe 1

La strumentazione e i protocolli di misura sono conformi alla normativa tecnica di riferimento (CEI EN 61672) e al DPCM 16/03/1998.

Di seguito si riportano i dati relativi ai certificati di taratura della strumentazione (10/03/2023):

Fonometro SOLO (matr. N° 60183)	Mic. MCE 212 (campo libero)	Cert. Taratura LAT 185/12729
	1/3 Ott.	Cert. Taratura LAT 185/12730
Calibratore Bruel & Kjaer (matr. N° 2147300) /		Cert. Taratura LAT 185/12728

Tabella 8 - Riferimenti certificati di calibrazione

Le misurazioni sono state svolte in accordo a quanto disposto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" e al contenuto delle norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

In presenza di sorgenti identificate, sono stati utilizzati microfoni (di tipo a campo libero) diretti verso le sorgenti sonore dominanti e dotati di cuffia antivento.

Il presidio del tecnico competente durante tutto lo svolgimento delle misure ha permesso di discriminare le sorgenti sonore e annotare eventuali eventi anomali.

La calibrazione degli strumenti è stata ricontrollata in campo prima e dopo il ciclo di misure; la differenza è risultata inferiore a 0,5 dB. Essa è stata eseguita in un luogo acusticamente quieto.

## 8.2 Modalità e punti di misura

Le misure sono state effettuate dalla sottoscritta Giulia Svegliado - tecnico competente in acustica - **il giorno venerdì 17 marzo 2023** in condizioni meteorologiche buone, in assenza di vento o precipitazioni.

Le misure sono state realizzate in corrispondenza della pertinenza esterna dei ricettori individuati. Come detto, in alcuni casi il ricettore è rappresentativo del versante più esposto di interi agglomerati insediativi.

Gli accertamenti fonometrici sono stati realizzati nelle seguenti posizioni di misura:

- Posizione PM01: in prossimità delle abitazioni di Santa Bianca
- Posizione PM02: in prossimità di una abitazione lungo la SP n. 9
- Posizione PM03: in prossimità di un magazzino rurale in zona agricola
- Posizione PM04: in prossimità di abitazioni in zona agricola
- Posizione PM05: in prossimità di abitazioni in zona agricola
  
- Tempo di riferimento: periodo diurno
- Tempo di osservazione: 09.00 - 16.00
- Tempo di misura: vedi schede di misura

<b>Data: 07/10/2022</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Velocità vento</b>	<b>Umidità Relativa</b>	<b>Pressione</b>
Inizio Misura	12°C	< 2 m/s	50 %	1100 mbar
Fine Misura	15°C	< 2 m/s	50 %	1100 mbar
Cielo soleggiato. Assenza di precipitazioni atmosferiche. Assenza di vento o di brezza.				

Tabella 9 - Condizioni meteo riscontrate

Le schede relative alle misure sono allegate alla presente relazione tecnica.

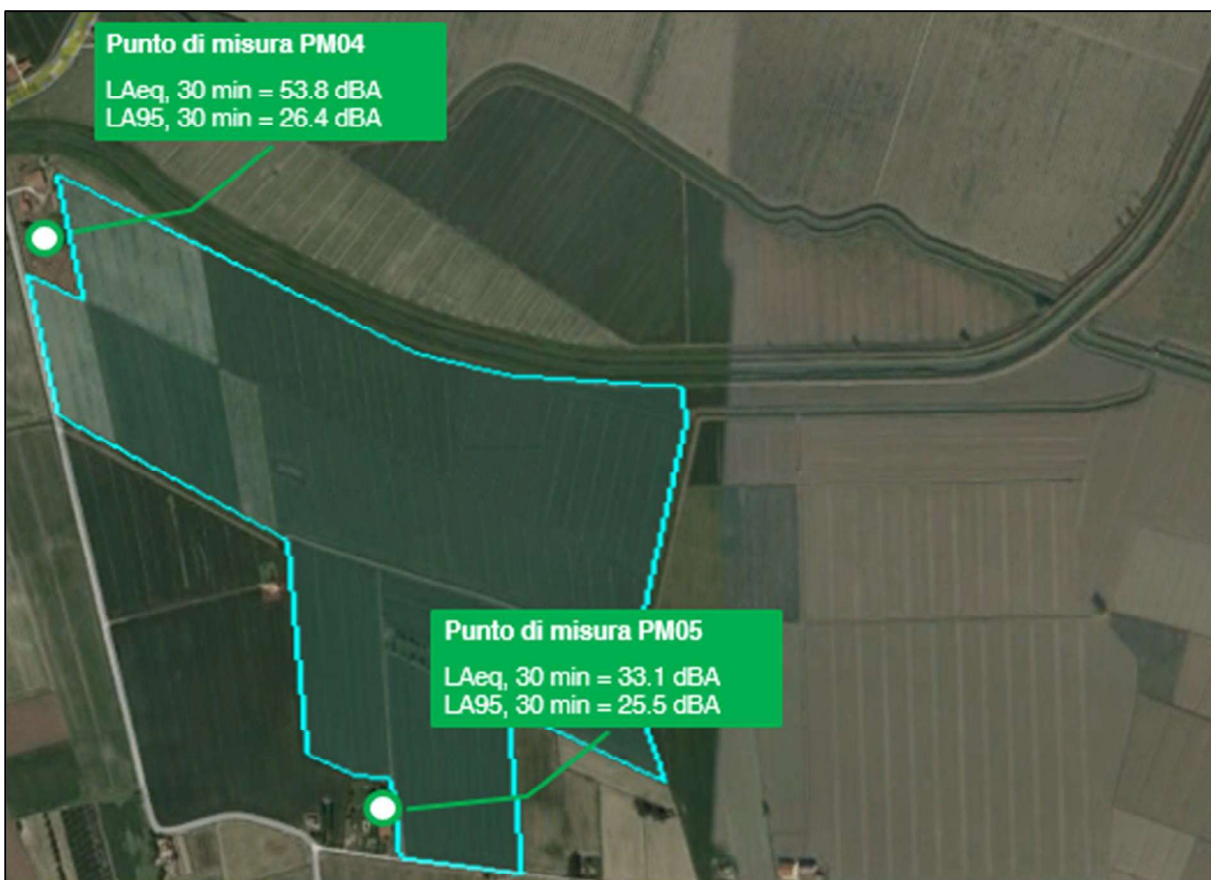


Figura 8 - Ortofoto con individuazione delle posizioni di misura e dei livelli di clima acustico misurati in ante operam



## 9. VALUTAZIONE PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO

Si procede alla valutazione dell'impatto acustico con valutazioni limitate al periodo diurno.

### 9.1 Analisi del clima acustico stato di fatto

L'area di progetto è interessata dall'importante via di comunicazione SP n. 9 che condiziona in modo sistematico ma con intensità differente il clima acustico misurato in tutti i punti di misura. Altre strade locali, di carattere rurale, uniscono le residenze isolate con la suddetta via di comunicazione.

A parte le attività agricole eseguite in modo discontinuo con uso di trattori non si evidenziano ulteriori sorgenti con ricadute acustiche significative.

Tutte le misure sono state realizzate sul periodo diurno e in un lasso di tempo rappresentativo del traffico orario medio diurno e delle usuali condizioni relative alle attività antropiche.

Si riportano in tabella i risultati delle misure effettuate; si è adottata una durata di misura di 30 min, ritenuta in tutti i casi sufficiente e idonea a rappresentare il rumore nei relativi punti.

Posizione	Descrizione	Livello globale (dBA)	
		LAeq	LA95
PM01	Abitazioni più esposte di Santa Bianca	41.8	32.7
PM02	Abitazione su SP n. 9	57.7	26.8
PM03	Edificio rurale in zona agricola	40.6	28.8
PM04	Abitazioni in zona agricola	53.8	26.4
PM05	Abitazioni in zona agricola	33.1	25.5

Tabella 10 - Livelli di rumore LAeq (30 min) e LA95 misurati nei differenti punti di misura

Il principale obiettivo dei punti di misura è quello di verificare il clima acustico attuale in corrispondenza dei versanti più esposti al futuro parco agrivoltaico dei ricettori indagati.

Le operazioni di scorporo sui tracciati possono essere visualizzate nelle schede di misura allegate alla relazione tecnica. Di seguito si fornisce un commento di sintesi sui livelli sopra indicati.

La rumorosità registrata sui punti di misura direttamente esposti al traffico stradale (PM02, PM04) si attesta su livelli compresi tra 53 e 58 dBA. Nel punto PM01 si registra una rumorosità pari a 41.8 dBA che in buona parte dipende dalle emissioni seppur schermate della SP n. 9. Nel punto PM03 si registrano livelli dominati dalle attività agricole mentre nel punto PM05 ad esclusione dell'antropico locale si registrano livelli estremamente contenuti che si attestano attorno ai 30 dBA.

## 9.2 Analisi dei livelli di emissione

Le stazioni elettriche sono rappresentate da sorgenti puntiformi. Per l'analisi acustica ci si è riferiti alla certificazione acustica rilasciata dal produttore integrata con il calcolo modellistico.

