



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI VALENTANO
COMUNE DI ISCHIA DI CASTRO



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
DENOMINATO "GREENHILL" - PROGETTO VALENTANO,
DI POTENZA DI PICCO PARI A 30,525 MWp E POTENZA
NOMINALE PARI A 29,072 MWac,
DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI VALENTANO ED ISCHIA DI
CASTRO, PROVINCIA DI VITERBO.**



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente

 **ICA NOU SRL**
Via Giuseppe Ferrari 12
00195 Roma (Italia)
C.F. / P.IVA 16450681008



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_055_REL13	-	Relazione previsionale di impatto acustico			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	06/06/2023	Prima emissione per procedura di VIA	AV	CS	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	Contesto normativo di riferimento	3
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
2.1	Elementi dell'impianto	5
2.2	Supporti in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale	7
2.3	Unità di conversione solare.....	7
2.4	Photovoltaic transformerless Central inverter	8
3.	INQUADRAMENTO DEL SITO	10
3.1	Inquadramento geografico	10
3.2	Classificazione Acustica dell'Area	13
4.	RICETTORI	15
4.1	Individuazione dei ricettori	15
4.2	Rilievi del rumore residuo ai ricettori	16
5.	SCENARIO PREVISIONALE	18
5.1	Modello propagazione ISO 9613.....	20
5.2	Equazioni del modello	21
5.3	Divergenza geometrica	21
5.4	Assorbimento atmosferico.....	22
5.5	Effetto del terreno.....	22
5.6	Schermi.....	24
5.7	Effetti addizionali	25
6.	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	28
6.1	Fase di esercizio.....	28
6.2	Fase di cantiere	30
6.3	Fase di dismissione dell'impianto	33
7.	CONCLUSIONI	34
8.	ALLEGATI	35

1. INTRODUZIONE

Su incarico conferito dalla società ICA NOU S.r.l, con sede legale in Via Giuseppe Ferrari n. 12 - Roma, CF/P.IVA 16450681008, è stata effettuato lo studio previsionale di impatto acustico e redatta la seguente relazione previsionale d'impatto inerente il Progetto di un impianto agrovoltaiico denominato "GreenHill" - Progetto Valentano, di potenza di picco pari a 30,525 MWp e potenza nominale pari a 29,072 MWac, da realizzarsi nei comuni di Valentano ed Ischia di Castro, Provincia di Viterbo.

L'indagine acustica è stata svolta ai sensi del Decreto 16 marzo 1998 ed ha riguardato la misura del livello di rumore ante operam ai ricettori e le stime del livello sonoro ambientale post operam per la verifica del rispetto dei limiti di legge.

Il presente elaborato è redatto dall'Ing. Vincenzo Antico, tecnico competente in acustica ambientale iscritto all'elenco ENTECA con il numero 10370.

L'obiettivo della valutazione previsionale d'impatto acustico è quello di prevedere, nell'area interessata dall'insediamento produttivo, il valore del livello sonoro ambientale (assoluto e, se applicabile, differenziale) e verificare il rispetto dei limiti acustici in vigore nella zona di insidenza dell'attività e presso i ricettori limitrofi esposti alle emissioni riconducibili all'attività stessa.

La valutazione è stata effettuata seguendo i criteri di seguito riportati:

- analisi del quadro legislativo e normativo;
- analisi dei vigenti strumenti di pianificazione acustica territoriale (Classificazione Acustica Comunale del territorio);
- analisi ed individuazione delle sorgenti sonore presenti nell'area oggetto dell'intervento;
- analisi delle sorgenti sonore progettuali;
- misura fonometrica del livello sonoro ante operam in posizioni campioni (ricettori);
- verifica del rispetto dei limiti di immissione o emissione applicabili.

1.1 Contesto normativo di riferimento

- Circolare del Ministero dei lavori Pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966 – Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie;
- D.P.C.M. 1° marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Legge n° 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e successive modifiche";
- DPCM 14 novembre 1997" Determinazione dei valori limite delle Sorgenti sonore";
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";

Codice elaborato ICA_055_REL13	RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO	 ICA NOU SRL Via Giuseppe Ferrari 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16450681008
Revisione 00 del 06/06/2023		

- Legge n. 13 del 27 febbraio 2009 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 Dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente. (GU n. 49 del 28/02/2009)”;
- Direttiva 2003/613/CE: “Linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell’attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità”;
- Decreto Legislativo del 19 agosto 2005, n. 194: “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”;
- LEGGE REGIONALE N. 18 del 03.08.2001 REGIONE LAZIO Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio;
- Classificazione acustica del Comune di Viterbo adottata con deliberazione del Consiglio Comunale n. 124 del 24.11.2006

L’espresso riferimento alla documentazione previsionale di impatto acustico viene fatto dalla Legge quadro n. 447/95 all’art.8 – *Disposizioni in materia di impatto acustico:*

c.4 – Le domande per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che abilitano alla utilizzazione dei medesimi immobili ed infrastrutture, nonché le domande di licenza o di autorizzazione all’esercizio di attività produttive devono contenere una documentazione di previsione di impatto acustico.

c.6 – La domanda di licenza o di autorizzazione all’esercizio delle attività di cui al comma 4 del presente articolo, che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli determinati ai sensi dell’articolo 3, comma 1, lettera a), deve contenere l’indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall’attività o dagli impianti. La relativa documentazione deve essere inviata all’ufficio competente per l’ambiente del comune ai fini del rilascio del relativo nulla-osta.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto oggetto della presente valutazione previsionale riguarda la realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "GreenHill" - Progetto Valentano, di potenza di picco pari a 30,525 MWp e potenza nominale pari a 29,072 MWac, da realizzarsi nei comuni di Valentano ed Ischia di Castro, Provincia di Viterbo.

In particolare l’impianto è da realizzarsi su aree agricole situate in parte nel Comune di Ischia di Castro (VT), in località Saunata, ed in parte nel Comune di Valentano (VT), località Macedonia e Pianaccia.

L’impianto è suddiviso in tre lotti di progetto, corrispondenti a tre sottocampi, con un’estensione dell’area recintata pari a circa 41 ettari, su un totale di circa 55 ettari a disposizione.

L’impianto di produzione sarà installato a terra su terreni situati in linea d’aria a circa 1,5 km in direzione Nord-Est rispetto al centro abitato di Ischia di Castro ed a circa 2 km a Sud rispetto al centro abitato di Valentano.

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale.

2.1 Elementi dell'impianto

L'impianto è costituito da strutture di supporto in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale (PV Horizontal Single Axis Tracker -inseguitori solari installati in direzione Nord-Sud, capaci di ruotare in direzione Est-Ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno) collegate alle cabine di campo dotate di centrale Inverter fotovoltaico.

Saranno installati n° 43607 moduli fotovoltaici bifacciali marcati Jollywood di potenza unitaria di picco pari a 700 Wp, disposti su tracker monoassiali ad inseguimento solare est-ovest.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Tuscania", sita in località Campo Villano nel Comune di Tuscania (VT).

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

La suddivisione schematica degli inverter e degli inseguitori monoassiali nei tre sottocampi è la seguente:

SUB1

Lot	MV Cabin 1
1Px30	110
1Px15	32
Stringhe totali	126
Module/string	30
Moduli totali	3780
Module Power [Wp]	700
Cabin Peak power [kWp]	2646
Inverter Power [kVA]	1415
Number of inverter	2
Cabin Inverter Power [kVA]	2830
Pitch [m]	6

SUB1		
Sub 1	MV Cabin 2	MV Cabin 3
2Px30	115	84
2Px15	15	10
Stringhe totali	245	178
Module/string	30	30
Moduli totali	7350	5340
Module Power [Wp]	700	700
Cabin Peak power [kWp]	5145	3738
Inverter Power [kVA]	1415	1415
Number of inverter	4	3
Cabin Inverter Power [kVA]	5660	4245
Pitch [m]	9	9

RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO

SUB2	MV Cabin 1	MV Cabin 2
Sub 2	Sub 2	Sub 2
2Vx30	90	61
2Vx15	17	10
Strings	197	132
Module/string	30	30
Modules	5910	3960
Module Power [Wp]	700	700
Cabin Peak power [kWp]	4137	2772
Inverter Power [kVA]	1415	1415
Number of inverter	3	2
Cabin Inverter Power [kVA]	4245	2830
Pitch [m]	9	9

SUB 3	MV Cabin 1	MV Cabin 2	MV Cabin 3
Sub 3	Sub 3	Sub 3	Sub 3
2Vx30	80	80	79
2Vx15	33	32	33
Strings	193	192	191
Module/string	30	30	30
Modules	5790	5760	5730
Module Power [Wp]	700	700	700
Cabin Peak power [kWp]	4053	4032	4011
Inverter Power [kVA]	1415	1415	1415
Number of inverter	3	3	3
Cabin Inverter Power [kVA]	4245	4245	4245
Pitch [m]	9	9	9

2.2 Supporti in acciaio del tipo tracker ad inseguimento monoassiale

Il sistema di backtracking controlla e garantisce che una stringa di pannelli non ombreggi altri pannelli adiacenti. Quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata, l'auto-ombreggiatura tra le righe del tracker potrebbe potenzialmente ridurre l'output del sistema.

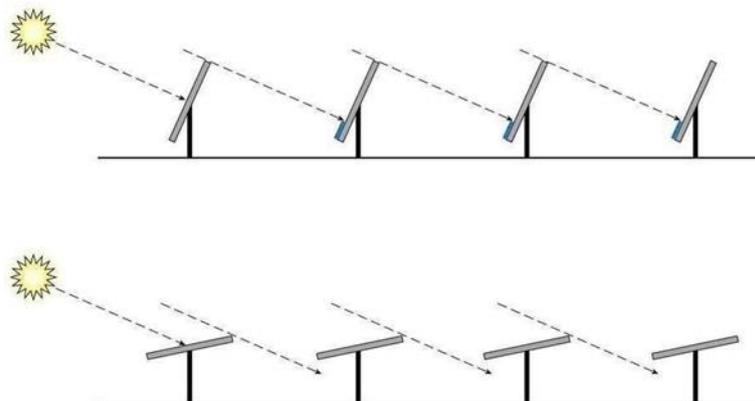


Fig.9 –Backtracking

In allegato la scheda tecnica della casa produttrice Convert Italia S.p.A.

