



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DI MONSUMMANO

Progetto

IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA SITO NEL COMUNE DI MONSUMMANO TERME (PT)

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione
e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica
alimentati da fonti rinnovabili ai sensi degli artt. 23, 24-24 bis e
25 del D.Lgs.152/2006

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

A - RELAZIONI
Relazione abbagliamento visivo

Aggiornamenti

Rev.	Data	Descrizione
0	03/04/2023	Emissione

Committente

RNE6 S.R.L.
Viale San Michele del Carso, 22
20144 Milano (MI)

Data	Scala	Tavola
03/04/2023	-	A.09_00

Progettista



SONDRIO L. Mallero Cadorna, 49
Tel: 0342.211625
Fax: 0342.519070
E-mail: info@salvettigraneroli.com
PEC: salvettigraneroliengineering@pec.it
C.F./P.IVA: 01013400146

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	ANALISI DEL FENOMENO.....	3
2.1	MOTO APPARENTE DEL SOLE	3
2.2	RIVESTIMENTO ANTI-RIFLETTENTE.....	4
2.3	DENSITÀ OTTICA DELL'ARIA.....	7
2.4	STRUTTURE AEROPORTUALI ALIMENTATE DAL SOLE	7
3	POSIZIONE DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE	9
4	POSIZIONE DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLE AVIOSUOERFICI/ELISUPERFICI/AEREOPORTI.....	10
5	DESCRIZIONE IMPIANTO.....	10
5.1	INDIVIDUAZIONE MASSIMA ALTEZZA MANUFATTI.....	11
5.2	MITIGAZIONE VISIVA	11
5.2.1	CAMPO 1.....	11
5.2.2	CAMPO 2.....	13
6	CONCLUSIONI	13

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1. MOVIMENTO APPARENTE DEL DISCO SOLARE PER UN OSSERVATORE SITUATO AD UNA LATITUDINE NORD ATTORNO AI 45°. PER TUTTE LE LOCALITÀ SITUATE TRA IL TROPICO DEL CANCRO E IL POLO NORD GEOGRAFICO IL DISCO SOLARE NON RAGGIUNGE MAI LO ZENIT	4
FIGURA 2. LE DUE IMMAGINI DIMOSTRANO COME, AL CONTRARIO DI UN VETRO COMUNE, IL VETRO ANTI-RIFLESSO (ANTI-REFLECTING GLASS) CHE RIVESTE I MODULI FOTOVOLTAICI RIDUCA DRASTICAMENTE LA RIFLESSIONE DEI RAGGI LUMINOSI	5
FIGURA 3. TESTURIZZAZIONE CELLE FOTOVOLTAICHE.....	6
FIGURA 4. PERCORSO DELLA LUCE SU CELLE TESTURIZZATE	6
FIGURA 5. AEROPORTO DI ATENE	7
FIGURA 6. AEROPORTO DI NAGASAKI	8
FIGURA 7. AEROPORTO DI BARI	8
FIGURA 8. POSIZIONE DEL CAMPO 1 IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ ESISTENTE	9
FIGURA 9. POSIZIONE DEL CAMPO 2 IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ ESISTENTE	10
FIGURA 11. ORIENTAMENTO DEI MODULI.....	11

FIGURA 12. MITIGAZIONI TIPO 1	12
FIGURA 12. MITIGAZIONI TIPO 2	12
FIGURA13. MITIGAZIONE TIPO 1	13

1 PREMESSA

Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad una intensa sorgente luminosa. L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

2 ANALISI DEL FENOMENO

2.1 MOTO APPARENTE DEL SOLE

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi). In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 Dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 Giugno).