La tabella seguente riporta il livello di potenza sonora per bande di ottava (dBA) e il livello complessivo calcolati per ogni elemento (trasformatore e gruppo inverter) e per l'intera stazione elettrica:

Sorgenti / Frequenza	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	LAW (dBA)
<b>Trasformatore</b>	74,4	75,4	75,4	75,4	73,4	71,4	68,4	63,4	<b>82,4</b>
<b>Gruppo Inverter</b>	55,1	64,4	73,9	80,3	84,0	76,7	71,0	64,4	<b>86,6</b>
<b>Stazione elettrica (Tot)</b>	74,5	75,7	77,7	81,5	84,4	77,8	72,9	66,9	<b>88,0</b>

Tabella 11 - Livello di potenza sonora LAw (dBA) generato dalla stazione elettrica e dalle sue singole componenti.

I livelli ai ricettori sono calcolati a partire dalla distanza in pianta di ciascuna sorgente rispetto ai ricettori indagati così come indicati nella tabella 5 del capitolo 5.

Considerando un periodo di funzionamento continuo per le 16 ore del periodo diurno, i livelli calcolati sono quelli da confrontare con i limiti di emissione previsti dal Piano di classificazione acustica comunale.

### Nota di calcolo

La rumorosità della stazione elettrica è stata valutata secondo il procedimento di seguito sintetizzato:

- Dalla certificazione acustica del produttore si ottiene il livello LAw globale per la stazione elettrica.
- Attraverso la norma IEC 551/1987 si è stimato il livello LAw globale del trasformatore.
- Con la formulazione di Bies & Hansen accreditata su scale internazionale si è ricavato lo spettro del livello di potenza sonora generato dal trasformatore.
- Per differenza si è stimato il livello LAw generato dal gruppo inverter.
- Dalle schede tecniche disponibili sul mercato si è ricavato il generico spettro di emissione degli inverter.
- Con una operazione di normalizzazione si è calcolato lo spettro del livello di potenza sonora del gruppo inverter.

In questo modo si sono ottenuti i livelli globale e in frequenza delle singole sorgenti che costituiscono ogni stazione elettrica oltre ovviamente lo spettro di potenza sonora generato dalla stazione elettrica nel suo insieme.

Di seguito si riporta il livello di emissione calcolato per ogni stazione elettrica e il livello di emissione complessivo valutato sui ricettori interni all'area di influenza del parco agrivoltaiico. I risultati sono forniti in frequenza e in termini globali.

Nome	ID	LAp 63 Hz dBA	LAp 125 Hz dBA	LAp 125 Hz dBA	LAp 250 Hz dBA	LAp 1kHz dBA	LAp 2kHz dBA	LAp 4kHz dBA	LAp 8kHz dBA	LAp globale (dBA)
Campo nord	<b>R01a</b>	22	15	13	22	26	17	3	-34	<b>29.3</b>
Campo nord	<b>R01b</b>	25	19	17	26	30	22	13	-7	<b>33.2</b>
Campo nord	<b>R02a</b>	25	19	16	25	30	22	11	-13	<b>32.7</b>
Campo nord	<b>R02b</b>	22	14	12	21	26	16	1	-39	<b>28.7</b>
Campo nord	<b>R02c</b>	21	12	10	19	24	14	-4	-52	<b>27.1</b>
Campo nord	<b>R02d</b>	20	10	9	18	23	12	-8	-64	<b>25.9</b>
Campo nord	<b>R03a</b>	24	17	13	22	28	19	7	-21	<b>30.5</b>
Campo nord	<b>R03b</b>	24	17	13	23	28	20	7	-24	<b>31.1</b>
Campo sud	<b>R04a</b>	22	15	12	21	26	18	6	-23	<b>29.2</b>
Campo sud	<b>R04b</b>	20	10	8	17	22	11	-7	-56	<b>25.1</b>
Campo sud	<b>R04c</b>	21	11	9	18	23	13	-4	-48	<b>26.3</b>
Campo sud	<b>R05a</b>	28	24	20	29	34	27	20	5	<b>36.9</b>
Campo sud	<b>R05b</b>	22	15	11	20	26	17	4	-28	<b>28.7</b>
Campo sud	<b>R05c</b>	26	19	15	24	30	22	9	-22	<b>32.8</b>
Campo sud	<b>R05d</b>	23	16	12	22	27	19	6	-25	<b>30.2</b>
Campo sud	<b>R05e</b>	20	11	9	18	23	13	-6	-56	<b>25.9</b>

Tabella 12 - Risultati delle simulazioni<sup>9</sup> del livello di emissione sonora sui ricettori individuati all'interno dell'area di influenza.

<sup>9</sup> Stima secondo ISO 9613/2 con Agr=0.8 e propagazione in campo libero

### 9.3 Verifica dei limiti di emissione e di immissione

Si riportano in tabella i limiti di emissione/immissione, i livelli di rumore residuo, i livelli di emissione e i livelli ambientali complessivi ricavati dalla loro somma energetica, ricordando che i livelli di emissione considerati sono quelli generati dal solo parco agrivoltaico in progetto. Si evidenzia il confronto con il limite previsti dalla normativa.

Considerato il fatto che i ricettori indagati si trovano TUTTI in prossimità o a cavallo dei 50m della fascia di rispetto acustica della strada SP n. 9 ovvero al limite delle fasce di 30m delle strade locali di carattere rurale, si sceglie quale condizione cautelativa di non escludere il contributo stradale ai fini del raggiungimento dei limiti di immissione.

Il livello residuo considerato per ogni ricettore è dunque riportato di seguito:

Ricettore	Limiti emissione / immissione	Livello Residuo (dBA)	Livello Emissione (dBA)	Livello Immissione (dBA)	$\Delta L$ (dBA) sul Limite di emissione	$\Delta L$ (dBA) sul Limite di immissione
R01a	55/60	41.8	29,3	42,0	-25,7	-18,0
R01b	55/60	41.8	33,2	42,4	-21,8	-17,6
R02a	55/60	57.7	32,7	57,7	-22,3	-2,3
R02b	55/60	57.7	28,7	57,7	-26,3	-2,3
R02c	55/60	57.7	27,1	57,7	-27,9	-2,3
R02d	55/60	57.7	25,9	57,7	-29,1	-2,3
R03a	55/60	40.6	30,5	41,0	-24,5	-19,0
R03b	55/60	40.6	31,1	41,1	-23,9	-18,9
R04a	55/60	53.8	29,2	53,8	-25,8	-6,2
R04b	55/60	53.8	25,1	53,8	-29,9	-6,2
R04c	55/60	53.8	26,3	53,8	-28,7	-6,2
R05a	55/60	33.1	36,9	38,4	-18,1	-21,6
R05b	55/60	33.1	28,7	34,4	-26,3	-25,6
R05c	55/60	33.1	32,8	36,0	-22,2	-24,0
R05d	55/60	33.1	30,2	34,9	-24,8	-25,1
R05e	55/60	33.1	25,9	33,9	-29,1	-26,1

Tabella 13 - Livelli di emissione e di immissioni riferiti al TR DIURNO (LAeq) e verifica con i limiti di legge

Come si vede i livelli di emissione e di immissione nei punti di verifica sono ampiamente inferiori ai limiti di accettabilità fissati dal DPCM 14/11/1997.

Considerando tutte le ipotesi conservative adottate, si ritiene che l'opera rispetti i limiti con i dovuti margini di tutela.

#### 9.4 Analisi dei livelli differenziali

Il DPCM 14/11/1997 fissa la soglia di applicabilità del criterio differenziale che viene considerata a riferimento anche per l'analisi in questione; secondo la legge il criterio differenziale non è applicabile nel caso in cui il rumore ambientale misurato in ambiente interno a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA e a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno. Inoltre il criterio differenziale non si applica nella classe acustica VI così come previsto dalla L.447/95. Nessun ricettore di questo studio si trova in classe acustica VI.

Nel caso di applicabilità, il livello differenziale deve risultare inferiore a 5 dBA valevole per il periodo diurno.

Il presente elaborato riporta una previsione di sorgenti non ancora esistenti e dunque gli impatti non possono essere verificati in ambiente interno così come previsto dalla normativa. Tuttavia la previsione realizzata in ambiente esterno fornisce risultati di indirizzo utili ad individuare potenziali criticità o ad escluderle in modo palese.

Il calcolo del livello differenziale, come detto, è stato realizzato anche rispetto allo scenario con rumorosità residua in assenza del traffico stradale o da eventuali attività agricole/antropiche.

**Tale scenario rappresenta la condizione di massima cautela per la valutazione del criterio differenziale.**

Di seguito sono riportate dunque 2 tabelle che riportano i livelli considerando la rumorosità residua e la rumorosità residua scorporata dai contributi stradali e attività agricole/antropiche.

Si dà indicazione dell'applicabilità o meno del differenziale e del rispetto del limite nel caso di applicabilità.

Ricettore	Residuo (dBA)	Emissione (dBA)	Ambientale (dBA)	$\Delta$ Ambientale-Residuo (dBA)	Applicabilità	Rispetto differenziale
R01a	41.8	34,3	42,0	0,2	NO	N.A.
R01b	41.8	37,0	42,4	0,6	NO	N.A.
R02a	57.7	37,0	57,7	0,0	SI	SI
R02b	57.7	33,9	57,7	0,0	SI	SI
R02c	57.7	32,6	57,7	0,0	SI	SI
R02d	57.7	31,4	57,7	0,0	SI	SI
R03a	40.6	35,6	41,0	0,4	NO	N.A.
R03b	40.6	36,2	41,1	0,5	NO	N.A.
R04a	53.8	34,3	53,8	0,0	SI	SI
R04b	53.8	30,6	53,8	0,0	SI	SI
R04c	53.8	31,8	53,8	0,0	SI	SI
R05a	33.1	40,7	38,4	5,3*	NO	N.A.
R05b	33.1	33,9	34,4	1,3	NO	N.A.
R05c	33.1	37,8	36,0	2,9	NO	N.A.
R05d	33.1	35,3	34,9	1,8	NO	N.A.
R05e	33.1	31,4	33,9	0,8	NO	N.A.