2.3 Unità di conversione solare

L'unità di conversione solare è costituita da:

- Container: materiali e standard di conformità;
- Quadri MT: specifiche e standard di conformità;
- Sistema ausiliario;

- Inverter;
- Trasformatore MT

2.4 Photovoltaic transformerless Central inverter

SOLEIL DSPX TLH 1500	1415M
DC input side– Recommended power of the modules	
Rated [kWp]	1435
Maximum [kWp]	1794
Number of power cores	2
DC input side– Electrical specifications	
Operating voltage range [V] ⁷	950 - 1450
MPPT voltage [V] ⁷	950 - 1400
Max voltage (no operation) @-10°C [V]	1500
Rated DC voltage (max efficiency)	1170
Min voltage @+70°C ⁷ [V]	950
Max input DC current [A]	1511
Modules max. Isc [A]	1889
N. DC inputs (per pole)	4
N. MPPT	1
AC output side	
Rated apparent power Sn [kVA]	1415
Max Apparent Power Smax [kW] ¹	1443,3
Max Active Power Pmax [kVA] ¹	1443,3
Nominal voltage [V] (line-to-line)	640
Connection	3ph
Rated current In [A] ²	1277
Maximum current Imax [A] ³	1447
Min Smax operating voltage [V] ⁴	90% Vn
Minimum operating voltage [V] ⁴	85% Vn
Maximum operating voltage [V] ⁴	115% Vn
Nominal frequency [Hz]	50 or 60
Frequency range [Hz] ⁵	Adjustable (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)
Max. efficiency[%] ⁶	99,3 (**)
Euro efficiency [%] ⁶	98,65 (**)
Static MPPT Efficiency [%]	99,8 (**)
Dynamic MPPT Efficiency [%]	98,78 (**)
THD I @Pnom [%]	<3
Power factor ¹	0.9 ... 1.0 leading-lagging
Max current unbalancement	1%
Short circuit current contribution [A]	2170,5

Other data	
Ventilation system	Forced Air
Dissipated power without load [W]	80
Control	DSP
Output wave form	Pure Sine wave
Operating temperature range [°C] ⁷	-20°C / + 51°C
Max Operating temperature [°C]	+60
Storage temperature range [°C]	-25°C / + 70°C
Operating humidity range	5% / 95%
Maximum altitude with no power derating at max ambient temp (+51°C)	1000 (s.l.m)
Power derating with altitude	every 100m above 1000m
Environment category	INDOOR
Pollution Degree	PD3
Overvoltage class (input DC)	Class II
Overvoltage class (output AC)	Class II
Mechanical characteristics	
Class of protection	IP21
dBA	69
Weight [kg]	1800

Descrizione		Dati Acustici[dB(A)]	Orario previsto di funzionamento
n.7	Cabine di Campo Inverter	$I_{NV} = 69 \text{ dB(A)}$	Secondo effemeridi solari Continuo
n.1	Cabina di Impianto	$L_{p1m} = 60 \text{ dB(A)}$	

Tab 2 – Elenco delle componenti di impianto, dati di rumorosità e tempi di esercizio

I dati soprariportati sono stati estrapolati dal progetto dell'impianto sulla base dei data sheet dei costruttori o recuperati da riferimenti bibliografici dei componenti e di impianti similari.

Codice elaborato ICA_055_REL13	RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO	 ICA NOU SRL Via Giuseppe Ferrari 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16450681008
Revisione 00 del 06/06/2023		

3. INQUADRAMENTO DEL SITO

3.1 Inquadramento geografico

L'impianto, ubicato in aree agricole, si sviluppa su tre lotti di progetto: il sottocampo 1 situato in località Saunata nel Comune di Ischia di Castro; il sottocampo 2 situato in località Macedonia nel Comune di Valentano; il sottocampo 3 ubicato in località Pianaccia, a sud di Valentano.

Le coordinate geografiche riferite al baricentro dei lotti sono le seguenti:

- Latitudine 42.543688°N
- Longitudine 11.803216°E

In particolare, sulla Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1:10.000 l'area di intervento è localizzabile alle sezioni 344023, 344061 e 344074; sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000 i fogli di riferimento sono il 136 I SO Valentano e il 136 I SE Capodimonte.

Catastralmente i lotti sono individuabili al Foglio 35 del Comune di Ischia di Castro e ai Fogli 22, 28, 30, 31, 32 del Comune di Valentano. I tre lotti sono accessibili mediante viabilità comunale facente capo alla viabilità provinciale, rappresentata dalla SP 47, dalla SR 312 e dalla SP 13.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, si svilupperà per circa 24 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà i Comuni di Valentano, Piansano e Tuscania, fino ad arrivare alla nuova sezione a 36 kV della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV di Tuscania, in località Campo Villano.

Il collegamento tra i tre sottocampi avverrà in cavo interrato, avente lunghezza di circa 9,5 km, che interesserà i Comuni di Ischia di Castro, Cellere, Valentano e Piansano.

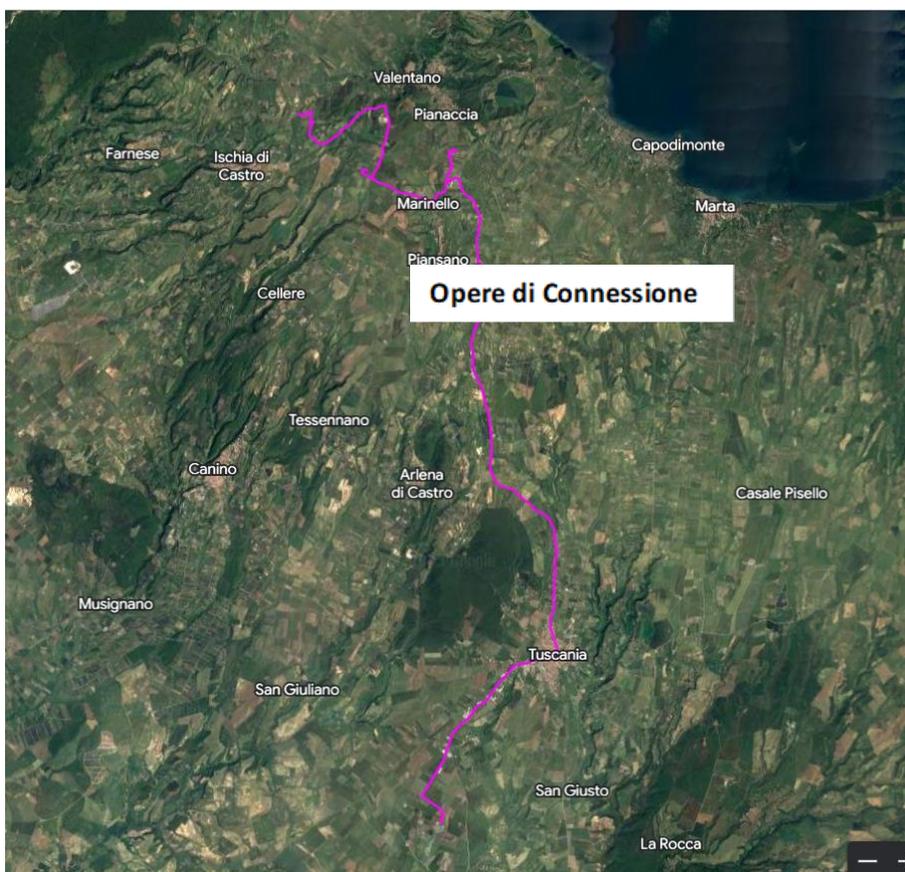


Fig.1 – Area di realizzazione dell’impianto fotovoltaico denominato Green Hill – Progetto Valentano

