

Comune  
di Crotona



Regione Calabria



Comune  
di Scandale



Committente:

 **Mezzaricotta Energia S.r.l.**

Mezzaricotta Energia S.r.l.  
Largo Michele Novaro 1,A - PARMA  
P.IVA: 02982410348

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO E DELLE OPERE STRETTAMENTE NECESSARIE DENOMINATO "MEZZARICOTTA"**

Documento: **PROGETTO DEFINITIVO** N° Tavola: **60**

Elaborato: **STUDIO DI COMPATIBILITÀ ACUSTICA**

SCALA:	-
FOGLIO:	1 di 1
FORMATO:	A4

Progettazione:



Nome file: **60\_Compatibilità\_acustica.pdf**

Progettisti:

**P.I. Eugenio Piccolo**  
**Tecnico Competente Acustica Ambientale**  
**(N. iscrizione elenco nazionale 8539)**

P.I. Eugenio Piccolo  
Tecnico Competente Acustico Ambientale  
(N.iscrizione elenco nazionale 8539)

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/11/2021	PRIMA EMISSIONE	New Dev.	Stern Energy S.P.A.	Mezzaricotta Energia S.R.L.

## Indice

<b>Premessa</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Riferimenti normativi e tecnici</b> .....	<b>3</b>
1.1 <i>Normativa Italiana</i> .....	3
1.2 <i>Normativa Regione Calabria</i> .....	5
1.3 <i>Norme UNI, EN, ISO</i> .....	6
<b>2. Descrizione del progetto</b> .....	<b>7</b>
2.1 <i>Il territorio</i> .....	7
2.2 <i>Il progetto</i> .....	7
<b>3. Previsione di Impatto Acustico - Post Operam</b> .....	<b>12</b>
3.1 <i>Il Rumore</i> .....	12
3.2 <i>Il Rumore degli Impianti fotovoltaici</i> .....	13
3.3 <i>Il Rumore dei trasformatori</i> .....	16
3.4 <i>Il Software di Simulazione CadnaA</i> .....	17
3.5 <i>Dati di Input e Simulazione</i> .....	18
<b>Conclusioni</b> .....	<b>21</b>

## Allegati

- Allegato A (f.to A4) – Mappa acustica Post Operam Orizzontale con curve di iso livello;
- Allegato B (f.to A4) - Mappa acustica Post Operam Orizzontale – vista con superfici;
- Allegato C (f.to A4) - Mappa acustica Post Operam Orizzontale sovrapposta ad aerofoto Google Earth.

## Premessa

Lo scopo del presente documento è quello di illustrare la previsione d'impatto acustico, effettuata mediante simulazioni, del progetto di un parco fotovoltaico proposto dalla Società **Mezzaricotta Energia S.r.l.**

L'impianto fotovoltaico ricade nel territorio dei Comuni di **Crotone (KR) e Scandale (KR)**, in particolare, nel territorio di Crotone è ubicata la maggiore consistenza dell'impianto, come i campi fotovoltaici, mentre nel territorio del comune di Scandale sarà ubicata la Stazione Elettrica di trasformazione a 380/150 kV.

La potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico è pari a **21,16029 MWp**.

La valutazione dell'impatto acustico viene effettuata in relazione alla presenza antropica dell'area presa in esame e alle attività che vi si svolgono. Tale analisi è condotta con lo scopo di prevedere, mediante il calcolo dei livelli di immissione di rumore, gli effetti acustici ambientali "post operam" generati nel territorio circostante dall'esercizio dell'opera in progetto.

Tale documento è stato redatto basandosi su:

- normative di riferimento: leggi nazionali, regionali e normativa tecnica di settore;
- informazioni di tipo progettuale: caratteristiche dell'opera in progetto, ubicazione e caratterizzazione;
- informazioni sul territorio: ubicazione e caratterizzazione dei ricettori, classificazione acustica dei Comuni interessati, grado di sensibilità del territorio, presenza di altre sorgenti di emissione.

Partendo dall'analisi degli strumenti urbanistici dei comuni interessati all'opera si è proceduto, previa verifica mediante sopralluoghi e indagini, all'individuazione di eventuali ricettori o ricettori sensibili e quindi dei punti più adeguati in cui eventualmente effettuare delle misure fonometriche; in questo caso si è ritenuto di non effettuare alcuna misura in quanto all'interno del buffer di un chilometro dall'impianto non sono stati individuati edifici residenziali potenziali ricettori. Si procederà dunque alla previsione di impatto acustico Post Operam mediante la caratterizzazione, quantificazione ed attenuazione sulla distanza del rumore immesso dalle sorgenti di rumore presenti nell'impianto.

Le caratteristiche del territorio e dell'opera da realizzare; gli strumenti utilizzati e i risultati di tale indagine preliminare, nonché delle simulazioni previsionali d'impatto post operam saranno illustrati nei capitoli successivi.

## 1. Riferimenti normativi e tecnici

### 1.1 Normativa Italiana

- **Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995:** "Legge Quadro sull'inquinamento acustico".
- **DPCM 1 Marzo 1991:** "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- **DPCM 14 Novembre 1997:** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" dell'inquinamento acustico".
- **DPCM 31 marzo 1998:** "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa sulla **Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995** e da una serie di decreti attuativi della legge quadro (DPCM 14 Novembre 1997, DM 16 Marzo 1998, DPCM 31 marzo 1998, DPR n. 142 del 30/3/2004), che rappresentano gli strumenti legislativi della disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico.

La legge quadro dell'inquinamento acustico stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. Essa delinea le direttive, da attuarsi tramite decreto, su cui si debbono muovere le pubbliche amministrazioni e i privati per rispettare, controllare e operare nel rispetto dell'ambiente dal punto di vista acustico.

Il **DPCM del 14 Novembre del 1997** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono riportate nella legge quadro n. 447/95 e riportati di seguito nelle tabelle 1-2-3. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al citato decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Tabella 1 -Classificazione del territorio comunale (art.1)

CLASSI	AREE
I	<b>aree particolarmente protette:</b> rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
II	<b>aree destinate ad uso prevalentemente residenziale:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
III	<b>aree di tipo misto:</b> 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.
IV	<b>aree di intensa attività umana:</b> rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	<b>aree prevalentemente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	<b>aree esclusivamente industriali:</b> rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Tabella 2 - Valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art.2)

Classi di destinazione d'uso del territorio		Periodo di riferimento	
		giorno (06:00-22:00)	notte (22:00-06:00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50

Classi di destinazione d'uso del territorio		Periodo di riferimento	
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella 3 - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB (A) (art.3)**

Classi di destinazione d'uso del territorio		Periodo di riferimento	
		Giorno (06:00-22:00)	Notte (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

Per quanto concerne i valori limite differenziali di immissione, il suddetto decreto stabilisce che tali valori, definiti dalla legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447, non sono applicabili nelle aree classificate come classe VI della Tabella A e se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali.