\*Limite differenziale non applicabile

Tabella 14 - Livello differenziale stimato con il livello residuo complessivo (Scenario I)

Ricettore	Residuo (dBA)	Emissione (dBA)	Ambientale (dBA)	$\Delta$ Ambientale-Residuo (dBA)	Applicabilità	Rispetto differenziale
R01a	41,8	34,3	42,0	0,2	NO	N.A.
R01b	41,8	37,0	42,4	0,6	NO	N.A.
R02a	38,7	37,0	39,7	1,0	NO	N.A.
R02b	38,7	33,9	39,1	0,4	NO	N.A.
R02c	38,7	32,6	39,0	0,3	NO	N.A.
R02d	38,7	31,4	38,9	0,2	NO	N.A.
R03a	30,7	35,6	33,6	2,9	NO	N.A.
R03b	30,7	36,2	33,9	3,2	NO	N.A.
R04a	35,3	34,3	36,3	1,0	NO	N.A.
R04b	35,3	30,6	35,7	0,4	NO	N.A.
R04c	35,3	31,8	35,8	0,5	NO	N.A.
R05a	30,4	40,7	37,8	7,4*	NO	N.A.
R05b	30,4	33,9	32,6	2,2	NO	N.A.
R05c	30,4	37,8	34,8	4,4	NO	N.A.
R05d	30,4	35,3	33,3	2,9	NO	N.A.
R05e	30,4	31,4	31,7	1,3	NO	N.A.

Tabella 15 - Livello differenziale stimato con il livello residuo scorporato da traffico ed emissioni agricole/antropiche (Scenario II)

In linea generale si evidenzia che i livelli ambientali più elevati sono dovuti alle emissioni stradali. Il livello differenziale più elevato si riscontra invece in corrispondenza di ricettori caratterizzati da un residuo poco influenzato dal rumore e da quello delle attività agricole; in questa situazione infatti il contributo del parco, anche se di modesta entità, emerge più facilmente.

Come si può vedere nel caso di residuo senza scorpori (Tabella 14) si ha in alcuni casi l'applicabilità del differenziale ma non viene mai superata la differenza di 5 dB fra ambientale e residuo.

Nel caso di rumorosità residua scorporata dai contributi stradali e attività agricole/antropiche (Tabella 15) non si ha mai l'applicabilità, non viene cioè mai superata la soglia dei 50 dBA.

Si ricorda inoltre che il passaggio del rumore dall'ambiente esterno a quello interno, a finestra completamente aperta, comporta una riduzione del livello di rumore per effetto della diffrazione sui bordi della finestra. Tale riduzione è generalmente compresa nell'intervallo cautelativo di 2÷3 dBA. Tale condizione avvalorata la conclusione che: **il criterio differenziale diurno o non trova applicazione (Livello ambientale < 50 dBA) o è verificato (Livello differenziale < 5 dBA) per qualsiasi residuo.**

## 10. CONCLUSIONI

Dall'analisi effettuata in fase previsionale, il progetto del parco agrivoltaico di Bondeno (RO) risulta **pienamente compatibile** con i limiti di accettabilità fissati dal DPCM 14/11/1997, recepiti dal Piano di classificazione acustica comunale.

Il livello differenziale è stato verificato per ogni ragionevole residuo e ove applicabile, il livello calcolato risulta di minima entità a dimostrazione delle basse emissioni valutate in corrispondenza dei ricettori più esposti.

In corrispondenza del ricettore R5a, situato al confine sud del campo sud, si riscontra il livello differenziale più elevato a causa dell'effettiva vicinanza con la stazione elettrica ID S06. Con livello residuo misurato si stima una differenza di 5.3 dBA mentre con livello residuo scorporato da traffico/antropico si stima una differenza di 7.4 dBA. In entrambi in casi il criterio differenziale non trova però applicazione in quanto il livello ambientale si attesta sui 37-38 dBA di molto inferiore alla soglia dei 50 dBA di applicabilità.

Per via delle incertezze sulla caratterizzazione delle sorgenti sonore, in caso emerga la necessità verrà effettuata una campagna di misure ad impianto ultimato con lo scopo di verificare le risultanze del presente studio.

Qualora dovessero esserci superamenti dei limiti saranno messi in opera tutti gli accorgimenti necessari per far rientrare i livelli di rumorosità entro quanto richiesto dalla normativa vigente.

Alcuni accorgimenti tipici possono essere:

- Accorgimenti sulle griglie di ventilazione del gruppo inverter con sistemi a griglie afoniche se compatibili.
- Eventuale sistema di incapsulamento del trasformatore con soluzioni progettate e certificate dalla ditta produttrice delle stazioni elettriche.
- Schermatura con pannelli fonoassorbenti strutturalmente idonei localizzati nei pressi delle stazioni elettriche periferiche al parco e più vicine ai ricettori: ID N01, ID S06.

In fede

Giulia Svegliado  
ENTECA n, 979 – Regione Veneto n, 367

## INDICE FIGURE, TABELLE E FOTO

Figura 1 - Foto aerea dell'area di interesse con evidenziati il Campo nord e il Campo sud. I 2 campi distano tra loro 1000 m mentre l'intera area di progetto interessa una estensione complessiva di 2700 m lungo la direttrice nord-sud .....	9
Figura 2 - Estratto della tavola 'Layout' (Formato A3 Rev. 01 di Luglio 2022) con la relativa legenda e individuazione dei due campi agri fv nord e sud. Sono indicate le stazioni elettriche (in rosa e denominate cabine di trasformazione) e le cabine di raccolta .....	10
Figura 3 - Estratto delle tavole di progetto RVFVER32-VIA2-D17-00.dwg e RVFVER32-VIA2-D18-00.dwg rilasciate in data 14.03.2023 riferite rispettivamente al campo nord e sud con indicato il numero di tracker classificati per lunghezza e la potenza nominale prevista per ogni campo .....	11
Figura 4 - Foto aerea dell'area di influenza dell'Impianto agrivoltaico. Sono indicate le sorgenti di rumore che simulano le stazioni elettriche (cerchietti rosa). Sono inoltre indicati i ricettori presi in esame (cerchietti verdi) tra cui quelli oggetto di monitoraggio ante operam (si nota l'identificativo del punto di misura in colore giallo) .....	12
Figura 5 - Immagine dello schema della stazione elettrica marca Gamesa modello Proteus PV Station IEV version. ....	14
Figura 6 - Stralcio del Piano di classificazione acustica stato di fatto del comune di Bondeno (FE) con i luoghi di indagine e la fascia di rispetto acustica (in rosso) della SP9. Al layer è stato sovrapposto il perimetro del parco agrivoltaico.....	19
Figura 7 - Orario di alba e tramonto a Bondeno (FE) .....	21
Figura 8 - Ortofoto con individuazione delle posizioni di misura e dei livelli di clima acustico misurati in ante operam .....	24
Tabella 1 – Sorgenti puntiformi e ricettori di interesse per i due campi produttivi. In giallo i ricettori dove sono stati realizzati il monitoraggio del clima acustico di ante operam .....	13
Tabella 2 – Livello di potenza sonora del trasformatore .....	15
Tabella 3 – Livello di potenza sonora del gruppo inverter .....	15
Tabella 4 – Livello di potenza sonora della stazione elettrica .....	15
Tabella 5 – Sorgenti sonore che dominano i livelli misurati di clima acustico.....	16
Tabella 6 - Distanza (m) tra le sorgenti dei due campi e i ricettori interni all'area di influenza. ....	17
Tabella 7 - Valori limite di emissione ed immissione (rif. Piano di classificazione acustica comunale e DPCM 14.11.1997).....	18
Tabella 8 - Riferimenti certificati di calibrazione.....	22
Tabella 9 - Condizioni meteo riscontrate .....	23
Tabella 10 - Livelli di rumore LAeq (30 min) e LA95 misurati nei differenti punti di misura .....	25
Tabella 11 - Livello di potenza sonora LAw (dBA) generato dalla stazione elettrica e dalle sue singole componenti. ....	26
Tabella 12 - Risultati delle simulazioni del livello di emissione sonora sui ricettori individuati all'interno dell'area di influenza.....	27
Tabella 13 - Livelli di emissione e di immissioni riferiti al TR DIURNO (LAeq) e verifica con i limiti di legge .....	28
Tabella 14 - Livello differenziale stimato con il livello residuo complessivo.....	29
Tabella 15 - Livello differenziale stimato con il livello residuo scorporato dal traffico e dalle emissioni agricole/antropiche.....	30



**ALLEGATO N.1: SCHEDE DI MISURA**

**POSIZIONE PM01**

**IN PROSSIMITÀ DEL CENTRO ABITATO DI SANTA BIANCA  
CONFINE NORD DEL PARCO NORD**

SORGENTI PRINCIPALI: SP n. 9  
 ALTRE SORGENTI: Emissioni naturali. Emissioni antropiche  
 NOTE: Altezza microfono 1,5 m  
 No componenti impulsive. No componenti tonali.