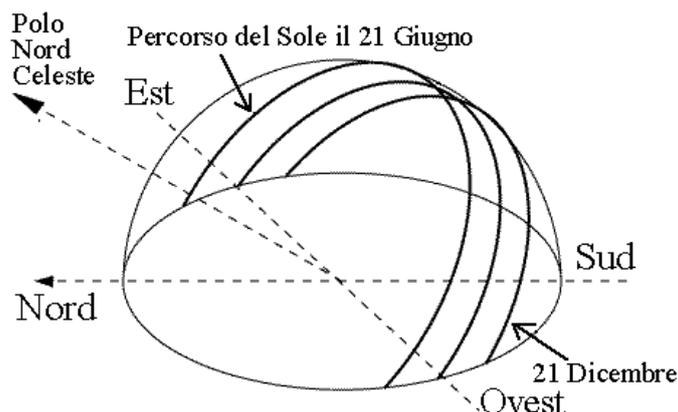


Figura 1. Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 45°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici entro i 5 m dal suolo di sedime e del loro angolo di inclinazione che in questo caso è pari a 0° rispetto al piano orizzontale, il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto agrivoltaico in esame sarebbero teoricamente ciclici in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche. In ogni caso, inoltre, la radiazione riflessa viene ri-direzionata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale che difficilmente possa creare disturbo ad abitazioni tantomeno ad osservatori posti al suolo e/o transitanti nei pressi dell'impianto.

Una tale considerazione è valida tanto per i moduli fissi quanto per quelli dotati di sistemi di inseguimento (tracker).

2.2 RIVESTIMENTO ANTI-RIFLETTENTE

La riflessione indica la quantità di raggi che viene respinta dalla superficie del vetro.

Sostanzialmente, secondo la legge della riflessione, l'angolo del raggio solare incidente, riferito alla normale della superficie, è uguale all'angolo del raggio solare riflesso. In caso di luce diffusa o di superficie strutturata del modulo questa regola vale per ogni singolo raggio, rendendo la riflessione diffusa.

I moduli fotovoltaici, di buona fattura, normalmente non producono riflessione o bagliore significativi in quanto sono realizzati con vetro studiato appositamente per aver un effetto "non riflettente". Il vetro solare è pensato per ridurre la luce riflessa e permettere alla luce di passare attraverso arrivando alle celle per essere convertita in energia elettrica nel modulo.



Figura 2. Le due immagini dimostrano come, al contrario di un vetro comune, il vetro anti-riflesso (Anti-Reflecting glass) che riveste i moduli fotovoltaici riduca drasticamente la riflessione dei raggi luminosi

L'efficienza di conversione di una cella fotovoltaica dipende fortemente dalla sua capacità di assorbire la radiazione solare incidente. Tanto più una cella appare scura, tanto maggiore è la sua capacità di assorbire la luce. Per ridurre al minimo la riflessione della luce incidente sono state sviluppate diverse tecnologie capaci di ridurre la riflettanza superficiale delle celle solari a livelli prossimi all'1%.

In generale, per ottenere questo scopo, si agisce con due tecniche: la deposizione sulla superficie frontale della cella di film sottili di ossido di titanio di spessori tali da realizzare un particolare effetto interferenziale e il trattamento della morfologia della superficie stessa. Questa ultima tecnica prende il nome di testurizzazione.

La testurizzazione consiste nella formazione di microstrutture sulla superficie del silicio, tali da ridurre la riflessione incrementando le probabilità della luce riflessa di essere rinviata alla superficie del wafer invece che perdersi in aria.