Il **DM Ambiente 16.03.98** *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*. Emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al decreto).

### **1.2 Normativa Regione Calabria**

- **LR 19 ottobre 2009, n. 34** *"Norme in materia di inquinamento acustico per la tutela dell'ambiente nella Regione Calabria"* che contiene le disposizioni finalizzate alla prevenzione, tutela,

pianificazione e risanamento dell'ambiente esterno e abitativo, nonché al miglioramento della qualità della vita delle persone ed alla salvaguardia del benessere pubblico, modificazioni conseguenti all'inquinamento acustico derivante da attività antropiche.

- **Deliberazione di Giunta Regionale n.31 del 1/02/2007**, *“Applicazione procedure relative al trasferimento delega della LR 34/2002 in materia di inquinamento acustico, atmosferico ed elettromagnetico”*

### **1.3 Norme UNI, EN, ISO**

- Normativa UNI 9884 del 1997: *“Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”*.
- UNI 9884-1991 – *“Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”*.
- EN 60651-1994 - *Class 1 Sound Level Meters* (CEI 29-1).
- EN 60804-1994 - *Class 1 Integrating-averaging sound level meters* (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - *Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*.
- EN 61094/2-1993 - *Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*.
- EN 61094/3-1994 - *Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*.
- EN 61094/4-1995 - *Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones*.
- EN 61260-1995 - *Octave-band and fractional-octave-band filters* (CEI 29-4).
- IEC 942-1988 - *Electroacoustics - Sound calibrators* (CEI 29-14).
- ISO 226-1987 - *Acoustics - Normal equal - loudness level contours*.

## 2. Descrizione del progetto

### 2.1 Il territorio

L'area interessata dal parco fotovoltaico oggetto dell'indagine è collocata in una zona dal contesto orografico pianeggiante con la maggior parte della superficie nel comune di Crotona (il cui centro abitato è Nord Est rispetto al parco) e Scandale (ad Ovest). Tutta la zona che circonda il parco è scarsamente antropizzata e utilizzata principalmente a scopo agricolo.

### 2.2 Il progetto

Come già accennato in precedenza, la potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico, data dalla sommatoria della potenza dei singoli moduli installati, è quantificata in **21,16029 MWp**. In particolare, l'impianto è suddiviso in 6 campi fotovoltaici (Campo A, Campo B, Campo C, Campo D, Campo E e Campo F) distribuiti come di seguito illustrato:



Figura 1 – aerofoto con delimitazione delle aree recintate



La zona, che dista circa 8 chilometri dall'abitato di Crotona, si estende per una superficie recintata complessiva di circa 25,13 Ha lordi suddivisi, dicevamo, in più aree che presentano struttura orografica regolare e prevalentemente pianeggiante, con altezze sul livello del mare variabili tra i 22 e i 40 metri, ed è raggiungibile percorrendo un tratto della SS 107bis dall'incrocio con la SS 107 fino al raggiungimento della strada comunale in prossimità dell'accesso al parco.

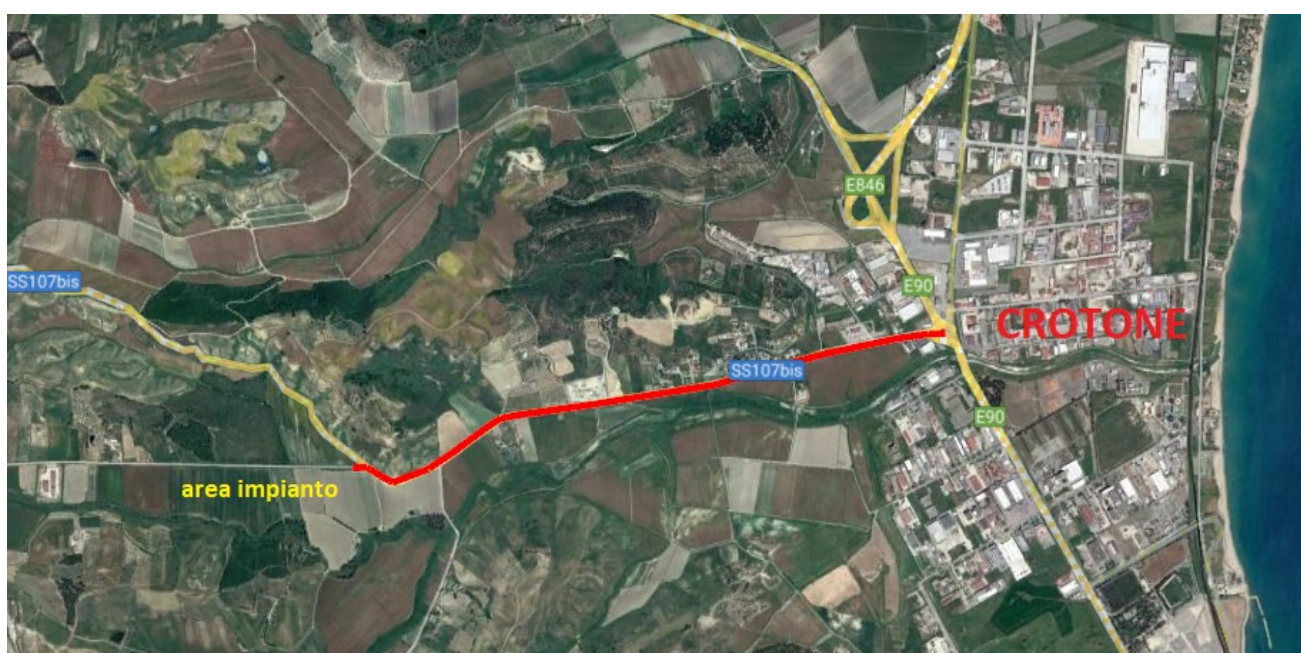


Figura 2 – Percorso viabilità di accesso al parco

I moduli fotovoltaici installati in totale saranno n. 34.689; la tabella che segue illustra il numero in cui vengono distribuiti nei 6 campi, la potenza nominale sviluppata e la superficie occupata dal singolo campo fotovoltaico:

Tav.60	Studio di compatibilità acustica	8 di 22
--------	----------------------------------	---------

Tabella 4 - Distribuzione dei moduli FV

Campo	n. moduli	Potenza DC (KWp)	Superficie pannellata* (m2)
A	12.252	7.473,72	34287,34
B	1.356	827,16	3794,78
C	2.652	1.617,72	7421,65
D	10.368	6.324,48	29014,95
E	4.305	2.626,05	12047,59
F	3.756	2.291,16	10511,20
<b>Totali</b>	<b>34.689</b>	<b>21.160,29</b>	<b>97.077,51</b>

\*la superficie pannellata rappresenta la proiezione al suolo dei pannelli nella loro posizione a tilt zero gradi

È prevista la realizzazione di:

- n. 34.689 moduli fotovoltaici aventi potenza nominale pari a 610 Wp cadauno ancorati su idonee strutture fisse e ad inseguimento solare;
- n. 222 strutture ad inseguimento solare monoassiale di rollio (Tracker) da 12 moduli e n. 1.281 strutture da 24 moduli opportunamente ancorate al terreno di sedime mediante infissione semplice;
- n. 61 strutture fisse da 21 moduli opportunamente ancorate al terreno di sedime mediante infissione semplice;
- 5.832,75 metri lineari di recinzione a maglie metalliche opportunamente infissa nel terreno sollevata da terra per circa 10 cm;
- n. 8 cancelli di accesso carrabile in materiale metallico;
- n. 9 trasformatori interni ai rispettivi campi;
- n. 1 cabina di consegna
- n. 185 inverters del tipo sottostringa interni ai campi;
- n. 9 cabine di trasformazione di campo;
- n. 2 cabinet ausiliari interni ai campi;
- percorsi di viabilità interna ai campi in misto stabilizzato e tratti di viabilità in terra battuta;
- impianto di illuminazione interno parco;
- un sistema di videosorveglianza;
- una rete di cavidotti interrati di Media Tensione (MT) per la connessione con la futura stazione elettrica;
- sistema di comunicazione tra i vari componenti di impianto (rete fibra ottica)
- una sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT posta in prossimità della stazione elettrica TERNA in condivisione di stallo con altro operatore;

I moduli fotovoltaici impiegati sono in silicio mono o poli-cristallino con potenza nominale di circa 610 Watt/cad. Detti moduli saranno disposti in parte su sistemi di inseguimento solare monoassiale di *rollio*

del tipo *Tracker* e in parte su strutture ad orientamento fisso in ragione della specifica orografia del terreno di posa.

I sistemi ad inseguimento solare consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici ad essi ancorati intorno ad un unico asse orizzontale permettendo l'inseguimento del sole nell'arco della giornata aumentando la produzione energetica dell'impianto fotovoltaico. Dette strutture saranno infisse nel terreno mediante apposita macchina battipalo o, nell'eventuale caso di ritrovamenti puntuali di trovanti rocciosi, mediante macchina trivellatrice.

Come si evince dalla figura che segue l'interdistanza tra le fila di tracker è pari a 4,5 metri.

Le strutture fisse di sostegno dei moduli fotovoltaici sono invece concepite partendo dall'esigenza specifica dell'installazione e quindi opportunamente studiate, dimensionate e progettate in adempienza alle normative vigenti. Esse sono composte da profili in acciaio di varie sezioni, tagliati e preforati a misura e successivamente zincati a caldo.

La tipologia di infissione prevista è del tipo palo battuto in acciaio zincato. Tale sostegno, solitamente di sezione a "C", ha dimensioni variabili in funzione della tipologia del terreno su cui verrà infisso e dell'altezza da terra prevista per l'impianto. La procedura di infissione necessita di macchine battipalo. Le interdistanze tra le file dei fissi, in ragione degli ombreggiamenti reciproci funzione delle pendenze del terreno, si attestano pari a 3 metri, così come indicato negli elaborati grafici di dettaglio