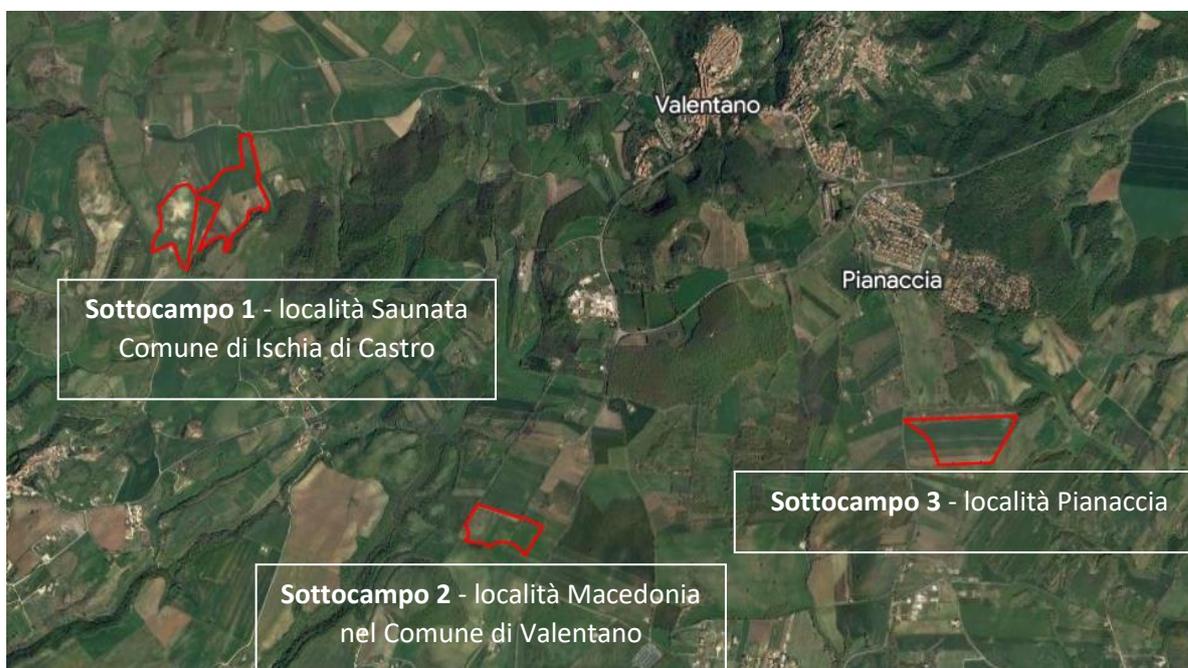


Fig.2 – Sottocampi del progetto “GREEN HILL” – Progetto Valentano

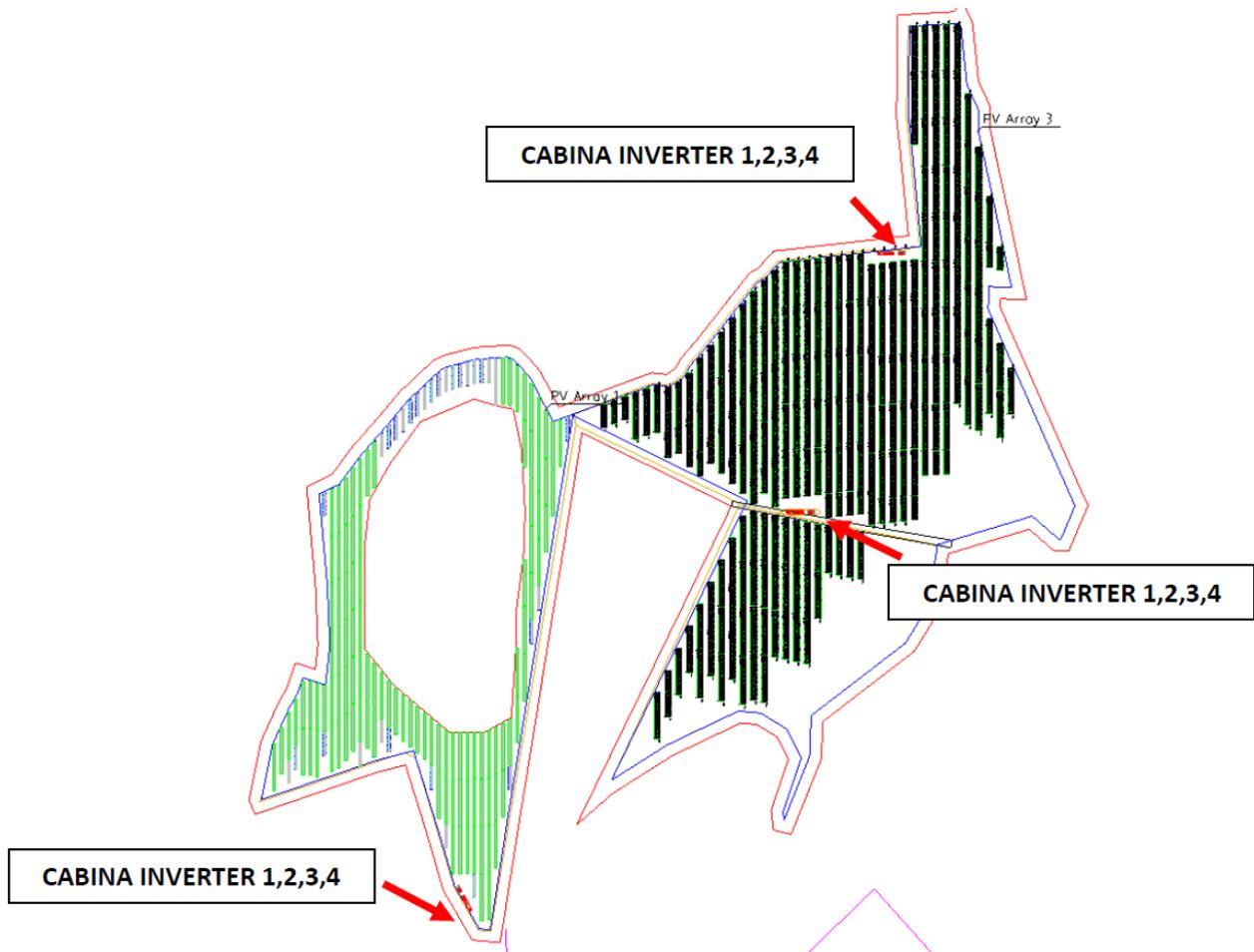


Fig.3- Impianto fotovoltaico "GREEN HILL" sottocampo 1 posizione delle cabine

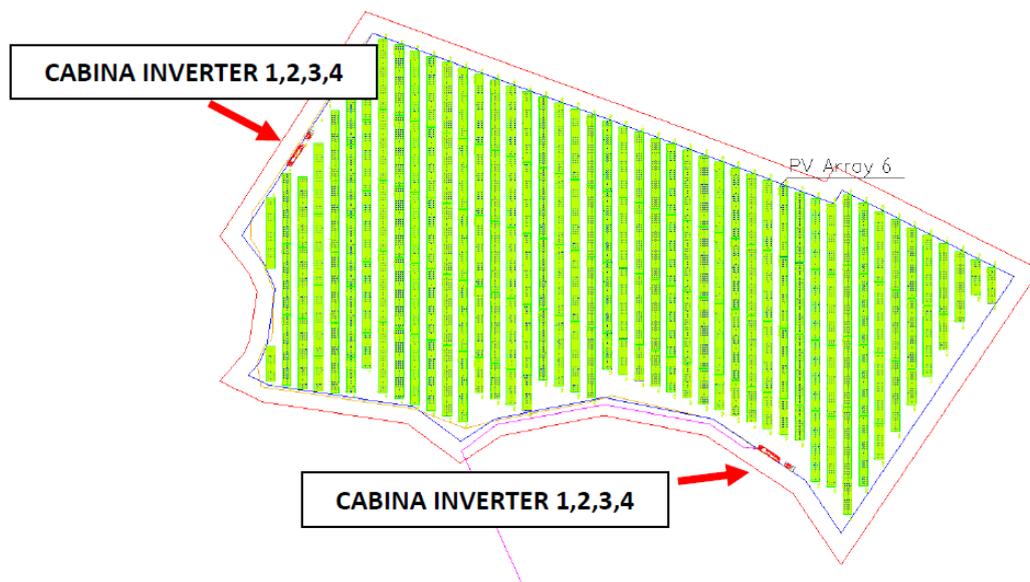


Fig.4- Impianto fotovoltaico "GREEN HILL" sottocampo 2 posizione delle cabine

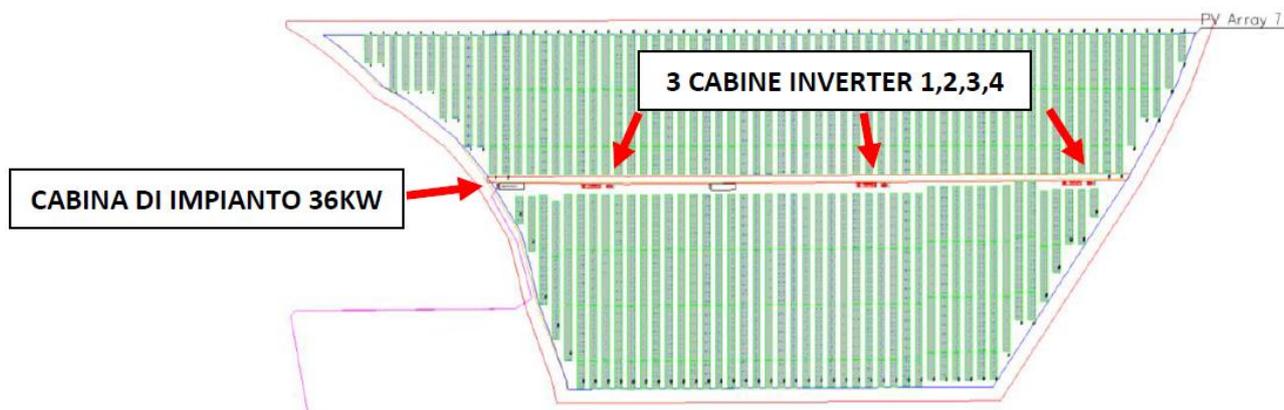


Fig.5– Impianto fotovoltaico “GREEN HILL” sottocampo 3 posizione delle cabine

Ai fini della presente valutazione previsionale, a favore della sicurezza dei calcoli previsionali, si è scelto di caratterizzare le sorgenti in maniera omogenea, considerando n. 4 inverter a cabina con potenza massima di 5660 kVA. Nel caso in cui alcune delle MV cabin dei tre sottocampi conterranno un numero inferiore di inverter, le valutazioni e calcoli della presente relazione saranno comunque verificati.

3.2 Classificazione Acustica dell'Area

Ai fini della determinazione dei valori limite, il D.P.C.M. 1° marzo 1991, che adotta la classificazione in zone del D.M. n° 1444/68, istituisce il criterio della zonizzazione: ogni Comune deve dividere il proprio territorio in 6 fasce, ciascuna soggetta ad un diverso limite di rumorosità. Secondo il D.P.C.M. i Comuni sono tenuti a suddividere il loro territorio in zone come da Tab. 1, a seconda della tipologia degli insediamenti (i limiti fissati sono quelli aggiornati dal D.P.C.M. 14 novembre 1997).

In riferimento ai sottocampi 1 e 2, la classificazione acustica del Comune di Comune di Valentano approvato con delibera CC n.17 del 19.04.2006, stabilisce che le zone rurali dove si fa uso costante di macchine agricole operatrici sono inserite nella classe III. Per il sottocampo 3 il comune di Ischia di Castro (VT), non ha approvato ancora la zonizzazione acustica, per cui i limiti sono quelli più alti della classificazione provvisoria. Anche in questo caso, per porsi cautelativamente a favore della sicurezza dei calcoli previsionali, nella verifica dei limiti si è tenuto in considerazione, per tutti e tre i sottocampi, il rispetto dei limiti della classe III.

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Codice elaborato ICA_055_REL13	RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO	 ICA NOU SRL Via Giuseppe Ferrari 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16450681008
Revisione 00 del 06/06/2023		

CLASSE III - aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Seppure la letteratura scientifica evidenzia come, già a poche centinaia di metri, il rumore emesso dalle sorgenti inverter e dalle ulteriori sorgenti correlate ad un parco FV è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo, si è ritenuto comunque opportuno effettuare rilevamenti fonometrici e previsioni di propagazione al fine di verificare l'osservanza dei limiti indicati nel D.P.C.M. Del 14.11.1997.

Tali rilevamenti sono stati effettuati per accertare il "livello di rumore di fondo". A tali disposizioni tecniche si fa dunque riferimento per la stesura della presente relazione e, in particolare, ai limiti indicati dalla citata normativa L.447/95 e D.P.C.M. 14.11.1997.

Le attività di misura del rumore eseguite sono state effettuate nel rispetto di quanto previsto dal D.M. del 16/03/1998 *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*, in particolare per le misure effettuate presso i ricettori.

4. RICETTORI

4.1 Individuazione dei ricettori

Per ricettori si intendono gli edifici confinanti e gli spazi utilizzati da persone o comunità degli ambienti abitativi presumibilmente più esposti al rumore proveniente dal parco fotovoltaico (tenuto conto della zonizzazione acustica, della distanza, della direzionalità e dell'altezza delle sorgenti nonché della propagazione del rumore).

Sulla base degli aspetti appena descritti, nei tre sottocampi sono stati individuati nr. 4 ricettori, R1, R2, R3 e R4 così come evidenziato nelle figure seguenti, si tratta di abitazioni e capannoni agricoli.