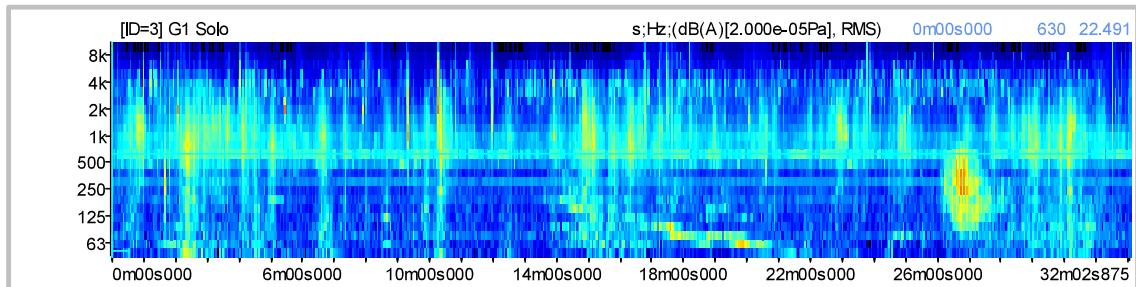
**Principali risultati**

<b>Strumento</b>	Fonometro SOLO (matr. N° 60183)								
<b>File</b>	Solo_230317_094429000.CMG								
<b>Inizio</b>	17/03/2023 09:44:29:000								
<b>Fine</b>	17/03/2023 10:16:31:375								
<b>Base tempi</b>	125 msec								
<b>Sorgente</b>	<b>LAeq sorgente</b>	<b>LAeq parziale</b>	<b>Lmin</b>	<b>Lmax</b>	<b>L95</b>	<b>L90</b>	<b>L10</b>	<b>Durata</b>	<b>Fatt, corr,</b>
Residuo globale	41,8	41,8	30,2	61,8	32,7	33,5	44,4	00:30	no

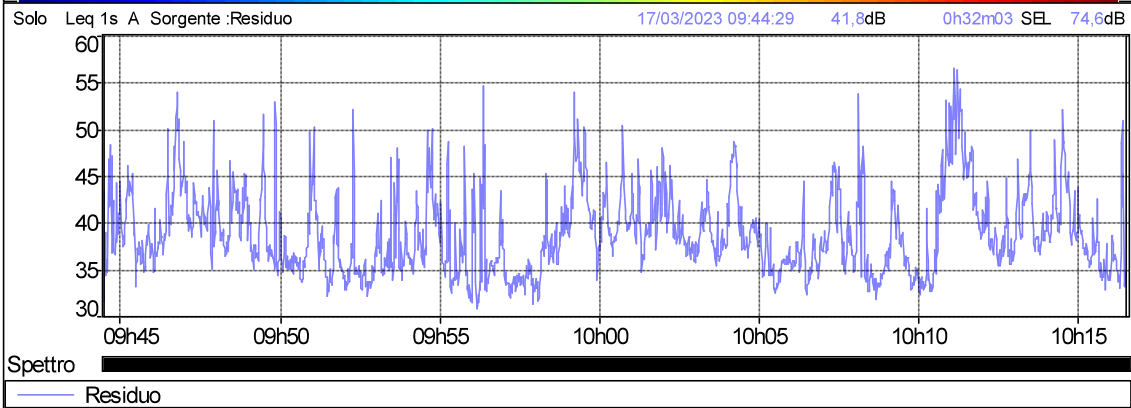
**Foto**



POSIZIONE PM01  
Sonogramma e andamento temporale (LAeq)

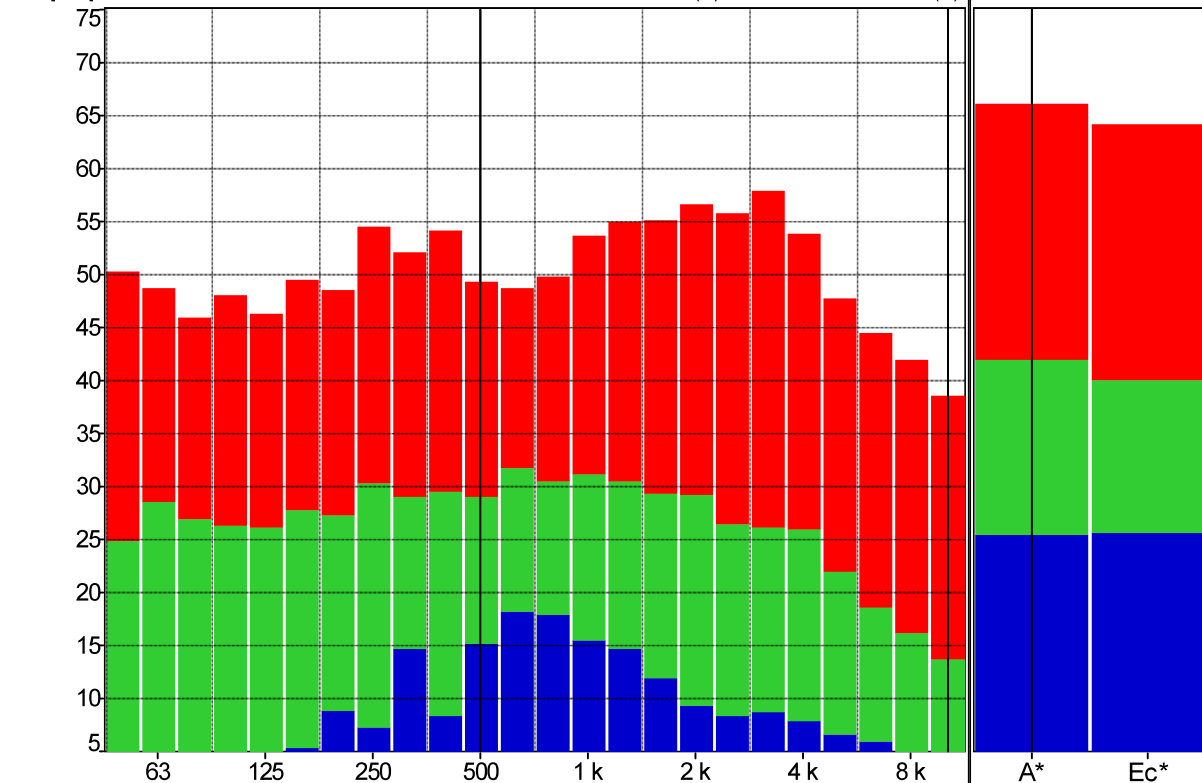


c1 s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
c2 s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
|c2-c1| s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)



Spettro in terzi d'ottava RESIDUO (Lin)

Solo [medio]	500Hz	28.9dB (A)	10 kHz	13.6dB (A)	A*	41.8
Solo [Min]	500Hz	15.1dB (A)	10 kHz	3.8dB (A)	A*	25.4
Solo [Max]	500Hz	49.2dB (A)	10 kHz	38.4dB (A)	A*	66.1



**POSIZIONE PM02**

**ESTERNO ABITAZIONE SINGOLA SU SP N. 9**

**CONFINE OVEST DEL PARCO NORD**

SORGENTI PRINCIPALI: SP n. 9

ALTRE SORGENTI: Emissioni naturali

NOTE: Altezza microfono 1,5 m

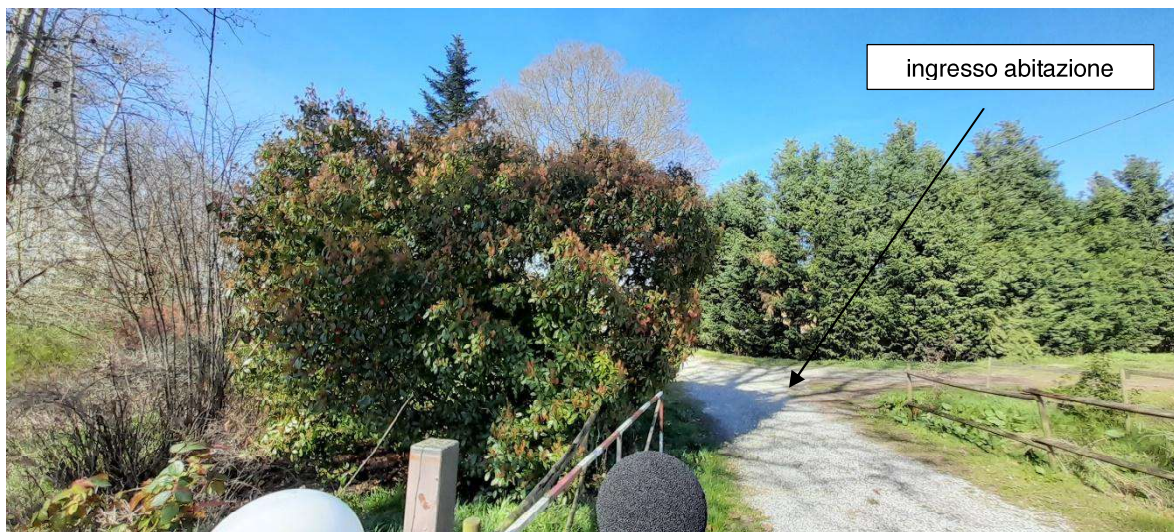
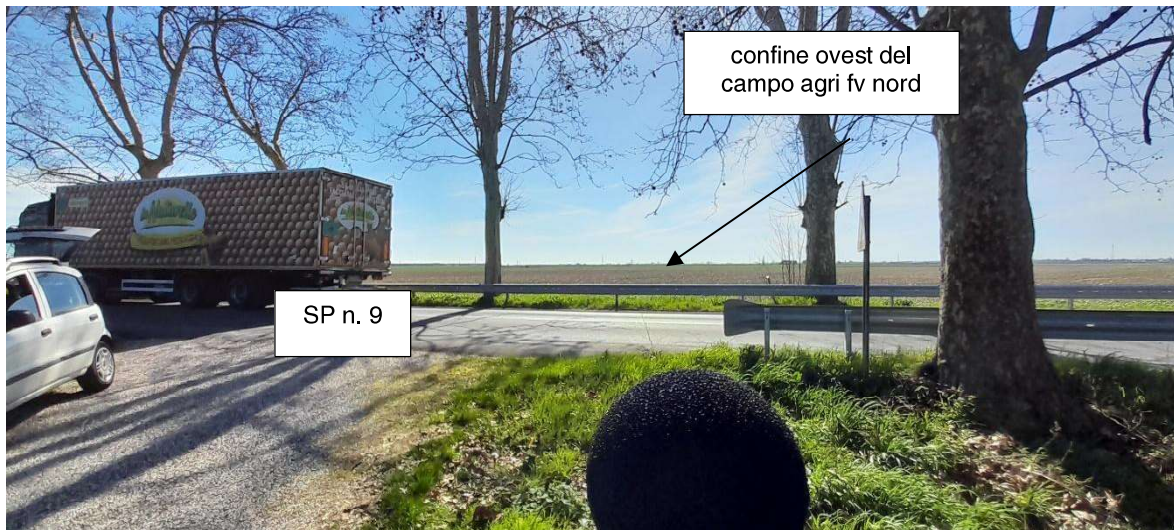
No componenti impulsive. No componenti tonali.