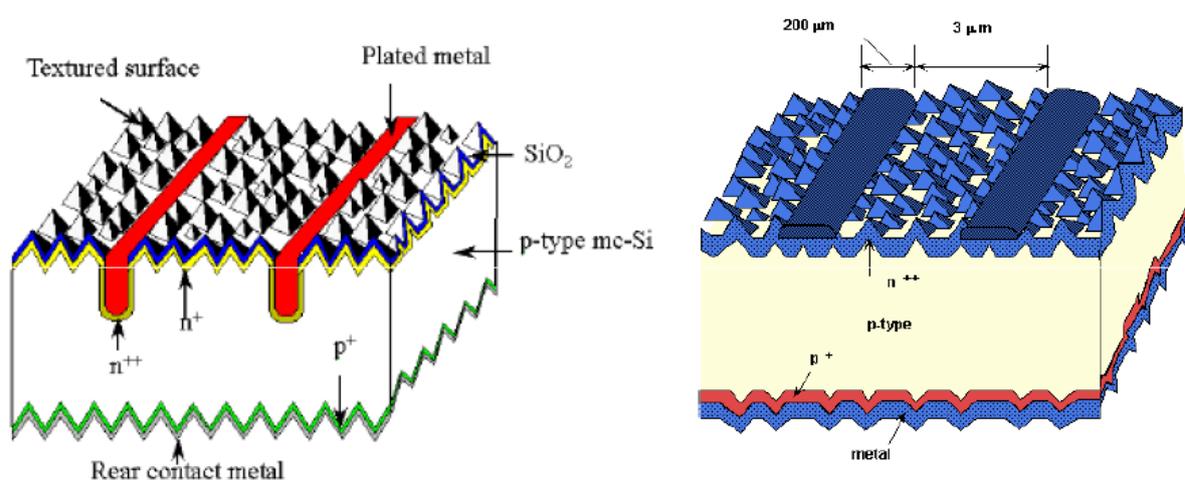


Figura 3. Testurizzazione celle fotovoltaiche

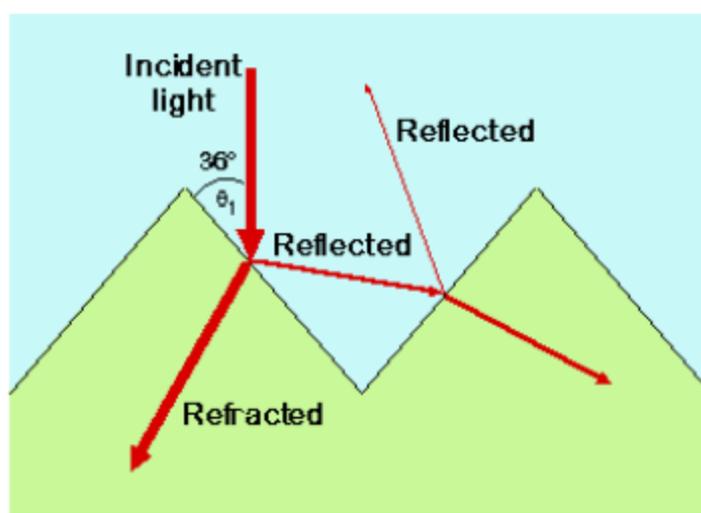


Figura 4. Percorso della luce su celle testurizzate

La luce viene riflessa verso il basso e subisce almeno due riflessioni (double bounce effect) con maggiore probabilità di assorbimento.

Si tratta, in sostanza, di minimizzare la perdita ottica per riflessione sulla superficie della cella sia in funzione della lunghezza d'onda che dell'angolo d'incidenza della luce.

Per quanto su esposto si conclude affermando che, la riflessione della luce su essi incidente, dei moduli fotovoltaici è già di per sé ridotta dagli accorgimenti costruttivi dei moduli stessi rivolti al miglioramento dell'efficienza di riflessione.

2.3 DENSITÀ OTTICA DELL'ARIA

Le stesse molecole componenti l'aria al pari degli oggetti danno luogo a fenomeni di assorbimento, riflessione e scomposizione delle radiazioni luminose su di esse incidenti, pertanto la minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, grazie alla densità ottica dell'aria è comunque destinata nel corto raggio ad essere ridirezionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia termica.

2.4 STRUTTURE AEROPORTUALI ALIMENTATE DAL SOLE

Sempre maggiori sono gli aeroporti che si stanno munendo o che hanno già da tempo sperimentato con successo estesi impianti fotovoltaici per soddisfare il loro fabbisogno energetico (es. Bari Palese: Aeroporto Karol Wojtyła; Roma: Aeroporto Leonardo da Vinci; Bolzano: aeroporto Dolomiti ecc...). Indipendentemente dalle scelte progettuali, risulta del tutto accettabile l'entità del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati a terra o integrati al di sopra di padiglioni aeroportuali.



Figura 5. Aeroporto di Atene



Figura 6. Aeroporto di Nagasaki



Figura 7. Aeroporto di Bari

Indipendentemente dalle scelte progettuali, risulta del tutto accettabile l'entità del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati a terra o integrati al di sopra di padiglioni aeroportuali.