Fig.6 –Ricettore R1 presente nell'area di realizzazione dell'impianto fotovoltaico Sottocampo 1

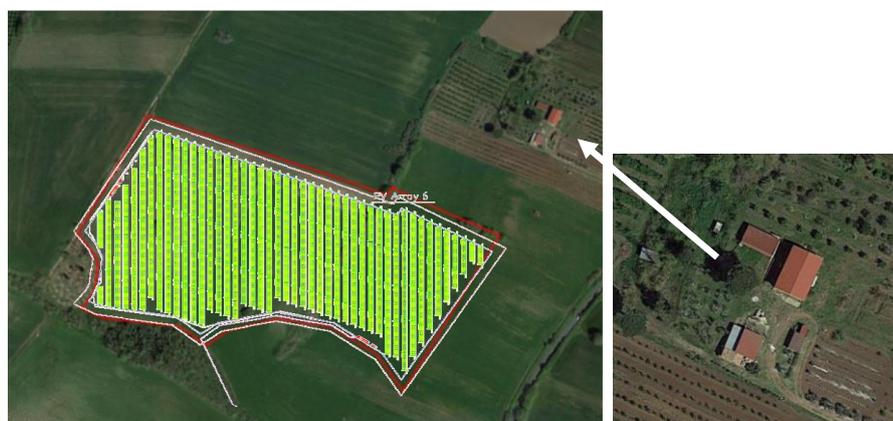


Fig.7 –Ricettore R2 presente nell'area di realizzazione dell'impianto fotovoltaico Sottocampo 2

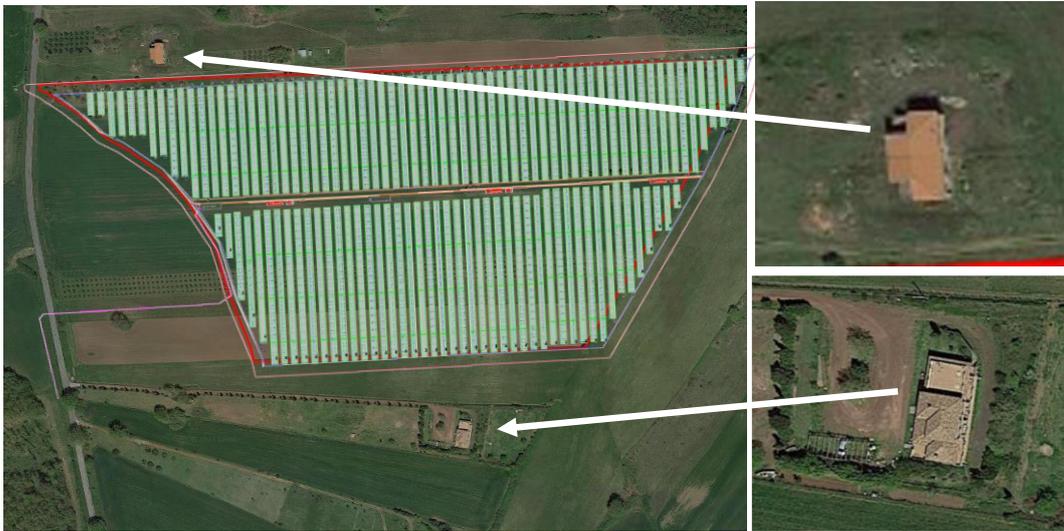
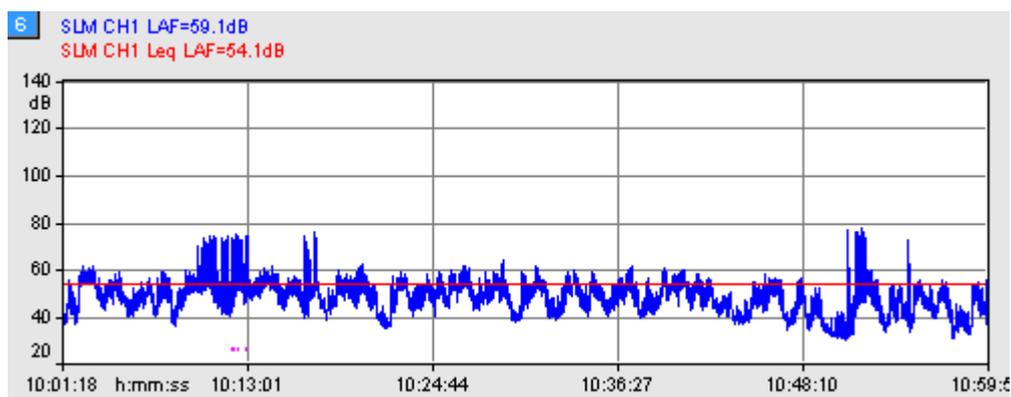


Fig.8 –Ricettore R3 presente nell’area di realizzazione dell’impianto fotovoltaico Sottocampo 3

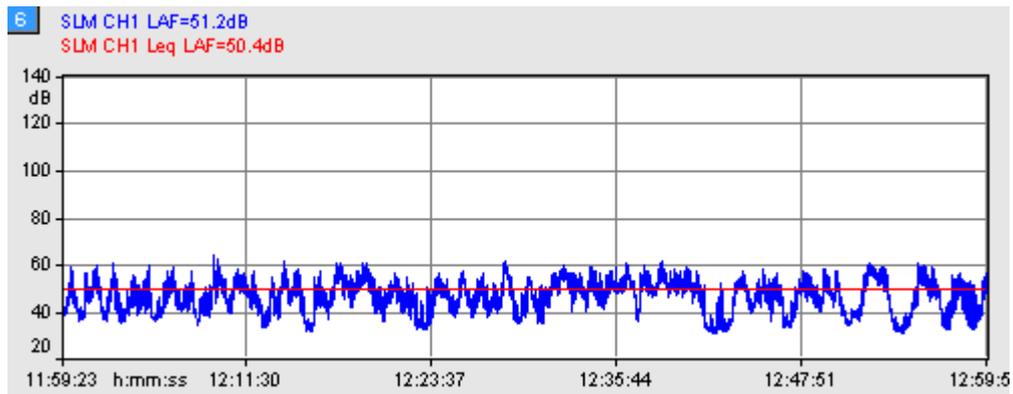
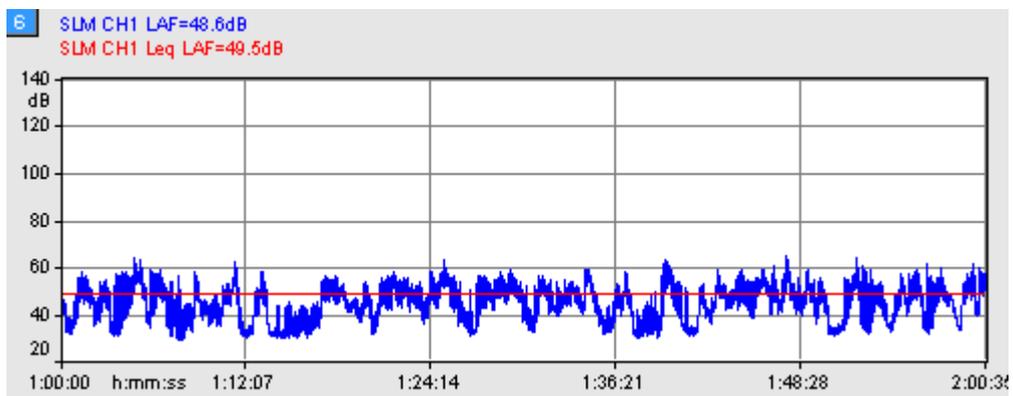
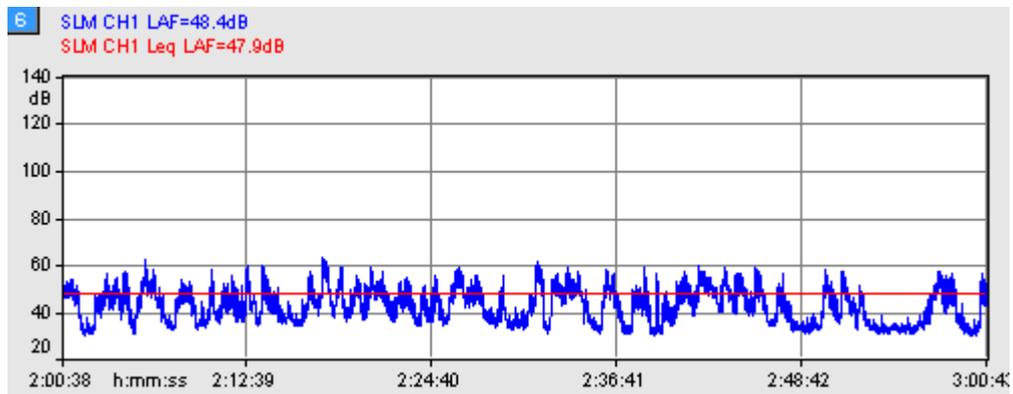
4.2 Rilievi del rumore residuo ai ricettori

In prossimità dei ricettori sono stati effettuati n. 4 rilievi spot del rumore ante operam per individuare il livello residuo LR che insisterà nell’area dopo l’installazione dell’impianto.

Le posizioni di misura sono state individuate secondo normativa: il fonometro è stato posto su di un cavalletto a 1,5 di altezza dal suolo ed il microfono dotato di schermo antivento. Durante le misure le condizioni meteorologiche hanno rispettato le condizioni normative (assenza di precipitazioni e velocità del vento inferiore ai 5 m/s). All’inizio ed al termine delle sessioni di misura sono state eseguite regolari calibrazioni del fonometro.



Graf.1 – Rilievi rumore residuo al ricettore R1=59,1

**Graf.2** – Rilievi rumore residuo al ricevitore R2=51,2 dB**Graf.3** – Rilievi rumore residuo al ricevitore R3=48,6 dB**Graf.3** – Rilievi rumore residuo al ricevitore R3=54,2 dB

5. SCENARIO PREVISIONALE

La rumorosità dell'area attorno all'impianto è scarsamente condizionata dal traffico veicolare. Le infrastrutture varie che servono l'area interessata dall'impianto rientrano nell'ambito della viabilità locale, essendo costituite essenzialmente da strade vicinali sterrate e comunali. La rumorosità restante deriva dai suoni della natura (vento, animali selvatici) e dai fievoli rumori prodotti dalle attività agricole presenti nella zona e dai mezzi agricoli in azione. Per meglio caratterizzare lo studio previsionale sono stati effettuati dei rilievi ante-operam nelle aree limitrofe al lotto di insidenza dell'impianto.