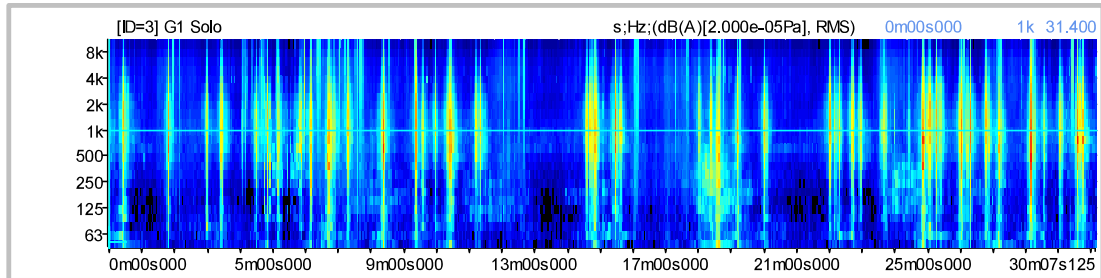
**Principali risultati**

<b>Strumento</b>	Fonometro SOLO (matr. N° 60183)								
<b>File</b>	Solo_230317_102311000.CMG								
<b>Inizio</b>	17/03/2023 10:23:11:000								
<b>Fine</b>	17/03/2023 10:53:18:250								
<b>Base tempi</b>	125 msec								
<b>Sorgente</b>	<b>LAeq sorgente</b>	<b>LAeq parziale</b>	<b>Lmin</b>	<b>Lmax</b>	<b>L95</b>	<b>L90</b>	<b>L10</b>	<b>Durata</b>	<b>Fatt. corr.</b>
SP n. 9	63,5	57,7	26,4	78,8	40,2	44,2	66,6	00:07:45	no
Residuo senza strada	38,7	37,4	24,5	54,6	26,5	27,5	42,3	00:22:21	no
Globale	57,7	57,7	24,5	78,8	26,8	28,2	56,7	00:30:07	no

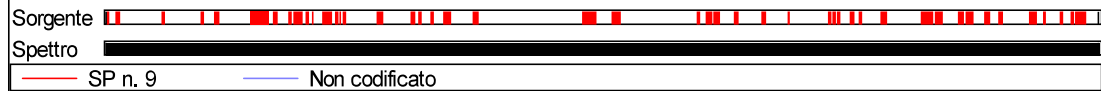
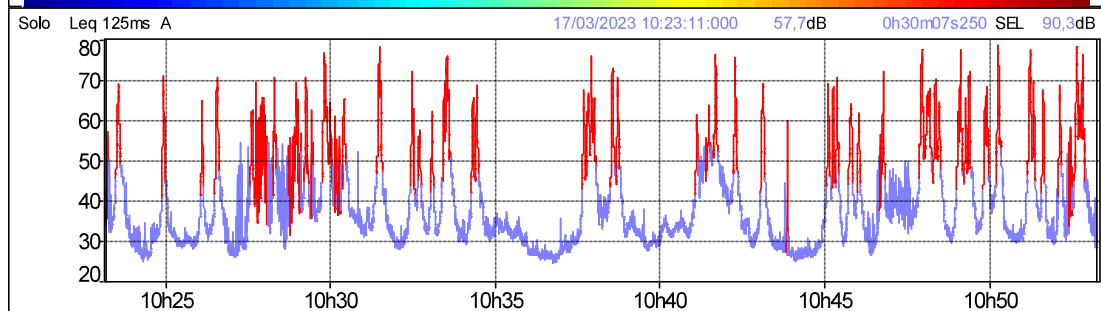
**Foto**



**POSIZIONE PM02**  
**Sonogramma e andamento temporale (LAeq)**

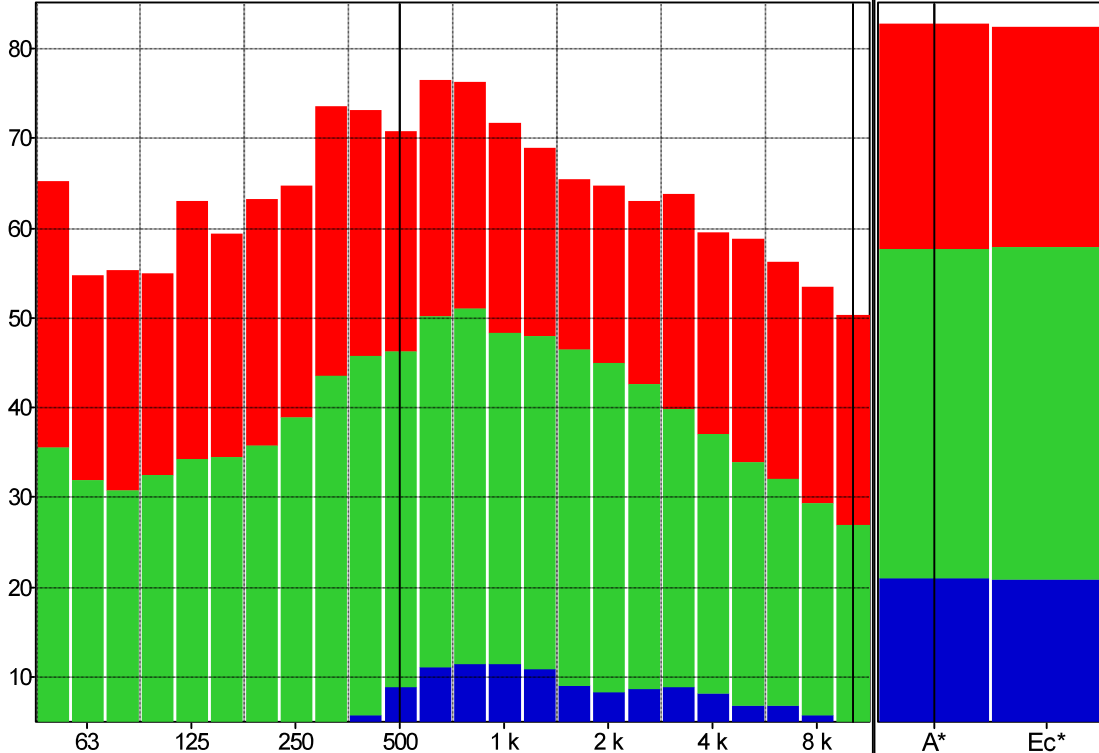


c1	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	50	15.280
c2	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	50	15.280
c2-c1	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	0	0.000



**Spettro in terzi d'ottava INTERO TRACCIATO (Lin)**

Solo [medio]	500Hz	46.2dB (A)	10 kHz	26.9dB (A)	A*	57.7
Solo [Min]	500Hz	8.7dB (A)	10 kHz	4.1dB (A)	A*	21.0
Solo [Max]	500Hz	70.7dB (A)	10 kHz	50.3dB (A)	A*	82.7



### POSIZIONE PM03

#### IN PROSSIMITA DI ABITAZIONE RURALE

#### CONFINE OVEST DEL PARCO NORD

SORGENTI PRINCIPALI: Attività agricole

ALTRE SORGENTI: SP n. 9. Eventi naturali.