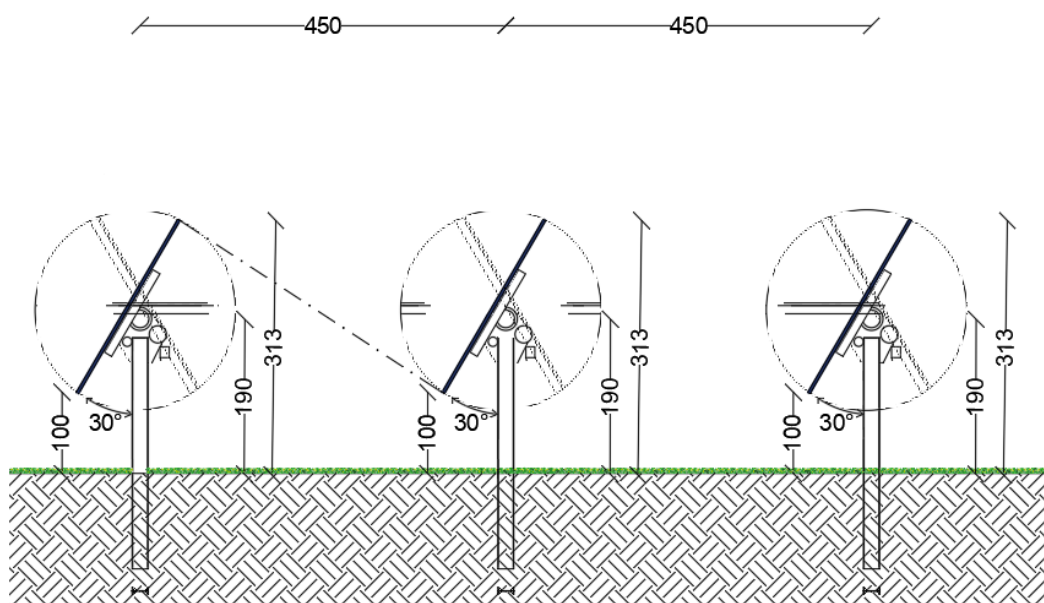


Figura 3 – Sezione tipo impianto nella configurazione tracker

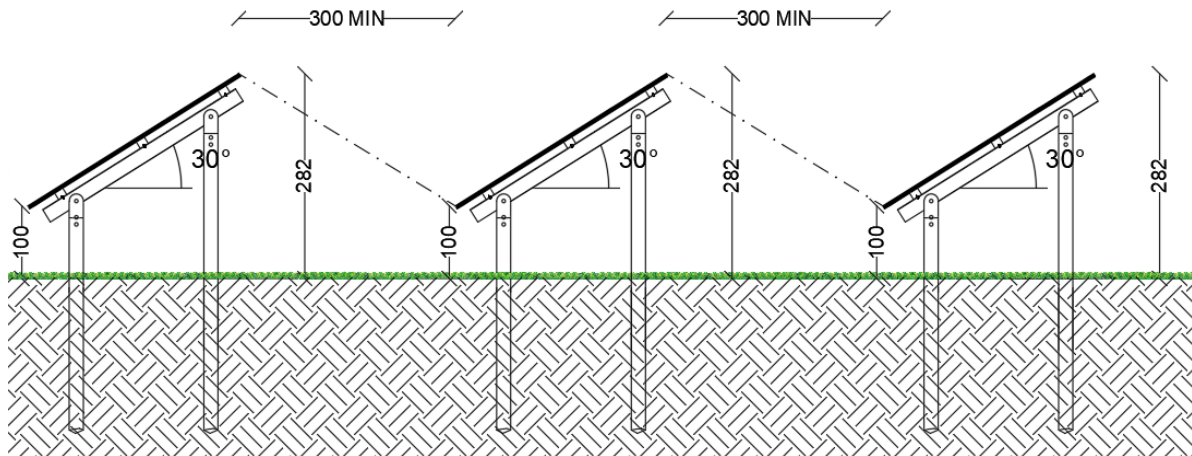


Figura 4 – Sezione tipo impianto nella configurazione fissa

I moduli fotovoltaici verranno collegati agli inverter del tipo sotto-stringa, quest'ultimi verranno opportunamente connessi alle stazioni di campo rappresentate da cabine prefabbricate di trasformazione. All'interno delle cabine troveranno alloggio i trasformatori MT/BT e le apparecchiature di interruzione, sezionamento e protezione.

La connessione alla RTN è prevista in un'area individuata in prossimità della futura stazione elettrica Terna che sarà ubicata nel territorio comunale di Scandale e collegata all'area parco mediante elettrodotto interrato MT messo a dimora prevalentemente lungo le strade esistenti.

### 3. Previsione di Impatto Acustico - Post Operam

Per il calcolo dell'impatto acustico dell'impianto fotovoltaico sulla zona oggetto dell'indagine i metodi possibili erano diversi come, ad esempio, il codice semi-empirico sviluppato da Keast e Potter, in grado di prevedere l'emissione acustica in dipendenza dalla distanza, dalle caratteristiche e dalle condizioni operative delle sorgenti interne al parco fotovoltaico; oppure altre simulazioni di tipo matematico che possono essere valide per la singola sorgente ma aumentano la percentuale di errore in caso di studi in cui debba essere preso in considerazione il contributo di più sorgenti sonore funzionanti in contemporanea; nel nostro caso è stato utilizzato il software di simulazione acustica ambientale CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) della Datakustik le cui caratteristiche ed attendibilità, nonché i dati input del modello, verranno descritti in seguito.

#### 3.1 Il Rumore

Viene definito rumore qualunque suono produca sull'uomo effetti indesiderati, che disturbano o che siano dannosi, provocando conseguenze negative sia dal punto di vista fisiologico che psicologico. Gli effetti dell'impatto sonoro variano in relazione all'uso del territorio; di conseguenza, le aree e gli ambienti di vita e di lavoro possono essere classificate in fasce a diversa sensibilità al rumore, in base all'intensità degli effetti. Come abbiamo precedentemente illustrato la normativa vigente individua, nei comuni nei quali sia stata adottata la classificazione o zonizzazione acustica, delle classi e aree con diversa destinazione d'uso in relazione alle quali esistono diversi valori limite di rumorosità, emissione (il rumore emesso da una sorgente sonora e misurato nelle sue vicinanze) ed immissione (il rumore che può immettere da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, quello misurato ad esempio presso i ricettori), espressi in decibel ai quali attenersi e con i quali confrontarsi. Il rumore di cui si parla è chiaramente riferito a quello di origine antropica e la normativa è tesa a tutelare gli ambienti di vita e di lavoro. In riferimento alla normativa, allo stato attuale, nessuno dei 2 comuni interessati dall'opera ha adottato uno strumento di classificazione acustica.

In mancanza di zonizzazione acustica i valori con cui confrontarsi, ai sensi dell'art. 8 comma 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", sono quelli riportati nella tabella che segue:

**Tabella 5 – Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

### **3.2 Il Rumore degli Impianti fotovoltaici**

Gli impianti fotovoltaici, assieme a quelli di produzione da energia geotermica, sono certamente tra le energie rinnovabili a più basso impatto per quel che riguarda il rumore. Negli impianti fotovoltaici di grande generazione, quelli cioè con potenza nominale superiore a 1000 KWp, solitamente il rumore consiste in quello prodotto dai motorini degli inseguitori (tracker), dagli inverter e dai trasformatori; il rumore dei motorini dei tracker è assolutamente trascurabile, inoltre, l'impianto in progetto, utilizza all'interno dei campi degli inverter sottostringa che non producono rumore: in definitiva, come abbiamo già accennato precedentemente, l'unico rumore significativo rimane quello prodotto dai trasformatori.

Nello specifico, nell'impianto in progetto, sono previsti 9 trasformatori contenuti in cabine di campo chiamate "smart transformer station".

Le caratteristiche dimensionali e la dislocazione delle cabine all'interno dei campi sono meglio illustrate nella tabella e nelle figure che seguono:



Figura 5 – Smart Transformer Station

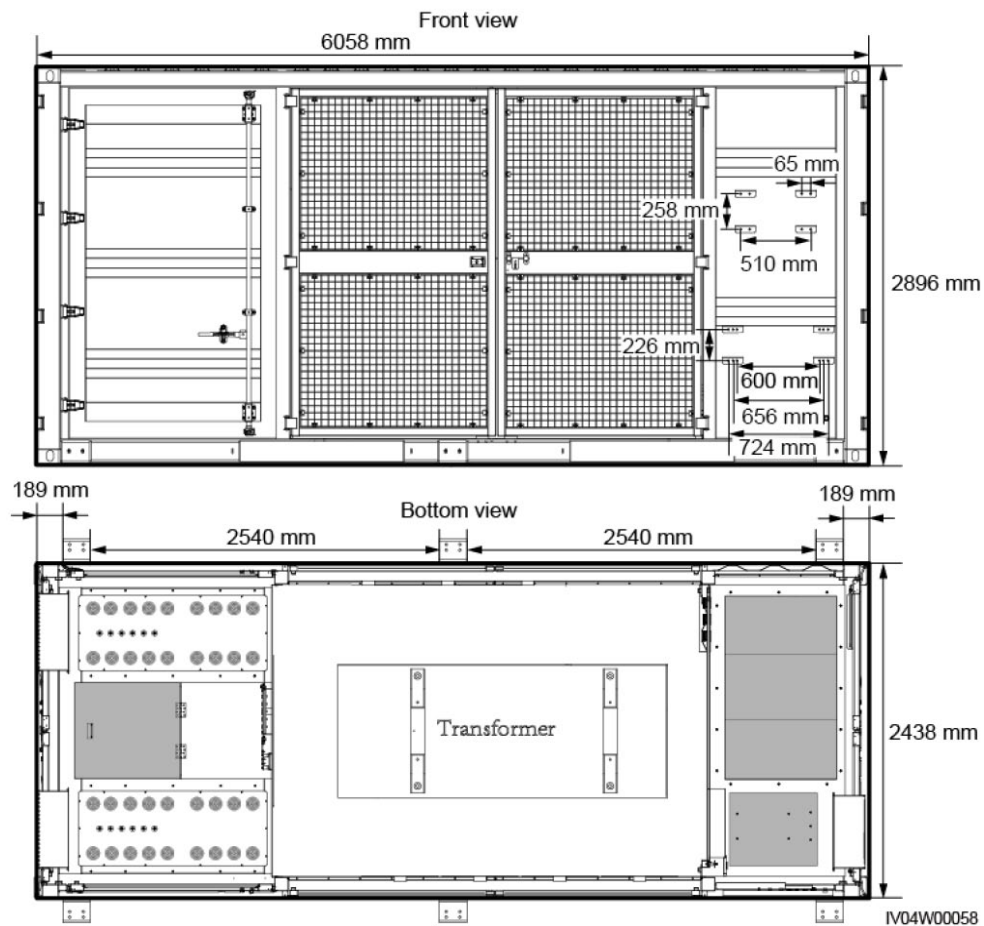


Figura 6– dimensioni container

Tabella 6 – Posizione cabine all'interno dei campi fotovoltaici e coordinate

Cabine	COORDINATE	
	N	E
Cabina 1	39° 6'31.74"N	17° 3'21.39"E
Cabina 2	39° 6'31.73"N	17° 3'21.58"E
Cabina 3	39° 6'25.17"N	17° 2'54.91"E
Cabina 4	39° 6'24.83"N	17° 3'10.78"E
Cabina 5	39° 6'24.63"N	17° 3'22.34"E
Cabina 6	39° 6'24.54"N	17° 3'29.32"E
Cabina 7	39° 6'3.61"N	17° 3'10.34"E
Cabina 8	39° 6'2.77"N	17° 3'16.24"E
Cabina 9	39° 5'58.55"N	17° 3'13.15"E



Figura 7 – Posizione cabine



### 3.3 Il Rumore dei trasformatori

Per quanto riguarda il rumore dei trasformatori il produttore non fornisce alcun dato ragion per cui, per la caratterizzazione della sorgente e i dati della potenza sonora ( $L_w$ ) sono stati desunti dalla letteratura e da prodotti simili di altre aziende. In genere il rumore dei trasformatori è caratterizzato da un ronzio la cui stazionarietà presenta spesso delle componenti tonali di cui si deve tener conto nel calcolo del clima acustico futuro in prossimità dei ricettori; per quanto riguarda la potenza sonora ( $L_w$ ) emessa dai trasformatori verrà utilizzato il valore di 73 dB(A).

Nelle smart transformer station utilizzate nel progetto i trasformatori sono collocati in posizione centrale all'interno del container, il rumore emesso viene irradiato all'esterno attraverso delle griglie presenti su entrambi i prospetti frontali; le dimensioni delle griglie sono 4,45x2,70 m per una superficie totale di circa 12 m<sup>2</sup> su ognuno dei 2 lati.

Nelle figure che seguono si può osservare la schematizzazione dell'emissione all'esterno delle cabine.