Per la modellizzazione acustica dell'area è stato impiegato il software di calcolo CADNA vers. 4.0, prodotto da DataKustik. Tale software è basato sul principio del ray tracing. Un algoritmo di ray tracing discretizza l'energia emessa da una sorgente e consente di calcolare il campo sonoro in un punto come sovrapposizione dei contributi dei vari raggi passanti per il punto stesso. I raggi tracciati durante il percorso subiscono un'attenuazione del loro contenuto energetico a causa della divergenza geometrica, per via degli effetti di riflessione, per l'attenuazione dovuta alla dissipazione nel mezzo, per l'effetto del suolo e di eventuali ostacoli, per via degli effetti meteorologici e degli effetti legati a fenomeni di diffrazione. Il percorso di ogni singolo raggio descrive di quanto viene attenuata l'onda incidente a partire da una determinata sorgente di rumore.

Per lo studio delle emissioni delle sorgenti sonore e la propagazione del rumore, il software dispone dei principali algoritmi di calcolo validati su base nazionale ed internazionale. Tra questi, sono inclusi quelli raccomandati dalla Commissione Europea, ed in particolare i metodi di calcolo "NMPB - Routes 96 - Guide du bruit" per il traffico veicolare, la norma "ISO 9613" per il calcolo del rumore per sorgenti di tipo industriale e il metodo di calcolo olandese "RMR" per il rumore da traffico ferroviario.

Il software consente di rappresentare i risultati ottenuti in forma tabellare, grafica, e sotto forma di mappe.

La modellazione numerica dell'area sarà eseguita facendo riferimento ai dati acustici e non acustici in nostro possesso e dalle informazioni rilevate in situ. In particolare, sono stati utilizzati i seguenti dati:

- rilievo dello stato di fatto dell'area interessata e progetto esecutivo;
- altezza degli edifici;
- dati georeferenziati;
- dati di traffico rilevati in situ per le infrastrutture stradali principali e secondarie, da cui estrapolare il traffico medio settimanale per il periodo diurno relativo ai tratti omogenei monitorati;
- velocità media per i veicoli costituenti il flusso di traffico nei vari tratti stradali;
- ripartizione del traffico veicolare tra mezzi leggeri e pesanti;
- sezione stradale, tipo di pavimentazione e tipologia del tracciato;
- tipologia, caratteristiche e collocazione di eventuali sistemi antirumore presenti;
- sorgenti sonore diverse dal traffico stradale (cantieri, parcheggi, ecc.);
- informazioni inerenti la popolazione esposta nell'area di indagine.

A partire dalla planimetria sono importati i dati necessari alla modellazione all'interno del software di calcolo, ricostruendo la conformazione del territorio e trasformando gli oggetti riconoscibili dal modello in oggetti attivi e passivi dal punto di vista acustico.

L'impiego di un modello previsionale risulta necessario sia per effettuare un'accurata descrizione spaziotemporale dello stato di inquinamento acustico dell'area in esame nello stato di fatto (ante operam), sia per avere una previsione degli scenari di rumorosità (post operam).

Il modello software è stato calibrato sulle misurazioni effettuate, attraverso un'opportuna procedura.

La procedura che verrà utilizzata per la calibrazione del modello è quella indicata nell'appendice E della UNI 11143-1: "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità", descritta in seguito.

Per calibrare il modello vanno variati i valori di alcuni parametri ritenuti avere maggiore responsabilità nel determinare differenze tra misure e calcoli, al fine di avvicinare i valori calcolati con i valori misurati. L'operazione è stata effettuata ponendosi come obiettivo la minimizzazione della somma degli scarti quadratici tra i valori calcolati ed i valori misurati. La procedura di calibrazione indicata dalla suddetta norma è la seguente.

1. Si effettuano misurazioni di livello sonoro, in funzione della frequenza, sia in punti di riferimento prossimi alle sorgenti sonore individuate (punti di calibrazione delle sorgenti) sia in punti più lontani ed in prossimità dei ricettori (punti di calibrazione dei ricettori e di verifica). I punti di verifica devono essere generalmente diversi dai punti di calibrazione. Ne risultano i valori di livello sonoro L_{mc} nei punti di calibrazione e L_{mv} nei punti di verifica.
2. Sulla base dei valori misurati, si determinano i valori dei parametri di ingresso del modello di calcolo (potenza sonora e direttività delle sorgenti sonore, tipologia puntuale, lineare od areale delle sorgenti sonore, ecc.), in maniera tale che la media degli scarti $|L_{cc} - L_{mc}|$ al quadrato tra i valori calcolati con il modello, L_{cc} , ed i valori misurati, L_{mc} , nei punti di calibrazione delle sorgenti sia minore di 0,5 dB:

$$\frac{\sum_{c=1}^{N_s} |L_{mc} - L_{cc}|^2}{N_s} \leq 0,5 \text{ dB}$$

in cui N_s è il numero dei punti di riferimento sorgente-orientati.

3. Sulla base dei valori misurati ai ricettori (calibrazione ai ricettori) va minimizzata la somma dei quadrati degli scarti regolando i parametri del modello che intervengono sulla propagazione, in maniera tale che la media degli scarti al quadrato sia minore di 1,5 dB:

$$\frac{\sum_{c=1}^{N_R} |L_{mc} - L_{cc}|^2}{N_R} \leq 1,5 \text{ dB}$$

in cui N_R è il numero di punti di misura ricettore-orientati utilizzati per la calibrazione.

4. Successivamente, si calcolano livelli sonori nei punti di verifica, L_{cv} : se lo scarto $|L_{cv} - L_{mv}|$ tra i livelli sonori calcolati, L_{cv} , e quelli misurati, L_{mv} , in tutti i punti di verifica è minore di 3 dB(A), allora il modello di calcolo è da ritenersi calibrato; altrimenti, è necessario riesaminare i dati di ingresso del modello (specificatamente quelli relativi alla propagazione acustica) e ripetere il processo.

5.1 Modello propagazione ISO 9613

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata “Attenuation of sound during propagation outdoors”, consiste di due parti:

Parte 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;

Parte 2: General method of calculation.

La prima parte tratta con molto dettaglio l’attenuazione del suono causata dall’assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi di attenuazione del suono durante la sua propagazione nell’ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo ...). Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come “più approssimato ed empirico” rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo. In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno. Le sorgenti sonore sono assunte come puntiformi e devono esserne note le caratteristiche emissive in banda d’ottava (frequenze nominali da 63Hz a 8 kHz).

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d’ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi.

Ci sono inoltre una serie di schemi semplificati per la valutazione della attenuazione della propagazione del suono attraverso:

- zone coperte di vegetazione;
- zone industriali;
- zone edificate;

5.2 Equazioni del modello

Equazioni di base

Le equazioni di base utilizzate dal modello sono riportate nel paragrafo 6 della ISO 9613-2:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

LP : livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente s alla frequenza f;

LW : livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente s relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;

D : indice di direttività della sorgente s (dB);

A : attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente s al recettore p.

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

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

dove:

Adiv : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

Aatm : attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

Agr : attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

Abar : attenuazione dovuta alle barriere;

Amisc : attenuazione dovuta ad altri effetti (effetti addizionali).

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$Leq(dBA) = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_p(ij)+A(j))} \right) \right)$$

dove:

n : numero di sorgenti;

j : indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz;

A(j) ; indica il coefficiente della curva ponderata A.

5.3 Divergenza geometrica

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la formula (par. 7.1 ISO 9613-2):

$$A_{div} = 20 \cdot \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + 11 \quad \text{dB}$$

$d_0 = 1$ m, dove d è la distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri e d_0 è la distanza di riferimento.

5.4 Assorbimento atmosferico

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula (par. 7.2 ISO 9613-2):

$$A_{am} = \alpha \cdot d / 1000 \quad \text{dB}$$

dove d rappresenta la distanza di propagazione in metri e rappresenta il coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti:

Umidità relativa, $U_r = 70\%$								
Temp(C)	63[Hz]	125[Hz]	250[Hz]	500[Hz]	1000[Hz]	2000[Hz]	4000[Hz]	8000[Hz]
10	0,1	0,4	1	1,9	3,	9,7	32,8	117
20	0,1	0,3	1,1	2,8	5	9	22,9	76,6
30	0,1	0,3	1	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3

Tab. 3 Parametri assorbimento atmosferico – $U_r[\%]$ ISO 9613-2

Temperatura $T = 15^\circ\text{C}$								
Uml(%)	63[Hz]	125[Hz]	250[Hz]	500[Hz]	1000[Hz]	2000[Hz]	4000[Hz]	8000[Hz]
20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,1	88,8	202
50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

Tab. 4 Parametri assorbimento atmosferico – $T[^\circ\text{C}]$ Iso 9613-2

Per valori di temperatura o umidità relativa diversi da quelli indicati i coefficienti sono calcolati per interpolazione

5.5 Effetto del terreno

La ISO 9613-2 prevede due metodi per il calcolo dell'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno.

Metodo completo

Il metodo completo, descritto nel paragrafo 7.3.1 della ISO 9613-2, si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizzi principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al recettore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del recettore sul suolo. L'equazione utilizzata è la seguente:

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

Dove:

As : attenuazione calcolata nella regione della sorgente

Ar : attenuazione calcolata nella regione del recettore

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

La tabella seguente riporta lo schema di calcolo descritto nella norma:

Hz	As, Ar (dB)	Am (dB)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+Ga(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+Gb(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+Gc(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+Gd(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

Tab. 5 - Equazioni per caratterizzare il suolo – ISO 9613-2

dove:

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

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

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

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

H, nel calcolo di As rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di Ar rappresenta l'altezza sul suolo in metri del recettore.

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

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

q, se $d \geq 30(h_s + h_r)$ il termine q vale 0 altrimenti vale

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

Questo metodo è applicabile solo in caso di terreno pianeggiante; per applicare questo metodo è necessario fornire la matrice G(i,j) che descrive in ogni cella del reticolo di calcolo il coefficiente G.

Metodo alternativo per terreno non piatto

In caso di terreno non piatto la ISO 9613-2 (par. 7.3.2) fornisce un metodo semplificato che calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

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

dove:

hm, altezza media del raggio di propagazione in metri;

d, distanza tra la sorgente e il recettore in metri.