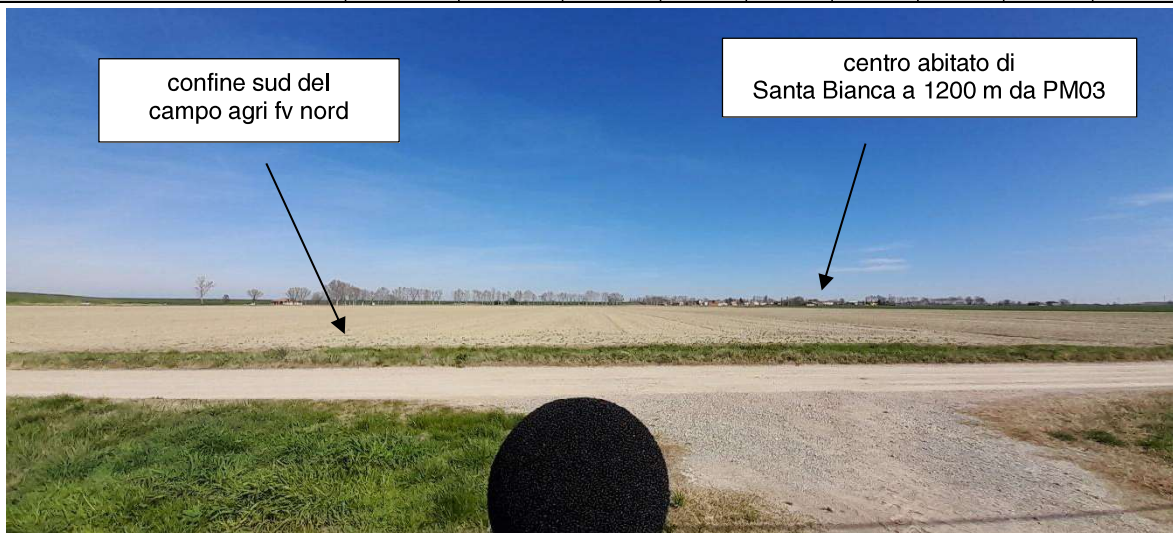
NOTE: Altezza microfono 1,5 m

No componenti impulsive. No componenti tonali.

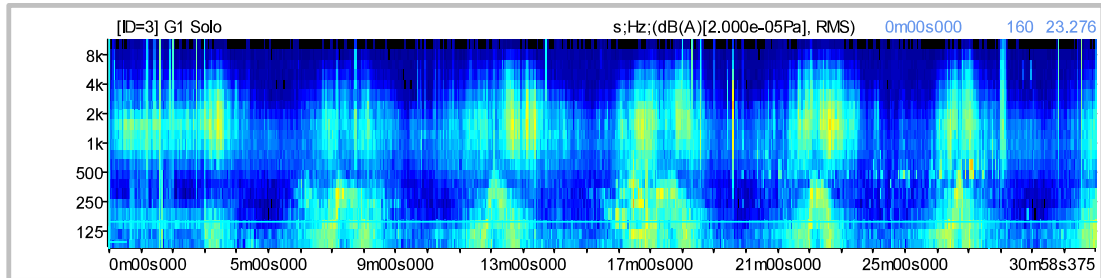


#### Principali risultati

<b>Strumento</b>	Fonometro SOLO (matr. N° 60183)								
<b>File</b>	Solo_230317_110358000.CMG								
<b>Inizio</b>	17/03/2023 11:03:58:000								
<b>Fine</b>	17/03/2023 11:34:56:500								
<b>Base tempi</b>	125 msec								
Sorgente	LAeq sorgente	LAeq parziale	Lmin	Lmax	L95	L90	L10	Durata	Fatt. Corr.
Residuo senza attività agricola	30,7	23,9	26,3	44,1	28,0	28,3	32,4	00:06	no
Attività agricola	41,5	40,5	26,9	60,8	30,7	31,8	45,4	00:24	no
Globale	40,6	40,6	26,3	60,8	28,8	29,6	44,9	00:30	no

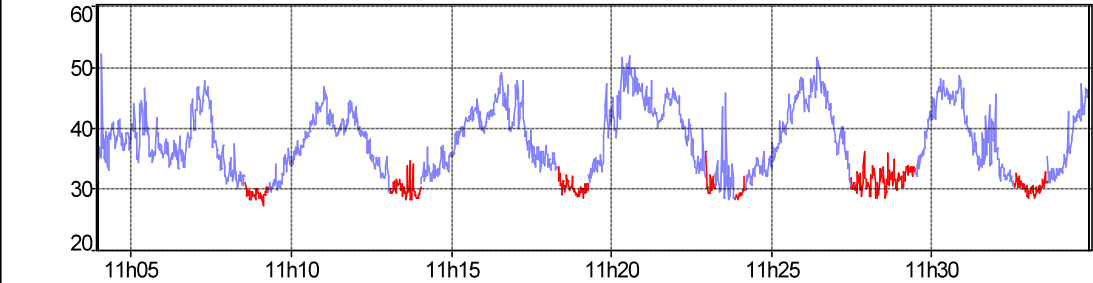


**POSIZIONE PM03**  
**Sonogramma e andamento temporale (LAeq)**



c1 s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
c2 s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
|c2-c1| s;Hz:(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)

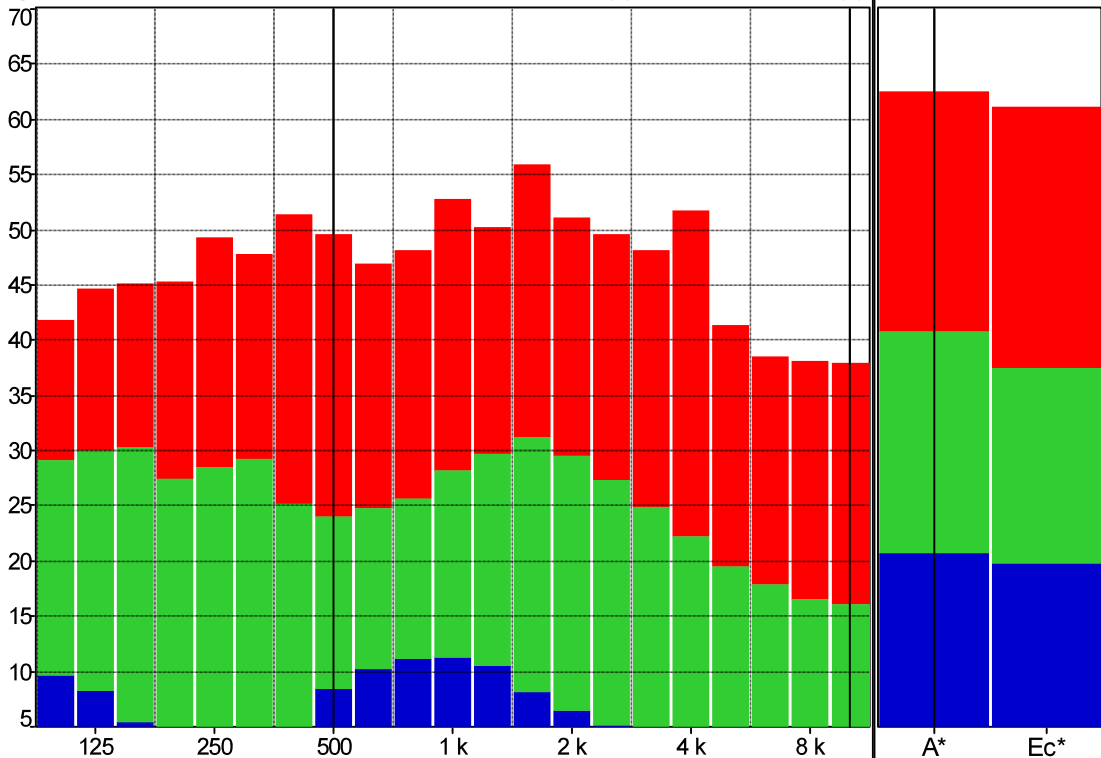
Solo Leq 1s A Sorgente :No attività 17/03/2023 11:03:58 30,7dB 0h30m59 SEL 56,5dB  
Solo Leq 1s A Sorgente :Non codificato 17/03/2023 11:03:58 41,5dB 0h30m59 SEL 73,2dB



Spettro  
— No attività — Non codificato

**Spettro in terzi d'ottava INTERO TRACCIATO (Lin)**

Solo [medio]	500Hz	24.0dB (A)	10 kHz	16.0dB (A)	A*	40.7
Solo [Min]	500Hz	8.3dB (A)	10 kHz	3.5dB (A)	A*	20.7
Solo [Max]	500Hz	49.5dB (A)	10 kHz	37.9dB (A)	A*	62.5



**POSIZIONE PM04**

**ESTERNO NUCLEO ABITATO**

**CONFINE NORD OVEST DEL PARCO SUD**

SORGENTI PRINCIPALI: via delle suore (strada locale)

ALTRE SORGENTI: SP n. 9. Emissioni antropiche.

NOTE: Altezza microfono 1,5 m

No componenti impulsive. No componenti tonali.