3 POSIZIONE DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE

L'impianto Agrivoltaico sorgerà su una superficie totale pari a circa 73,98 ettari ed è suddiviso su due campi distinti. I due campi sono collocati più precisamente lungo Via del Fossetto, l'uno appena a sud del centro abitato di Monsummano Terme, estendendosi fra la viabilità citata e Via dei Girasoli (campo 2), l'altro (campo 1) ad ovest delle località Uggia-Pazzera – Bizzarrino e Cintolese.

La viabilità stradale nei pressi dell'impianto è rappresentata da:

- Campo 1: Variante alla SR 436 "Francesca" e strada comunale Via del Fossetto a nord-est; strada vicinale a sud-est;
- Campo 2: Strada comunale Via del Fossetto a sud-ovest, strada vicinale Via dei Girasoli a sud-est, strada comunale Via dei Poderi a nord-est e nord-ovest.



Figura 8. Posizione del Campo 1 in relazione alla viabilità esistente

5.1 INDIVIDUAZIONE MASSIMA ALTEZZA MANUFATTI

All'interno dell'area verranno posizionati i pannelli fotovoltaici che verranno installati su strutture ad inseguimento mono-assiale collocati ad un'altezza massima di circa 4,80 m. Gli altri manufatti presenti quali power station, cabine prefabbricate, sistema di stoccaggio in batteria (BESS) presenteranno un'altezza massima fuori terra pari a circa 3,00 m. L'unica opera che presenta un'altezza maggiore è la nuova sottostazione nella quale sono presenti delle apparecchiature aventi un'altezza massima pari a circa 6,30 m.