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

5.6 Schermi

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

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10Kg/m²;
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali);
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame (si tenga presente che tale condizione non viene valutata dal programma);

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

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

dove:

- Dz : attenuazione della barriera in banda d'ottava
- Agr : attenuazione del terreno in assenza della barriera

Si tenga presente che:

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

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

$$D_z = 10 \cdot \log \left[3 + (C_2 / \lambda) \cdot C_3 \cdot z \cdot K_{met} \right] \quad \text{dB}$$

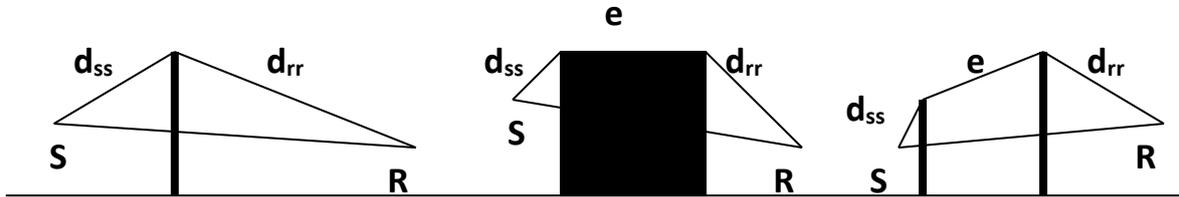
dove:

- C2 : uguale a 20
- C3 : vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale :

$$C_3 = \left[1 + (5\lambda / e)^2 \right] / \left[1/3 + (5\lambda / e)^2 \right]$$

- λ : lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame
- z : differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto calcolato come mostrato nelle immagini seguenti

- K_{met} : correzione meteorologica data da $K_{met} = \exp\left[-(1/2000)\sqrt{d_{ss}d_{sr}d/(2z)}\right]$
- e : distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia


Fig. 21- Barriera, ISO 9613-2

Si tenga presente che:

- il calcolo per ogni banda d'ottava viene comunque limitato a 20 dB in caso di diffrazione singola e a 25 dB in caso di diffrazione doppia;
- in caso di barriere multiple la ISO 9613-2 suggerisce di utilizzare comunque l'equazione per il caso di due barriere considerando solo le due barriere più significative.

5.7 Effetti aggiuntivi

Gli effetti aggiuntivi sono descritti nell'appendice della ISO 9613-2 e considerano un percorso di propagazione del suono curvato verso il basso con un arco di raggio pari a 5 Km. Tale percorso è tipico delle condizioni meteorologiche assunte come base della ISO 9613-2.

Gli effetti descritti sono:

- A_{fol} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso vegetazione;
- A_{site} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso siti industriali;
- A_{hous} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso zone edificate.

Le varie zone descritte sopra sono inserite nel reticolo di calcolo come poligoni di quattro lati tramite le coordinate dei vertici. Il metodo di calcolo adottato dal modello è il seguente:

- individuazione dei punti di attraversamento del raggio sorgente recettore di una zona del tipo descritto sopra;
- calcolo del percorso curvato verso il basso con raggio di 5 km dalla sorgente al recettore;
- determinazione della parte di zona effettivamente attraversata in relazione alla quota del raggio e alla quota media della zona attraversata;
- applicazione dell'attenuazione.

Bisogna tener presente che il fatto che una data zona presenti una quota media superiore alla quota della sorgente e a quella del recettore non significa necessariamente che tale zona sarà attraversata dal raggio

sonoro: il cammino curvato verso il basso considerato dalla ISO 9613 potrebbe infatti attraversare la zona ad una quota maggiore di quella della zona stessa.

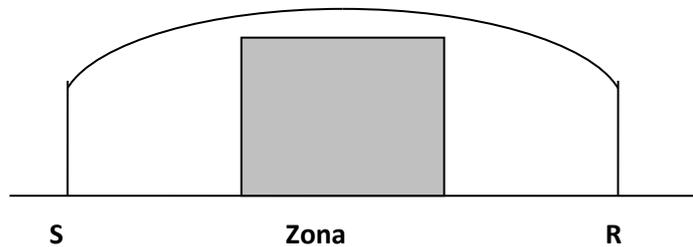


Fig. 22 - Zone acustiche, ISO 9613-2

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso vegetazione

L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista. L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la tabella seguente:

Parametri attenuazione zone acustiche, ISO 9613-2

Attenuation (dB/m)								
(m)	63[Hz]	125[Hz]	250[Hz]	500[Hz]	1000[Hz]	2000[Hz]	4000[Hz]	8000[Hz]
10 d 20	0	0	1	1	1	1	2	3
20 d 200	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,12

Tab.6 - Per valori di d superiori a 200 metri si assume comunque d=200 metri

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione è linearmente proporzionale alla lunghezza del percorso curvo d che attraversa il sito industriale secondo la tabella seguente:

Attenuation (dB/m)							
63[Hz]	125[Hz]	250[Hz]	500[Hz]	1000[Hz]	2000[Hz]	4000[Hz]	8000[Hz]
0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

Tab. 7 - Parametri attenuazione zone acustiche, ISO 9613-2

Si tenga presente che:

- tale attenuazione non deve comunque superare 10 dB
- non mescolare gli effetti: cioè non inserire barriere in una zona acustica

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

L'attenuazione dovuta all'attraversamento di zone edificate è calcolata secondo la formula:

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

dove:

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

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

Si tenga presente che:

- il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB;
- se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti è maggiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione sopra, allora tale ultimo termine viene trascurato.

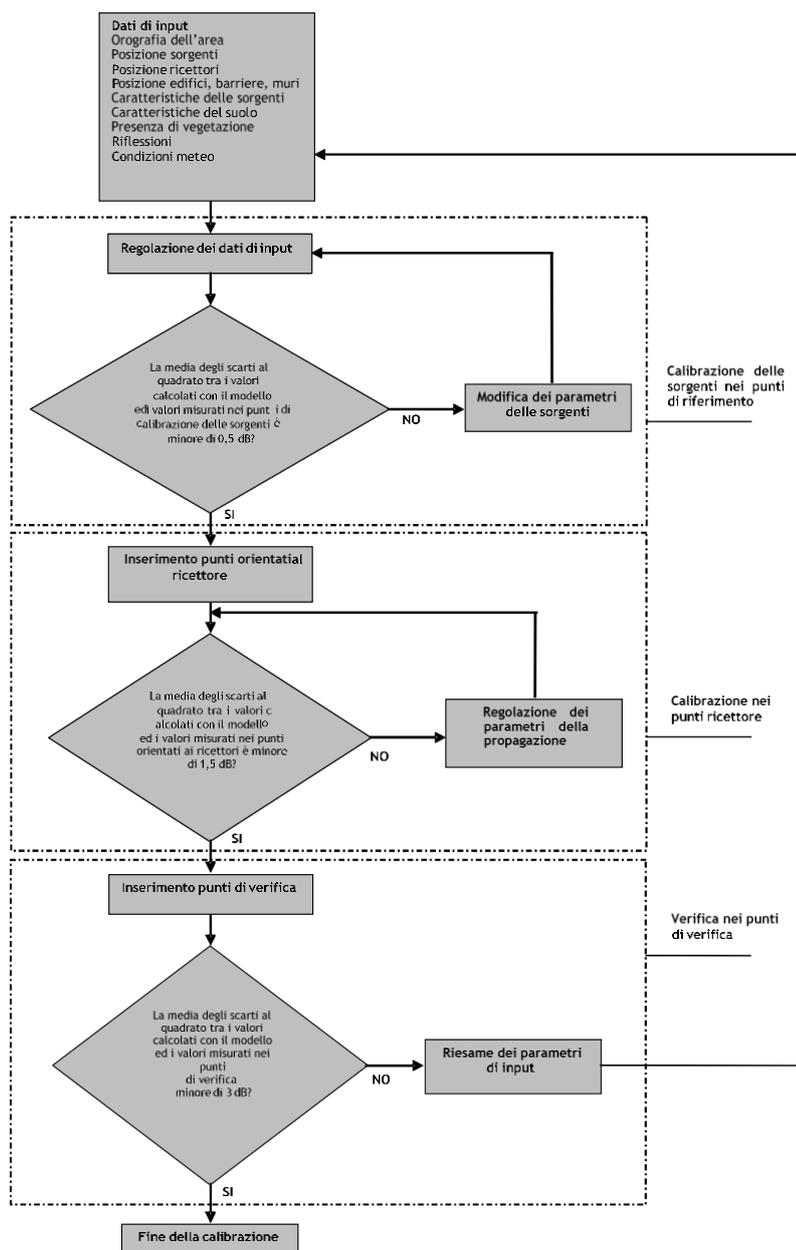


Fig. 9 – Schema a blocchi esemplificativo della procedura di calibrazione.

6. VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

6.1 Fase di esercizio

La valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'impianto si è basata sulla caratterizzazione delle sorgenti partendo dai dati di pressione e/o potenza sonora forniti dalla committenza.

Il Software CADNA ha generato il seguente scenario acustico relativo al periodo diurno (gli impianti non funzionano di notte).

Dalle caselle marker posizionate ai ricettori si evince il valore atteso delle singole sorgenti. Tale valore non tiene conto del rumore residuo/di fondo dell'area.