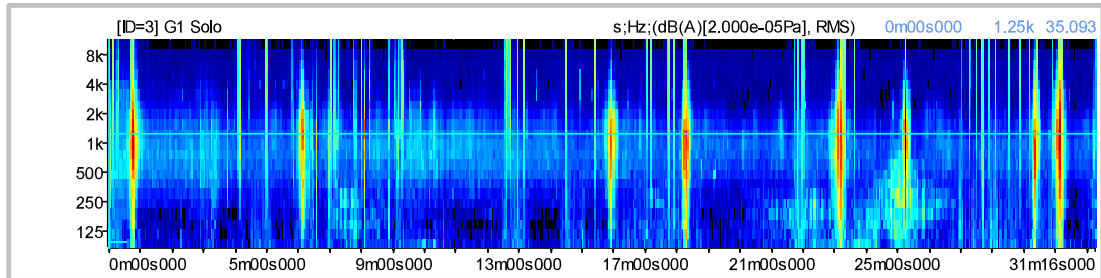
**Principali risultati**

<b>Strumento</b>	Fonometro SOLO (matr. N° 60183)								
<b>File</b>	Solo_230317_114404000.CMG								
<b>Inizio</b>	17/03/2023 11:44:04:000								
<b>Fine</b>	17/03/2023 12:15:20:125								
<b>Base tempi</b>	125 msec								
<b>Sorgente</b>	<b>LAeq sorgente</b>	<b>LAeq parziale</b>	<b>Lmin</b>	<b>Lmax</b>	<b>L95</b>	<b>L90</b>	<b>L10</b>	<b>Durata</b>	<b>fatt. corr.</b>
Residuo senza via delle suore	35,3	35,0	24,0	58,4	26,4	27,1	39,5	00:02	no
via delle suore	66,2	53,8	33,7	82,8	38,4	41,9	73,3	00:29	no
Globale	53,8	53,8	24,0	82,8	26,4	27,3	48,2	00:31	no

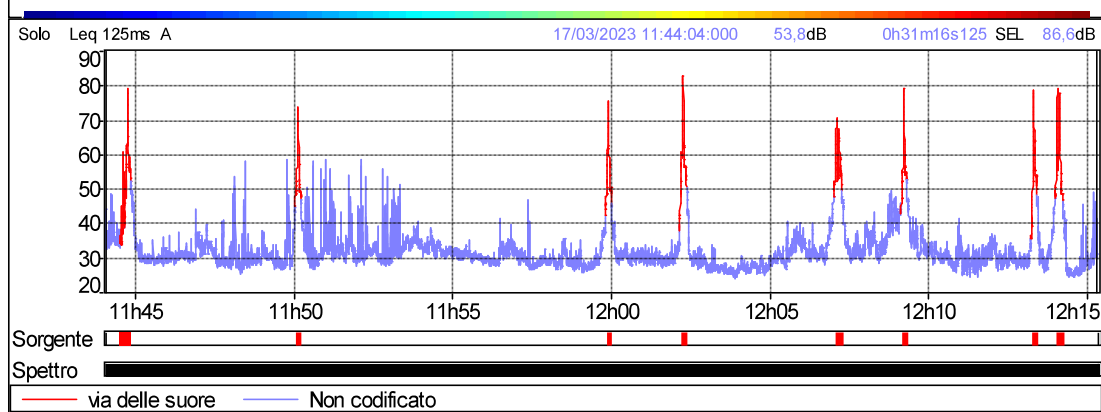




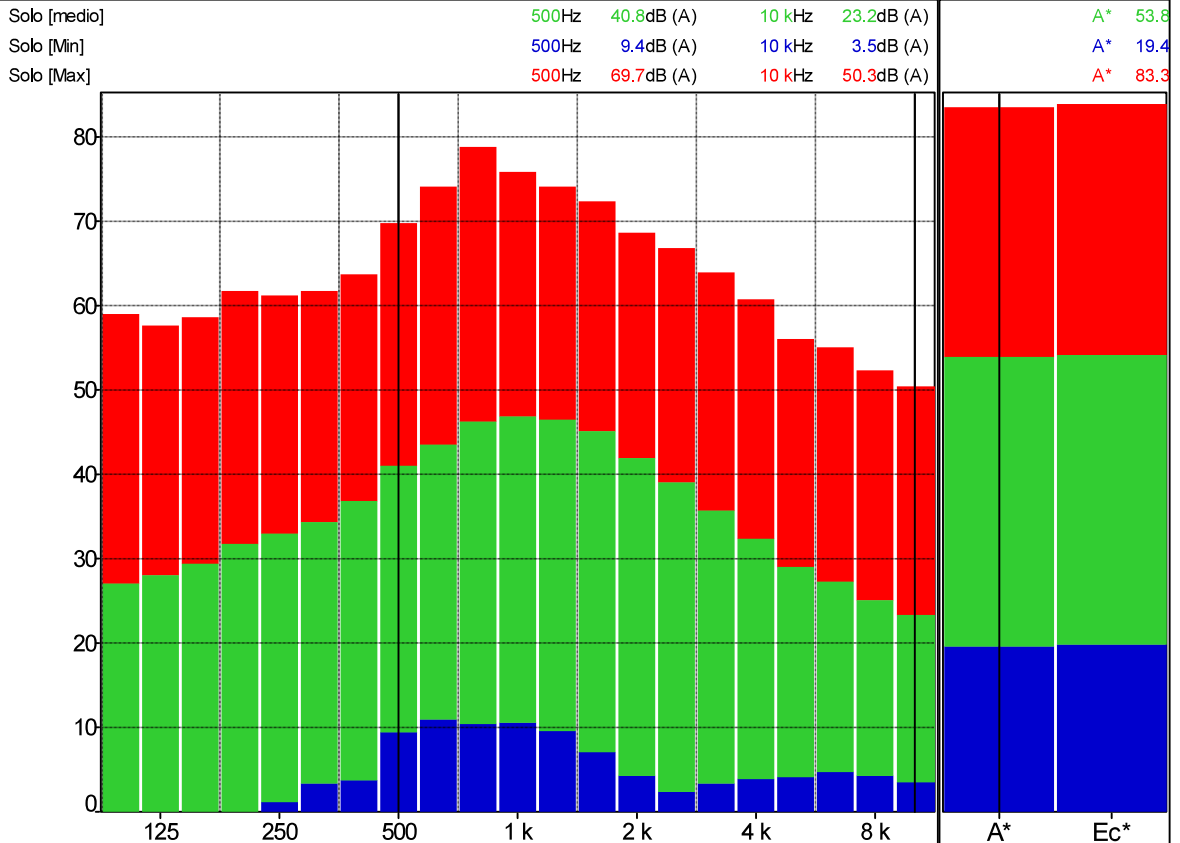
**POSIZIONE PM04**  
**Sonogramma e andamento temporale (LAeq)**



c1 s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
c2 s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)  
|c2-c1| s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)



**Spettro in terzi d'ottava INTERO TRACCIATO (Lin)**



**POSIZIONE PM05**

**ESTERNO NUCLEO ABITATO**

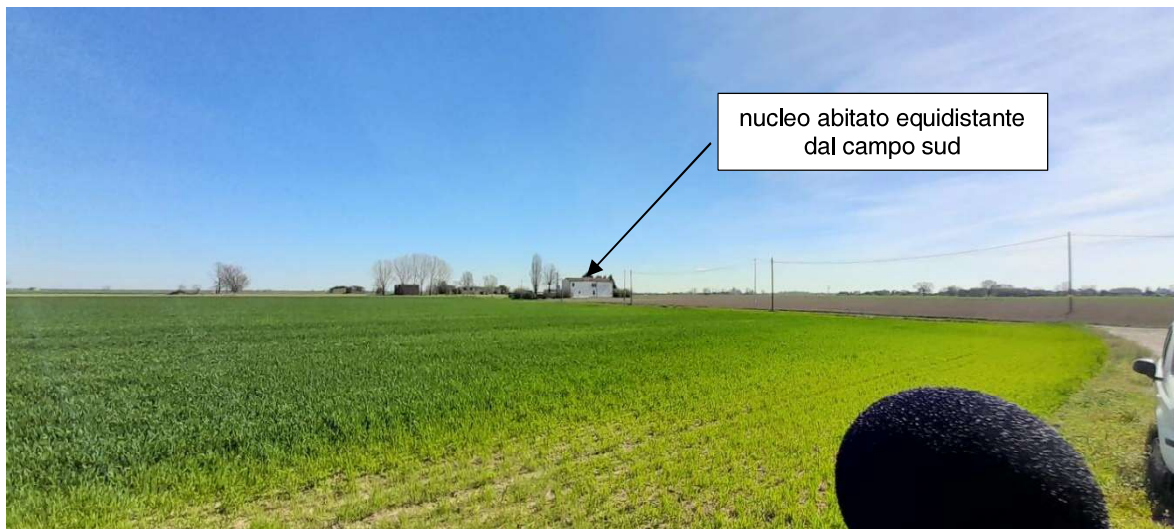
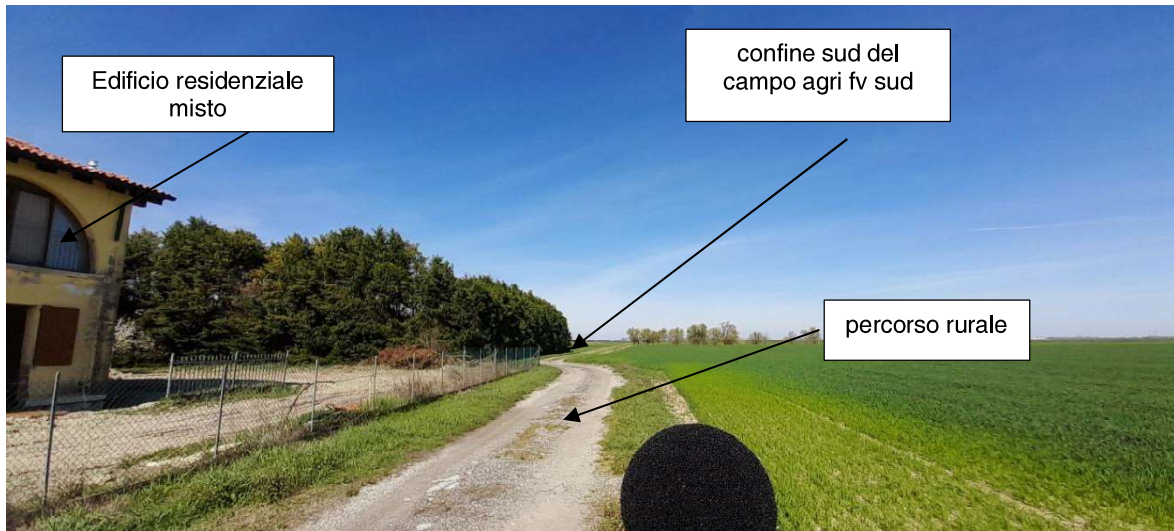
**CONFINE SUD DEL CAMPO SUD**

SORGENTI PRINCIPALI: Antropico locale. Attività agricole  
 ALTRE SORGENTI: SP n. 9. SS 468 (ad oltre 700 da PM05)  
 NOTE: Altezza microfono 1,5 m  
 No componenti impulsive. No componenti tonali.