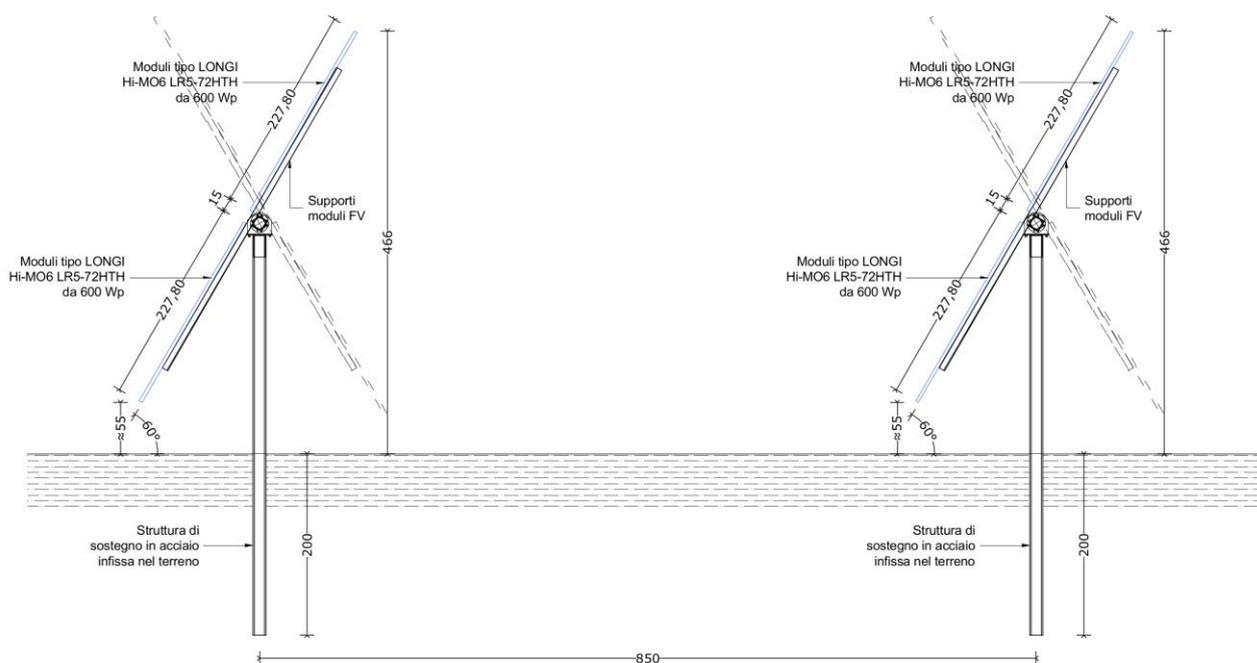


Figura 10. Orientamento dei moduli

5.2 MITIGAZIONE VISIVA

In relazione all'impatto visivo che avrà l'impianto agrivoltaico sull'ambiente circostante è stata prevista la piantumazione di essenze arbustive ed arboree a filari che avranno la funzione di mitigare l'effetto dell'impianto stesso sul territorio limitrofo.

5.2.1 CAMPO 1

Lungo il lato nord-est dell'impianto, che confina sia con strutture che con la strada (Via del Fossetto), si prevede la realizzazione di un intervento di mitigazione dell'impatto paesistico, realizzato mediante messa a dimora di specie arboree ed arbustive. Nel dettaglio si prevedono per questa tipologia di mitigazione visiva, due fasce: la prima arbustiva di ca. 2 metri di spessore e la

5.2.2 CAMPO 2

Lungo i lati dell'impianto si prevede la realizzazione di un intervento di mitigazione dell'impatto paesistico, realizzato mediante messa a dimora di specie arboree ed arbustive. Nel dettaglio si prevedono per questa tipologia di mitigazione visita, due fasce: la prima arbustiva di ca. 2 metri di spessore e la seconda arborea di circa 6 metri di spessore. Le piante verranno messe a dimora nella fascia di 8 metri. Per limiti di proprietà tale fascia verrà ristretta a 5,5 metri nella parte iniziale di Via dei Girasoli.

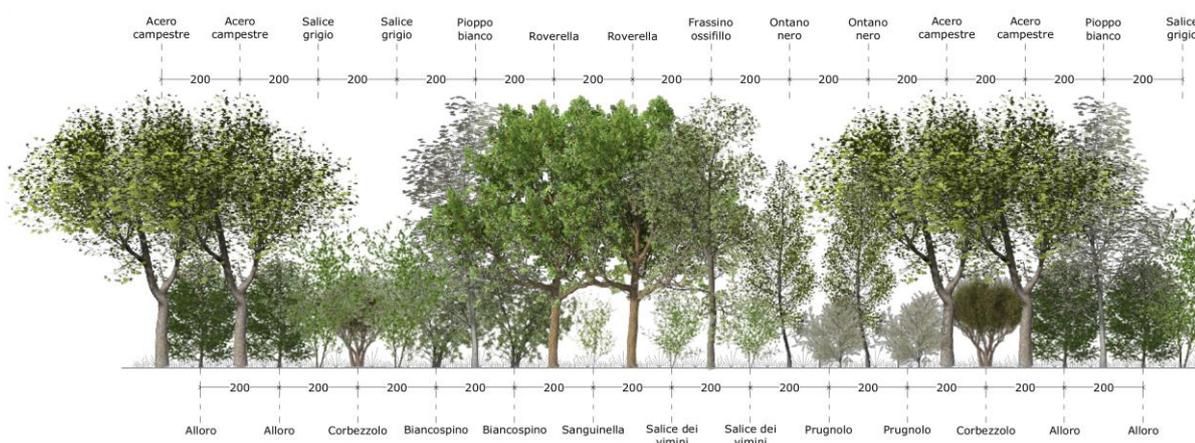


Figura13. Mitigazione tipo 1

Per un'analisi più approfondita delle misure di mitigazioni si rimanda alla relazione specifica.

6 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto, quindi, tenendo conto che:

- per loro costruzione, i moduli fotovoltaici riflettono una minima quantità di luce;
- la densità dell'aria dà luogo ad assorbimento di riflessione;
- la tipologia di impianto utilizza inseguitori solari posti lungo la direttrice Nord Sud con esposizione dei moduli verso Est e Ovest;
- sarà messa a dimora una mitigazione a verde lungo il perimetro di impianto.

Si può affermare che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito della viabilità prossimali è da ritenersi improbabile.