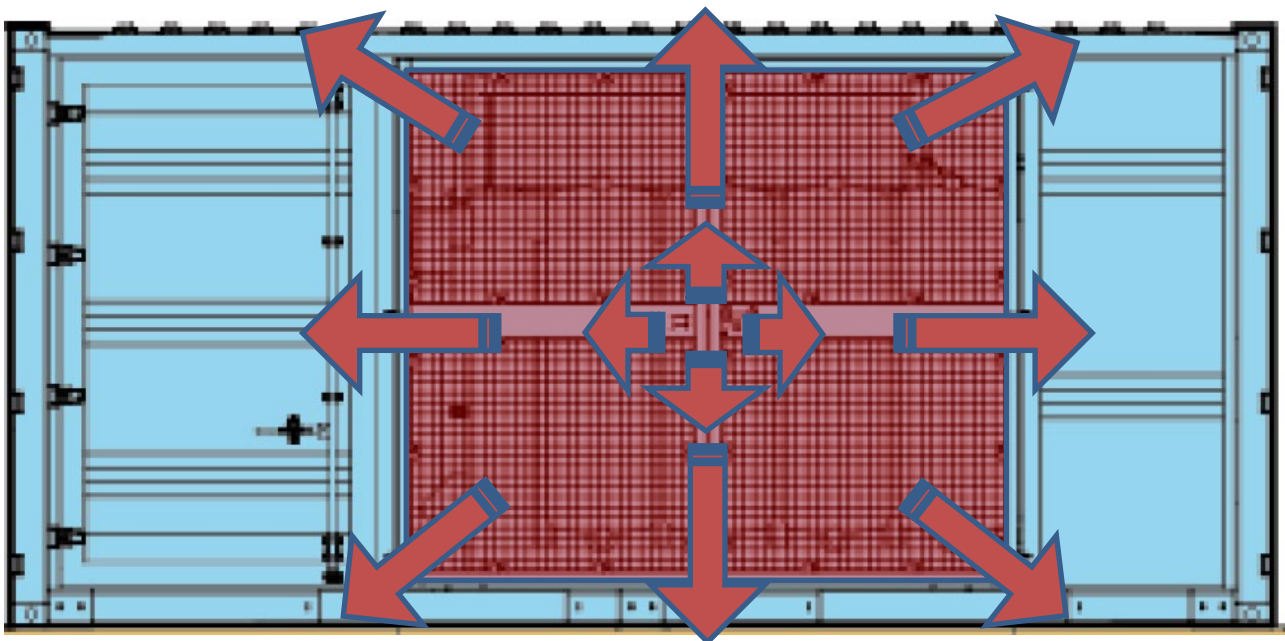


Figura 8 – prospetto frontale cabine – sorgente emissioni

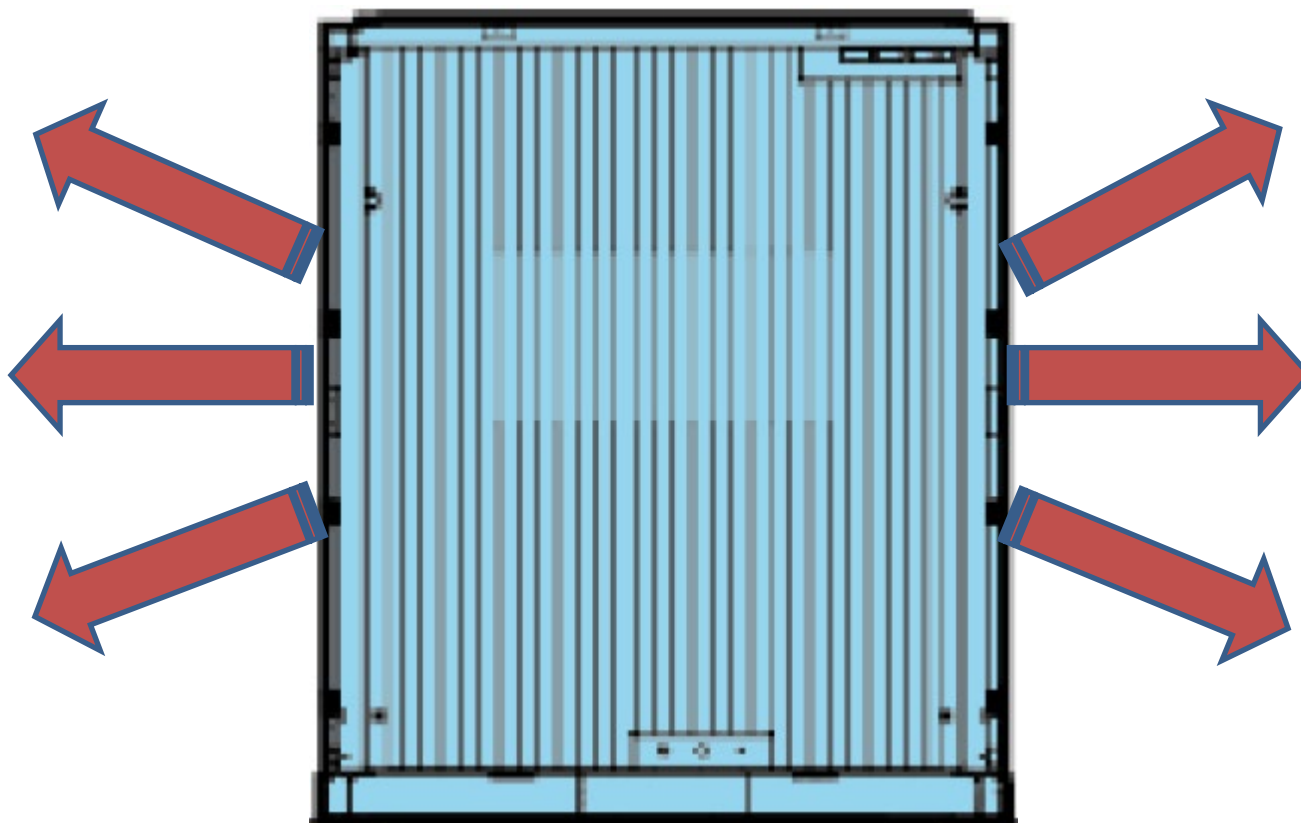


Figura 9 – prospetto laterale cabine – sorgente emissioni

La sorgente rappresentata dai trasformatori all'interno è stata caratterizzata come puntiforme omidirezionale, in posizione centrale e ad un'altezza di 1,5 metri; all'involucro rappresentato dalla struttura del prefabbricato è stata assegnata una trasparenza del 70%. Nello specifico l'emissione originaria di 72 dB risulta filtrata del 30% dalla struttura del container, la rimanente emissione risulta irradiata all'esterno.

### **3.4 Il Software di Simulazione CadnaA**

Come anticipato all'inizio di questo capitolo, per simulare l'impatto acustico prodotto dall'installazione delle sorgenti previste in progetto, è stato utilizzato il software previsionale CadnaA della Datakustik.

È un programma per il calcolo, la presentazione, la valutazione e la previsione dell'esposizione acustica del rumore immesso nell'ambiente esterno da:

- traffico stradale;
- aree commerciali ed impianti industriali;
- traffico ferroviario;
- qualsiasi altra sorgente di rumore.

implementa gli standard europei per la valutazione previsionale del rumore. Ogni sorgente sonora, sia essa una strada, una ferrovia oppure una sorgente generica, puntiforme, lineare, superficiale, è considerata in funzione del corrispondente standard di calcolo ed è in grado di calcolare la propagazione del suono all'esterno a partire da sorgenti di suono interne.

CadnaA interpolando i dati di input inseriti in un modello tridimensionale, crea una mappa basata sulla teoria del "Ray Tracing", ovvero l'emissione di raggi conici aventi ciascuno una certa porzione di energia, e, tenuto conto della riflessione dei raggi rispetto a superfici solide ed in funzione della distanza, elabora la quantità di energia che compete alla superficie interessata, ricavando una mappa di distribuzione energetica dei valori di SPL ovvero Sound Pressure Level. Ogni raggio possiede una certa energia che viene persa durante le riflessioni o contribuisce, se in via diretta, alla formazione del livello sonoro al ricevitore. La tolleranza del sistema è compresa entro  $\pm 1.5$  dB.

### **3.5 Dati di Input e Simulazione**

Al fine di procedere alla simulazione, il software previsionale deve essere opportunamente configurato con una serie di dati di input:

- La cartografia digitalizzata tridimensionale della zona oggetto di studio;
- La posizione di tutte le sorgenti, eventualmente concorsuali, e le relative caratteristiche emmissive;
- La posizione dei ricettori sui quali effettuare il calcolo e verificare i valori.

In questo studio la cartografia 3d è stata dapprima elaborata poi ripulita da tutti gli elementi superflui ed adattata al software che accetta in input il formato dxf.