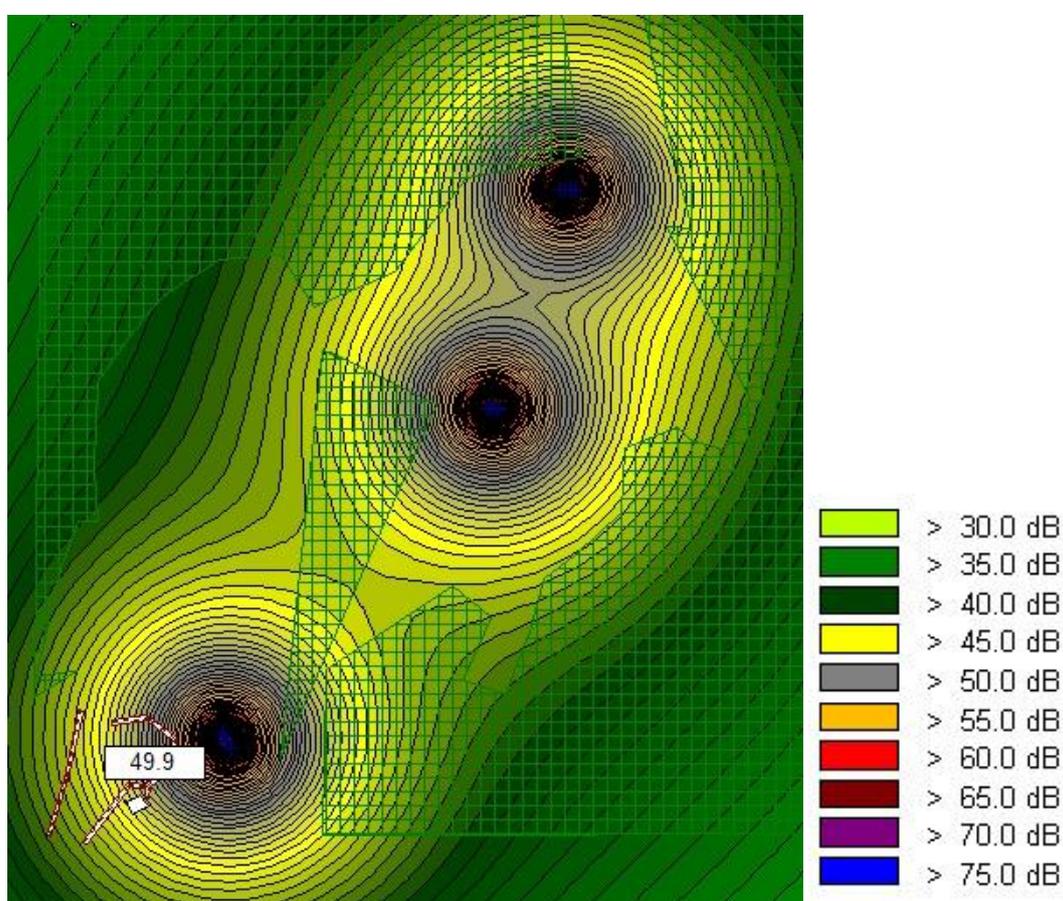


Fig. 10 – Scenario acustico previsionale ai ricettori Sottocampo 1

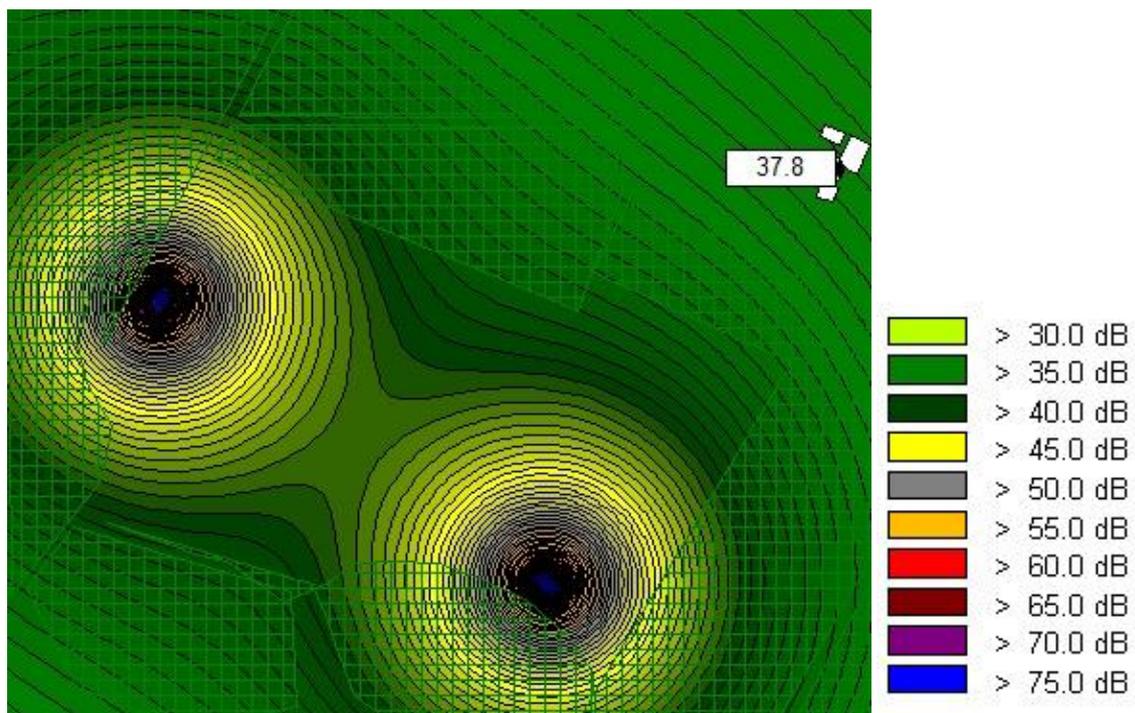


Fig. 11 – Scenario acustico previsionale ai ricettori Sottocampo 2

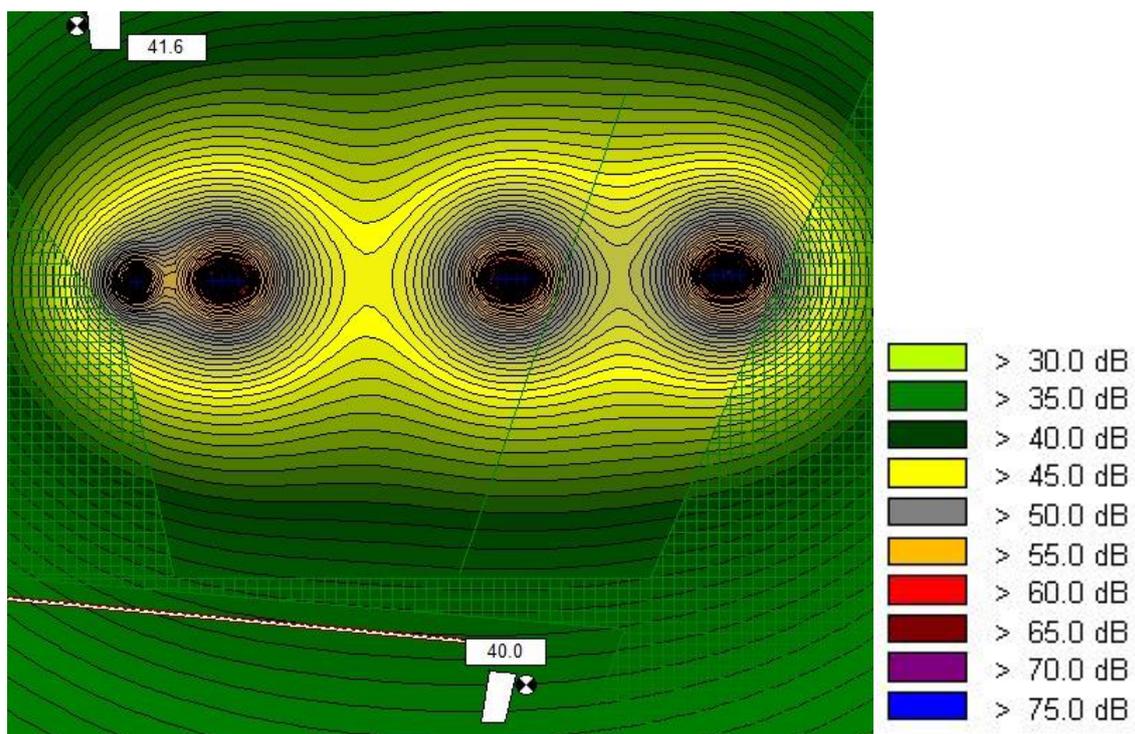


Fig. 13 – Scenario acustico previsionale ai ricettori Sottocampo 3

I valori attesi ai 4 ricettori generati dalla sola sorgente impianto fotovoltaico in particolare agli inverter delle cabine sono confrontati con i livelli residui misurati ante operam.

Ricettore	R1	R2	R3	R4
Livello stimato dBA generato dalla singola sorgente parco fotov.	49,9	37,8	41,6	40,0
Rilievi a spot di rumore residuo LR	59,1	51,2	48,6	48,8
Limite assoluto in base alla classe acustica per la classe III aree di tipo misto della zonizzazione	60 dBA			

Il livello sonoro stimato è inferiore al valore massimo di 60dBA previsto dalle classificazioni acustiche. I valori ottenuti dal modello previsionale permettono di evidenziare che i livelli attesi in facciata ai ricettori sono inferiori di più di 5 dBA rispetto ai rilievi spot del rumore residuo/di fondo misurati sempre ai ricettori. Pertanto, il contributo sonoro degli inverter al rumore ambientale rispetta anche il criterio differenziale.

Il rumore generato dal parco fotovoltaico rispetta, quindi, sia i limiti assoluti che quelli differenziali (differenza tra LA e LR).

6.2 Fase di cantiere

Per la fase di cantiere si prevede la presenza di macchine movimento terra, autocarri pesanti e sollevatori telescopici, oltre ad utensili manuali. La fase di lavoro più delicata, in riferimento alla Valutazione previsionale di impatto acustico, è rappresentata dalla realizzazione del cavidotto che permette l'interconnessione elettrica dell'impianto fotovoltaico da realizzare alla rete elettrica mediante dei collegamenti elettrici in media e bassa tensione.

In particolare, la fase della posa in opera del cavidotto risulta quella più rilevante dal punto di vista dell'impatto acustico per la sua lunghezza e conseguente incontro di numerosi ricettori.

L'attività di cantiere si compone delle seguenti fasi:

1. Realizzazione di delimitazione impianto con recinzione in metallo;
2. Spianamento e realizzazione di viabilità di servizio;
3. Posa in opera baraccamenti e depositi;
4. Fornitura materiali di sostegno pannelli;
5. Installazione sostegno pannelli fotovoltaici;
6. Fornitura dei pannelli fotovoltaici;
7. Posa in opera pannelli fotovoltaici;
8. Cablaggio pannelli fotovoltaici (posa in opera cavidotto);
9. Sbaraccamenti e messa in esercizio impianto.

Nella tabella seguente sono riportate le attrezzature potenzialmente impiegate per le lavorazioni suddette, con la loro emissione ad un metro (fonte comitato paritetico di Torino).