Il risultato della Pre-Analisi effettuata online sul sito di ENAV ha evidenziato l'assenza di qualsiasi interferenza, così come riportano le schede generate dal sistema di Pre-analisi e del Report che è stato restituito a fine procedura e di seguito riportato.

REPORT

Richiedente

Nome/Società:	RNE6 S.R.L.	Cognome/Rag.	.
C.F./P.IVA:		Comune	MILANO
Provincia	MILANO	CAP:	20144
Indirizzo:	VIALE SAN MICHELE DEL	N° Civico:	22
Mail:		PEC:	
Telefono:		Cellulare:	
Fax :			

Tecnico

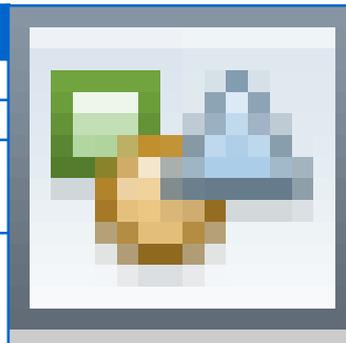
Nome:	STEFANO	Cognome:	SALVETTI
Matricola:	459	Albo:	INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI

Ostacolo: Impianto fotovoltaico

Materiale: SILICIO POLICRISTALLINO

Ostacolo posizionato nel Centro Abitato

Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m



Gruppo Geografico

TOSCANA-PI-MONSUMANNO TERME-UGGIA-PAZZERA-BIZZARRINO

Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	43° 50' 16.43" N	10° 49' 18.86" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
2	43° 50' 6.59" N	10° 49' 32.79" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
3	43° 49' 52.81" N	10° 49' 40.57" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
4	43° 49' 36.95" N	10° 49' 8.94" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
5	43° 49' 45.0" N	10° 48' 59.02" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
6	43° 49' 48.34" N	10° 49' 2.84" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
7	43° 49' 52.55" N	10° 48' 56.45" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
8	43° 49' 56.99" N	10° 49' 3.13" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m

Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A.
Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)

9	43° 50' 12.04" N	10° 48' 51.48" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
---	------------------	------------------	--------	-------	--------	-------

Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A.
Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)

REPORT

Richiedente

Nome/Società:	RNE6 S.R.L..	Cognome/Rag.	.
C.F./P.IVA:		Comune	MILANO
Provincia	MILANO	CAP:	20144
Indirizzo:	VIALE SAN MICHELE DEL	N° Civico:	22
Mail:		PEC:	
Telefono:		Cellulare:	
Fax :			

Tecnico

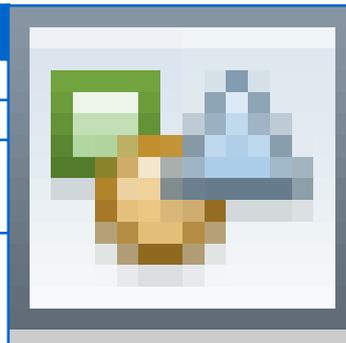
Nome:	STEFANO	Cognome:	SALVETTI
Matricola:	459	Albo:	INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI

Ostacolo: Impianto fotovoltaico

Materiale: SILICIO POLICRISTALLINO

Ostacolo posizionato nel Centro Abitato

Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m



Gruppo Geografico

TOSCANA-PI-MONSUMANNO TERME-VIA DEL FOSSETTO

Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	43° 51' 18.61" N	10° 48' 42.24" E	21.0 m	4.0 m	25.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
2	43° 51' 4.78" N	10° 48' 25.92" E	16.0 m	4.0 m	20.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
3	43° 51' 10.36" N	10° 48' 23.66" E	16.0 m	4.0 m	20.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
4	43° 51' 18.1" N	10° 48' 33.05" E	18.0 m	4.0 m	22.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
5	43° 51' 18.7" N	10° 48' 36.75" E	19.0 m	4.0 m	23.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					
6	43° 51' 20.29" N	10° 48' 39.86" E	20.0 m	4.0 m	24.0 m	0.0 m
	Nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. Per i restanti criteri selettivi fare riferimento al documento "Verifica Preliminare" (www.enac.gov.it)					