Dopo aver inserito come elemento le posizioni delle sorgenti, cioè le cabine e dunque le posizioni dei trasformatori, questi ultimi sono stati configurati come sorgenti puntuali con emissione di potenza sonora pari a di 73 dB.

Nonostante il funzionamento dei trasformatori sia limitato alle sole ore notturne, per il calcolo del rumore si è deciso di utilizzare il massimo scenario peggiorativo con il loro funzionamento durante tutte le 24 ore.

Una volta terminato l'input dei dati si è passati alla generazione delle mappe acustiche i cui parametri di calcolo sono i seguenti:

- Assorbimento del suolo  $G = 0.5$
- Raggio sorgente = 100
- Raggio di ricerca ricettore = 100
- Massima distanza Sorgente/Ricettore = 2000 m
- Temperatura =  $10^{\circ}$
- Umidità = 70%

Il numero di raggi, la distanza di propagazione e il numero di intersezioni e di riflessioni rappresentano un buon compromesso tra velocità e accuratezza del calcolo; la temperatura e l'umidità sono caratteristiche dei luoghi con terreni adibiti a coltura.

Trattandosi di sorgente industriale è stato utilizzato lo standard ISO 9613.

Inseriti i parametri si è proceduto all'elaborazione di una **mappa di propagazione orizzontale** (a 4.0 metri d'altezza); tale mappa rappresenta il previsionale "post operam".

Nella tabella che segue troviamo la corrispondenza tra cabine e sorgenti:

**Tabella 7 – Corrispondenza cabine - sorgenti**

Cabine	Sorgenti
Cabina 1	Trasformatore 1
Cabina 2	Trasformatore 2
Cabina 3	Trasformatore 3
Cabina 4	Trasformatore 4
Cabina 5	Trasformatore 5
Cabina 6	Trasformatore 6
Cabina 7	Trasformatore 7

Cabine	Sorgenti
Cabina 8	Trasformatore 8
Cabina 9	Trasformatore 9

Per quel che riguarda nello specifico la mappa di propagazione prodotta, essa comprende un'area di studio complessiva di circa 2 x 2 km.

La mappa con curve di Isolivello risultante (All. A) è stata integrata con una vista con superfici che risulta di più immediata lettura (All. B) e con una vista con aerofoto da Google Earth (All. C).

## Conclusioni

Dall'elaborazione previsionale del clima acustico post operam tramite simulazione si evidenzia come il rumore emesso dalle sorgenti rappresentate dai trasformatori presenti nei campi fotovoltaici sia del tutto trascurabile rispetto alle dimensioni e all'utilità dell'opera in progetto.

Nello specifico, analizzando le mappa con curve di iso-livello, si nota come i livelli di rumore si abbattano velocemente man mano che ci si allontana della sorgente, anche solo di poche decine di metri. Osservando la mappa prodotta è facile notare come il rumore emesso dalla sorgente (73 dB) scenda già sotto i 40 dB a soli 15 metri dalle cabine che contengono i trasformatori, diventi trascurabile (25 dB) già intorno ai 50 metri, per poi abbattersi totalmente superati i 300 metri di distanza dalla sorgente.

Per quanto riguarda l'impatto acustico su eventuali ricettori come già detto ad inizio relazione nell'area di studio non sono stati individuati fabbricati vicini che potrebbero subire l'impatto del rumore prodotto dalle sorgenti; visti i valori di rumore previsti dall'elaborazione software anche degli spazi potenzialmente utilizzati dalle persone nell'area di studio sono da inquadrare come all'interno dei limiti di normativa.

Come già accennato in precedenza, nessuno dei 2 comuni all'interno del cui territorio ricade l'opera ha adottato un piano di classificazione acustica (zonizzazione), per cui, i valori con cui confrontarsi ai sensi dell'art. 8 comma 1 del D.P.C.M. 14.11.1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", sono quelli riportati nella tabella che segue:

**Tabella 8 – Art. 6 del D.P.C.M. 01.03.1991**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Occorre sottolineare che, lo scopo del presente studio è quello di evidenziare l'insorgere di eventuali criticità ambientali mediante la stima previsionale di valori significativi e non quello di definire quantitativamente un esatto scenario fisico; è pertanto in tale ottica che va interpretata la valenza dei risultati, che sono da considerarsi sempre come indicativi, così come tutti i risultati da modelli di simulazione previsionale.

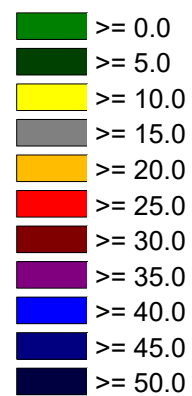
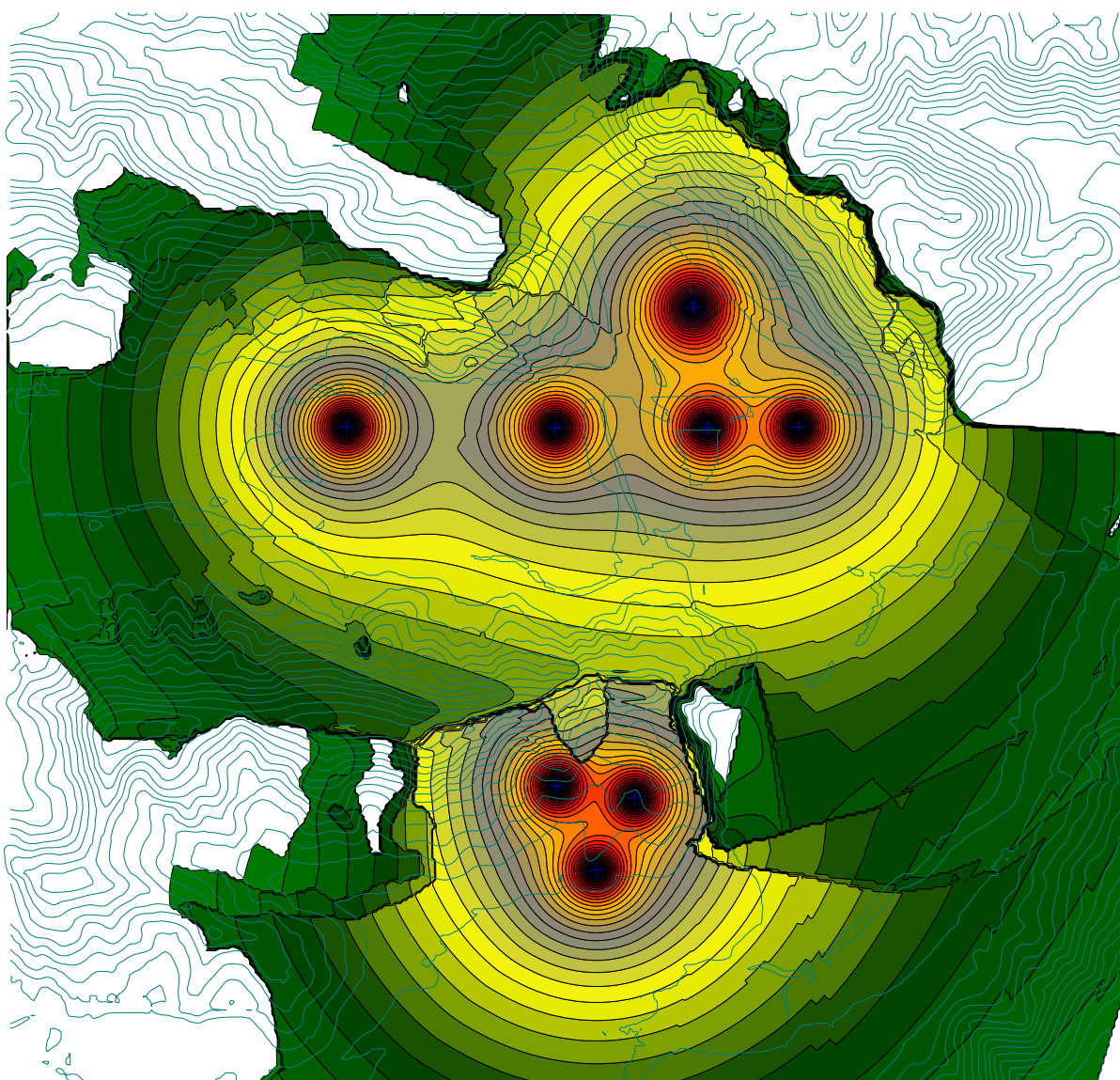
**P.I. Eugenio Piccolo**  
**Tecnico Competente Acustica**  
**Ambientale**  
**(N. iscrizione elenco nazionale 8539)**