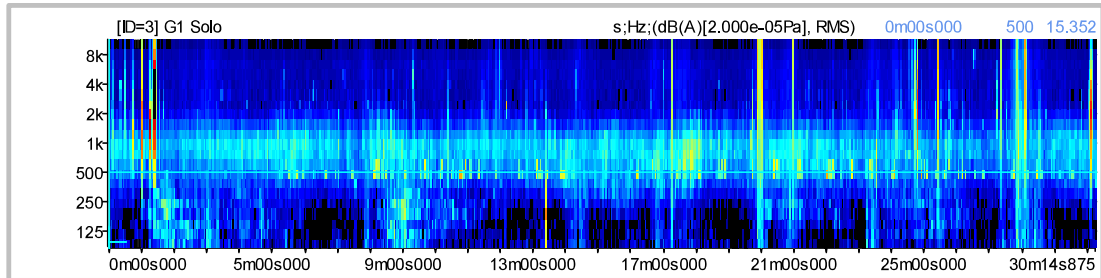


**Principali risultati**

<b>Strumento</b>	Fonometro SOLO (matr. N° 60183)								
<b>File</b>	Solo_230317_122504000.CMG								
<b>Inizio</b>	17/03/2023 12:25:04:000								
<b>Fine</b>	17/03/2023 12:55:19:000								
<b>Base tempi</b>	125 msec								
<b>Sorgente</b>	<b>LAeq sorgente</b>	<b>LAeq parziale</b>	<b>Lmin</b>	<b>Lmax</b>	<b>L95</b>	<b>L90</b>	<b>L10</b>	<b>Durata</b>	<b>Fatt. corr.</b>
antropico locale	37,8	30,6	23,8	61,3	25,4	25,9	36,4	00:06	no
residuo senza antropico	30,4	29,5	22,8	48,7	25,6	26,1	33,0	00:24	no
Globale	33,1	33,1	22,8	61,3	25,5	26,1	33,5	00:30	no

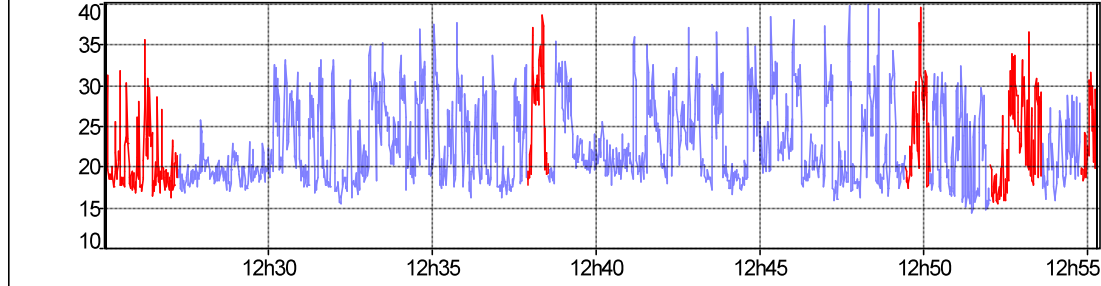


**POSIZIONE PM05**  
**Sonogramma e andamento temporale (LAeq)**



c1	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	100	3.645
c2	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	100	3.645
c2-c1	s;Hz;(dB(A)[2.000e-05Pa], RMS)	0m00s000	0	0.000

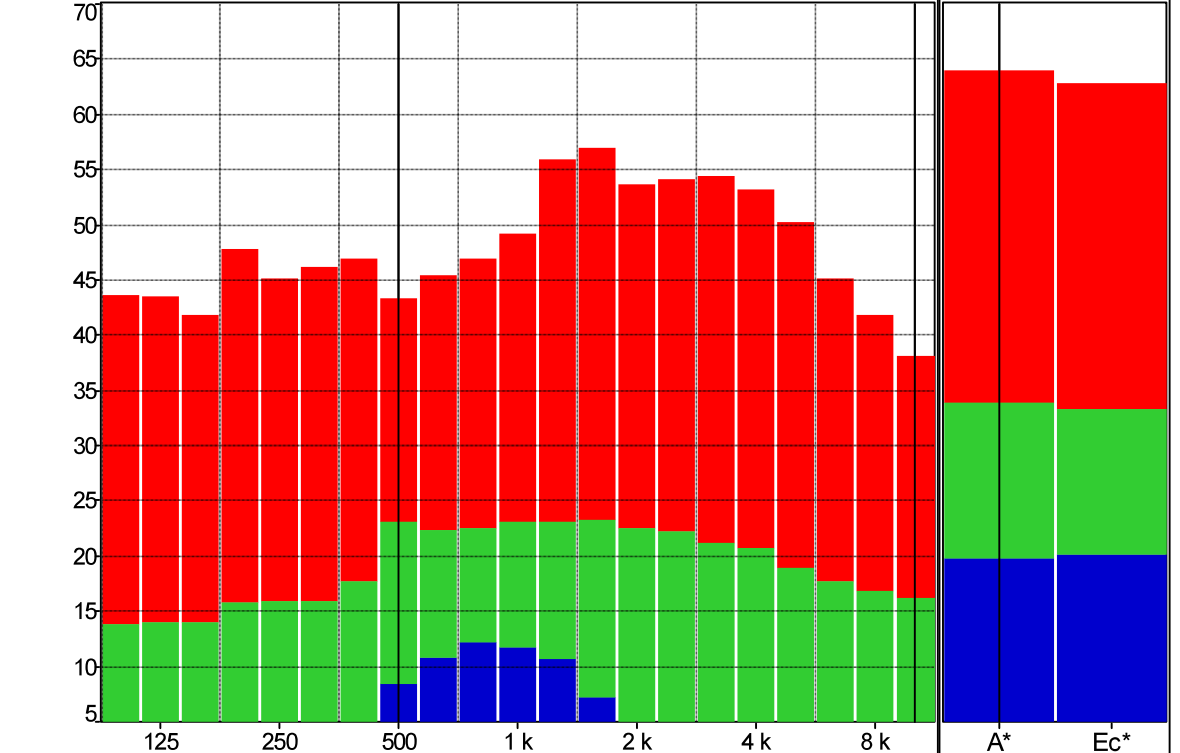
Solo	1/3 Ott 500Hz 1s	Sorgente : antropico locale	17/03/2023 12:25:04	26,8dB	0h30m15	SEL	52,2dB
Solo	1/3 Ott 500Hz 1s	Sorgente : Non codificato	17/03/2023 12:25:04	26,1dB	0h30m15	SEL	57,8dB



Spettro  
— antropico locale — Non codificato

**Spettro in terzi d'ottava INTERO TRACCIATO (Lin)**

Solo [medio]	500Hz	23.1dB (A)	10 kHz	16.2dB (A)	A*	33.8
Solo [Min]	500Hz	8.4dB (A)	10 kHz	3.5dB (A)	A*	19.8
Solo [Max]	500Hz	43.3dB (A)	10 kHz	38.0dB (A)	A*	64.0



**ALLEGATO N.2: CERTIFICATO DI TECNICO COMPETENTE**



- Home
- Tecnici Competenti in Acustica
- Corsi
- Login

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

<b>Numero Iscrizione Elenco Nazionale</b>	979
<b>Regione</b>	Veneto
<b>Numero Iscrizione Elenco Regionale</b>	367
<b>Cognome</b>	Svegliado
<b>Nome</b>	Giulia
<b>Titolo studio</b>	Laurea in scienze ambientali
<b>Luogo nascita</b>	Padova
<b>Data nascita</b>	16/01/1974
<b>Codice fiscale</b>	SVGGLI74A56G224A
<b>Regione</b>	Veneto
<b>Provincia</b>	VI
<b>Comune</b>	Conco
<b>Via</b>	Contrà Cortesi
<b>Cap</b>	36062
<b>Civico</b>	2
<b>Nazionalità</b>	IT
<b>Email</b>	g.svegliado@gmail.com
<b>Pec</b>	g.svegliado@pec.it
<b>Data pubblicazione in elenco</b>	10/12/2018