ATTREZZATURA	LeAq	ATTREZZATURA	LeAq
Argano	75	Martello demolitore pneumatico	105
Autobetoniera	90	Martello demolitore elettrico	102
Autocarro	80	Mola a disco	97
Autocarro ribaltabile (Dumper)	90	Montacarichi	80
Autogru	83	Pala meccanica cingolata	92
Battipiastrille	91	Pala meccanica gommata	90
Betonaggio	83	Piegatrice	76
Betoniera a bicchiere	82	Pistola spruzzaintonaco	99
Cannello per impermeabilizzazione	90	Pompa calcestruzzo	86
Carrello elevatore	87	Pompa elettrica	101
Compressore	103	Rifinitrice manto stradale	92
Costipatore	96	Rullo compressore	94
Escavatore	84	Ruspa	98
Escavatore con puntale	93	Ruspa mini	81
Escavatore con martello	96	Saldatrice	89
Filiera	85	Sega circolare	101
Flessibile	102	Sega circolare refrattari	98
Frattazzatrice	72	Sega clipper	88
Fresa manti	95	Siluro	93
Furgone	77	Tagliasfalto a disco	102
Grader	86	Tagliasfalto a martello	98
Gru	82	Taglio laterizi (Clipper)	103
Gruppo elettrogeno	86	Tagliapiastrelle (Clipper)	96
Idropulitrice	87	Trancia-Piegaferro	81
Intonacatrice elettrica	88	Trapano	87
Jumbo	106	Trapano a percussione	94
Levigatrice	89	Trapano elettrico	77
Macchina battipalo	90	Trapano miscelatore	92
Macchina per paratie	96	Troncatrice	96
Macchina trivellatrice	90	Verniciatrice stradale	92
		Vibratore per cemento armato	90

Tab. 8 – livelli sonori ad 1 metro per macchina

ALLESTIMENTO CANTIERE	
Fase di lavoro	Macchine utilizzate
Pulizia e livellamento area	Apripista-Pala Cingolata Decespugliatore Dumper Autocarro con gru
INFISSIONE PALI	
Fase di lavoro	Macchine utilizzate
Montaggio fondazioni tracker	Infissore battipalo Autocarro Motocompressore
OPERAZIONI DI SCAVO e REAZZAZIONE VIABILITA'	
Fase di lavoro	Macchine utilizzate
Scavo a sezione obbligata e rinterro	Escavatore Autocarro Rullo compressore
GETTI CLS	
Magrone fondazioni cabine	Betoniera Pompa
MOVIMENTAZIONE MATERIALI E CABLAGGIO CAVI (Posa in opera cavidotto);	
Fase di lavoro	Macchine utilizzate
Montaggio pannelli FV, posa cabine e cablaggi	Autocarro Autocarro con gru o carrello Gruppo elettrogeno Trapano Saldatrice Sega a disco

Stima dei livelli di pressione per ogni fase lavorativa

Lavorazione	Macchine	Lep [dB(A)]	Somma Lep [dB(A)]
ALLESTIMENTO CANTIERE			
Pulizia e livellamento area	Apripista/Pala cing.	108,0	110,4
	Decespugliatore	102,0	
	Dumper	98,0	
	Autocarro con gru	104,0	
INFISSIONE PALI			
Montaggio fondazioni tracker	Infissore battipalo	112,0	11 2,2
	Autocarro	88,2	
	Motocompressore	97,0	

OPERAZIONI DI SCAVO e VIABILITA'			
Scavo a sezione obbligata e reinterro	Escavatore	98,9	102,1
	Autocarro	88,2	
	Rullo Compressore	99,0	
GETTI CLS			
Magrone fondazioni cabine	Autobetoniera	91,6	10
	Pompa	99,9	0,5
MOVIMENTAZIONE MATERIALI E CABLAGGIO CAVI			
Montaggio pannelliFV, posa cabine e cablaggi	Autocarro	88,2	108,8
	Autocarro gru/carrello	104,0	
	Gruppo elettrogeno	90,0	
	Trapano	90,0	
	Saldatrice	99,0	
	Sega a disco	106,0	

Tab. 9 – Stima cautelativa dei livelli di pressione sonora massima delle varie fasi lavorative

La legge quadro 447/95 per le sorgenti connesse con attività edili temporanee, ossia che si esauriscono in periodi di tempo limitati e che possono essere legate ad ubicazioni variabili, prevede la possibilità di deroga al superamento dei limiti al Comune di competenza.

Pertanto, nel caso specifico, l'impresa che realizzerà il cavidotto dovrà verificare la necessità di richiedere il nulla osta di impatto acustico in deroga ai limiti di rumorosità presso i Comuni interessati.

6.3 Fase di dismissione dell'impianto

Per quanto riguarda gli impatti sulla componente rumore nella fase di dismissione dell'impianto è ragionevolmente possibile ritenere che siano inferiori a quelli indicati nella fase di cantiere per la realizzazione dell'opera stessa. Non saranno effettuate infatti fasi di lavoro particolarmente impattanti quali, ad esempio, la realizzazione del cavidotto.

Ad ogni modo, tenendo conto che la dismissione dell'impianto avverrà in un lasso temporale molto lungo (25/30 anni di esercizio dell'impianto) è doveroso far presente che sia molto probabile la variazione di alcuni elementi essenziali per il calcolo e la misura dell'impatto acustico quali, per esempio, la realizzazione di nuovi edifici che potrebbero rappresentare recettori maggiormente esposti rispetto a quelli attuali.

Pertanto si ritiene che la valutazione di impatto acustico previsionale in fase di dismissione può ritenersi verificata se non ci saranno significative modifiche al contorno che è stato posto alla base delle ipotesi del presente studio.

Codice elaborato ICA_055_REL13	RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO	 ICA NOU SRL Via Giuseppe Ferrari 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16450681008
Revisione 00 del 06/06/2023		

7. CONCLUSIONI

Su incarico conferito dalla società ICA NOU Srl, con sede legale in via Giuseppe Ferrari n. 12 - Roma, CF/P.IVA 16450681008, è stata effettuata la seguente relazione d'impatto acustico previsionale inerente il Progetto di un impianto agrovoltaiico denominato "GreenHill" - Progetto Valentano, di potenza di picco pari a 30,525 MWp e potenza nominale pari a 29,072 MWac, da realizzarsi nei comuni di Valentano ed Ischia di Castro, Provincia di Viterbo

L'impianto sarà ubicato in aree agricole e si svilupperà su tre lotti di progetto: il sottocampo 1 situato in località Saunata nel Comune di Ischia di Castro; il sottocampo 2 situato in località Macedonia nel Comune di Valentano; il sottocampo 3 ubicato in località Pianaccia, a sud di Valentano.

In riferimento ai sottocampi 1 e 2, la classificazione acustica del Comune di Comune di Valentano approvato con delibera CC n.17 del 19.04.2006, stabilisce che le zone rurali dove si fa uso costante di macchine agricole operatrici sono inserite nella classe III. Per il sottocampo 3, il comune di Ischia di Castro (VT) non ha approvato ancora la zonizzazione acustica, per cui i limiti sono quelli più alti della classificazione provvisoria. In ogni caso, per porsi cautelativamente a favore della sicurezza dei calcoli previsionali, nella verifica dei limiti si è tenuto in considerazione, per tutti e tre i sottocampi, il rispetto dei limiti della classe III.

Ai fini della presente valutazione previsionale, a favore della sicurezza dei calcoli previsionali, si è scelto di caratterizzare le sorgenti in maniera omogenea, considerando n. 4 inverter per ogni cabina con potenza massima di 5660 kVA. Nel caso in cui alcune delle MV cabin dei tre sottocampi conterranno un numero inferiore di inverter, le valutazioni e calcoli della presente relazione saranno comunque verificati.

Sono individuati n. 4 ricettori prossimi ai sottocampi: R1 sottocampo 1; R2 sottocampo 2; R3 e R4 sottocampo 3. In facciata a questi ricettori sono stati effettuati n. 4 rilievi spot del rumore ante operam, per individuare il livello residuo LR che insisterà nell'area dopo l'installazione dell'impianto.

La valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'impianto si è basata sulla caratterizzazione delle sorgenti partendo dai dati di pressione e/o potenza sonora forniti dalla committenza. Per la modellizzazione acustica dell'area è stato impiegato il software di calcolo CADNA vers. 4.0, prodotto da DataKustik.

Il livello sonoro stimato è risultato inferiore al valore massimo del livello assoluto di 60dBA previsto dalle classificazioni acustiche per la classe III. I valori ottenuti dal modello previsionale permettono di evidenziare che i livelli attesi in facciata ai ricettori sono inferiori di più di 5 dBA rispetto ai rilievi spot del rumore residuo/di fondo, misurati sempre ai ricettori. Pertanto è stato possibile verificare che il contributo sonoro degli inverter al rumore ambientale rispetti anche il criterio differenziale.

In conclusione, a seguito della valutazione acustica previsionale effettuata, è possibile confermare che il rumore emesso dal parco fotovoltaico rispetterà sia i limiti assoluti che quelli differenziali (differenza tra L_A e L_{Ri}), definiti dalla classificazione acustica territoriale.

Codice elaborato ICA_055_REL13	RELAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO	 ICA NOU SRL Via Giuseppe Ferrari 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16450681008
Revisione 00 del 06/06/2023		

Per la fase di realizzazione dell'opera e la successiva dismissione al termine dell'esercizio, l'impresa che realizzerà i lavori dovrà verificare la necessità di richiedere il nulla osta di impatto acustico in deroga ai limiti di rumorosità presso i Comuni interessati.

8. ALLEGATI

Allegato 1 – Certificati di taratura del fonometro

Roma, 06/06/2023

Il Tecnico Competente in Acustica Ambientale
ENTECA nr. 10370




CENTRO DI TARATURA LAT N° 185
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com


LAT N°185
CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/11116
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11

Page 1 of 11

- **Data di Emissione:** 2021/11/04
date of Issue

- **cliente** Centro Italiano Per l'Ambiente e la Cultura
customer
Via Di Augusto, 9
80125 - Napoli (NA)

- **destinatario** Centro Italiano Per l'Ambiente e la Cultura
addressee
Via Di Augusto, 9
80125 - Napoli (NA)

- **richiesta** 454/21
application

- **in data** 2021/11/04
date

- **Si riferisce a:**
Referring to

- **oggetto** **Fonometro**
Item

- **costruttore** **Sinus**
manufacturer

- **modello** **SoundBook_81**
model

- **matricola** **07262 Ch. 2**
serial number

- **data delle misure** **2021/11/04**
date of measurements

- **registro di laboratorio** **11116**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 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 ed 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 No. 185 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 Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. 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 alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO IEC Guide 98 and to EA-4 02. Usually, they have been 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
Responsible of the Centre




CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

 Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Sonora S.r.l.

 Servizi di Ingegneria Acustica
 Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta
 Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
 www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com

LAT N°185
CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/11114

Certificate of Calibration

 Pagina 1 di 5
 Page 1 of 5

- **Data di Emissione:** 2021/11/04
date of Issue

- **cliente** **Centro Italiano Per l'Ambiente e la Cultura**
customer
Via Di Augusto, 9
80125 - Napoli (NA)

- **destinatario** **Centro Italiano Per l'Ambiente e la Cultura**
addressee
Via Di Augusto, 9
80125 - Napoli (NA)

- **richiesta** 454/21
application

- **in data** 2021/11/04
date

- **Si riferisce a:**
Referring to

- **oggetto** **Calibratore**
Item

- **costruttore** **Bruel & Kjaer**
manufacturer

- **modello** 4231
model

- **matricola** 2263100
serial number

- **data delle misure** 2021/11/04
date of measurements

- **registro di laboratorio** 11114
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 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 ed 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 No. 185 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 Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed 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 or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. 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 alla Guida ISO IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been 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