## ALLEGATO A

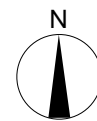
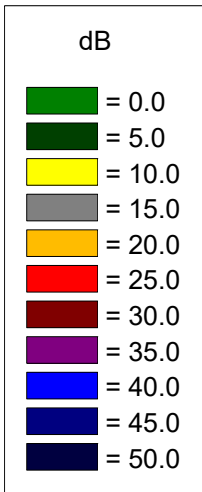
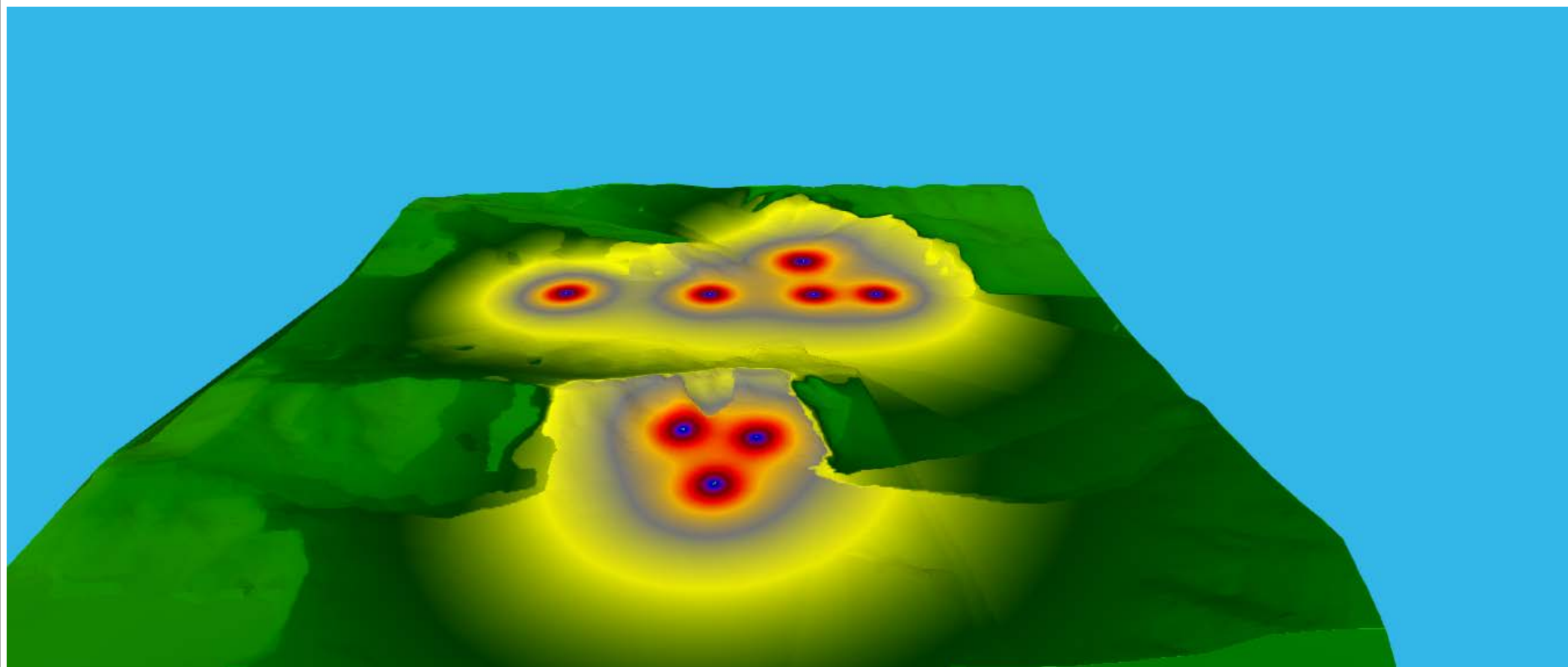
Mappa acustica Orizzontale con curve di iso livello  
Post Operam





## ALLEGATO B

Mappa acustica Orizzontale con curve di isolivello  
vista con superfici  
Post Operam



## ALLEGATO C

Mappa acustica Orizzontale con curve di  
isolivello  
vista con superfici  
Post Operam  
Aerofoto Google Earth



dB

Green	= 0.0
Dark Green	= 5.0
Yellow	= 10.0
Light Green	= 15.0
Orange	= 20.0
Red	= 25.0
Dark Red	= 30.0
Purple	= 35.0
Blue	= 40.0
Dark Blue	= 45.0
Black	= 50.0