

IMPIANTO FOTOVOLTAICO MANCIANO

Regione Toscana, Provincia di Grosseto, Comune di Manciano

Titolo elaborato

STUDIO FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO E CIRCOLAZIONE AEREA

Proponente



IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.
Piazzale dell'Industria 40/46, Roma

Studio di impatto ambientale e coordinamento prestazioni specialistiche



ENVIarea snc stp
Viale XX Settembre 266bis, Carrara (MS)

Progettazione specialistica

ENVIarea snc stp
Dott. Ing. Cristina Rabozzi - Ord. Ing. Prov. SP, n. 1324 sez. A

Scala	Formato	Codice elaborato
-	A4	MNC-VIA-REL-07-00

Revisione	Data	Descrizione
00	09/2021	Emissione per VIA art. 23
01	-	-
02	-	-

Sommario

1	PREMESSA	2
2	INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO	3
2.1	Localizzazione e idoneità delle aree d'intervento	3
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
3.1	Dati generali di progetto	5
3.2	Layout impianto fotovoltaico	6
3.3	Caratteristiche tecniche dell'impianto	7
3.3.1	Cabine di sottocampo	8
3.3.2	Cabine elettriche di centrale.....	8
3.4	Sotto Stazione Elettrica Utente (SSEU).....	9
3.5	Area Comune.....	10
3.6	Cavidotti.....	11
3.7	Rete interna MT con distribuzione a semplice anello.....	12
4	ABBAGLIAMENTO VISIVO E CIRCOLAZIONE AEREA.....	13
4.1	Abbagliamento visivo.....	13
4.1.1	Analisi del fenomeno di abbagliamento.....	13
4.1.2	Riflessione dei moduli fotovoltaici	14
4.1.3	Densità ottica dell'aria.....	16
4.2	Posizionamento dell'impianto in relazione alla viabilità stradale e ai recettori residenziali	16
4.3	Layout di impianto in relazione alla riflessione della luce	17
4.4	Verifica dei fenomeni di abbagliamento	19
4.5	Verifica potenziali ostacoli (OO.VV.) e pericoli per la navigazione aerea	19
4.5.1	Impianti e manufatti soggetti a rilascio di parere/N.O. da parte dell'Amm.ne Difesa	20
4.5.2	Modalità d'inoltro delle istanze di valutazione.....	20

* § *

Nota

Dove non espressamente indicato, i dati e le fonti utilizzate nel presente documento fanno riferimento a dati di pubblico dominio (conformemente alla Dir. 2006/116/EC) o, in alternativa, a materiale rilasciato sotto licenza Creative Commons (vedi www.creativecommons.it per informazioni e per la licenza) nelle versioni CC BY, CC BY-SA, CC BY-ND, CC BY-NC, CC BY-NC-SA e CC BY-NC-ND. In questo secondo caso, come previsto dai termini generali della licenza Creative Commons, viene menzionata la paternità dell'opera e, laddove consentito ed eventualmente eseguite, vengono indicate le modifiche effettuate sul dato originario.

* § *

1 PREMESSA

All'interno dello Studio di Impatto Ambientale per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (ex art. 23 D.lgs. 152/2006) inerente il progetto per la realizzazione di impianto fotovoltaico ad inseguimento monoassiale con potenza nominale pari a 62.335,26 kWp (@STC) e tecnologia a silicio monocristallino installato a terra nel comune di Manciano (GR), il presente documento definisce i criteri per la regimazione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio del progetto.

Tale documento, pertanto, individua indirizzi e modalità per la gestione delle acque meteoriche rimandando alla fase esecutiva del progetto l'elaborazione del Piano di Gestione delle acque meteoriche in accordo con la D.P.G.R. Toscana n .46/R del 08/09/2008.

2 INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO

2.1 Localizzazione e idoneità delle aree d'intervento

Il progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte rinnovabile in oggetto ricade nel Comune di Manciano (GR), in un'area vasta adiacente al limite amministrativo con la Regione Lazio. Più precisamente, il territorio individuato per il progetto in esame si trova in località Poggio Contino, in un ambito compreso tra il Fosso del Tafone ad est, il Fosso del Tafoncino ad ovest e la strada dell'Abbadia a sud la quale segna anche il confine tra Lazio e Toscana.

Nella cartografia vettoriale della Regione Toscana (10k) l'area d'impianto è rappresentata nelle sezioni n. 343110 e 343120.

L'area è accessibile a partire da Strada dell'Abbadia (strada rurale secondaria) transitando in un piccolo nucleo rurale a carattere abitativo/produttivo che appartiene al proprietario dei terreni e si trova in una zona agricola collinare raggiungibile solamente tramite strade campestri secondarie. La Strada dell'Abbadia, a sud dell'area d'intervento, si ricollega verso est alla SP Campigliola (SP 67) guadando il Fosso Tafone e verso sud-ovest all'Aurelia (SS1), seguendo la Strada Querciolare o la Strada Cacciata Grande.

L'area d'intervento misura ca. 110 ha, è costituita da prato-pascolo in abbandono e si trova in un contesto agricolo a prevalenza di seminativi fortemente segnato dal reticolo idrografico. Lungo il limite ovest scorre infatti il Fosse del Tafone, con vari affluenti secondari mentre lungo il limite est si trova il Fosso del Tafoncino. A nord l'area è lambita dalle pendici meridionali boscate del Monte Maggiore. L'area d'impianto presenta una quota variabile tra 70 e 140 m s.l.m. Orograficamente l'area presenta pendenze molto variabili da non rilevanti nella parte sud a più consistenti nella parte settentrionale.

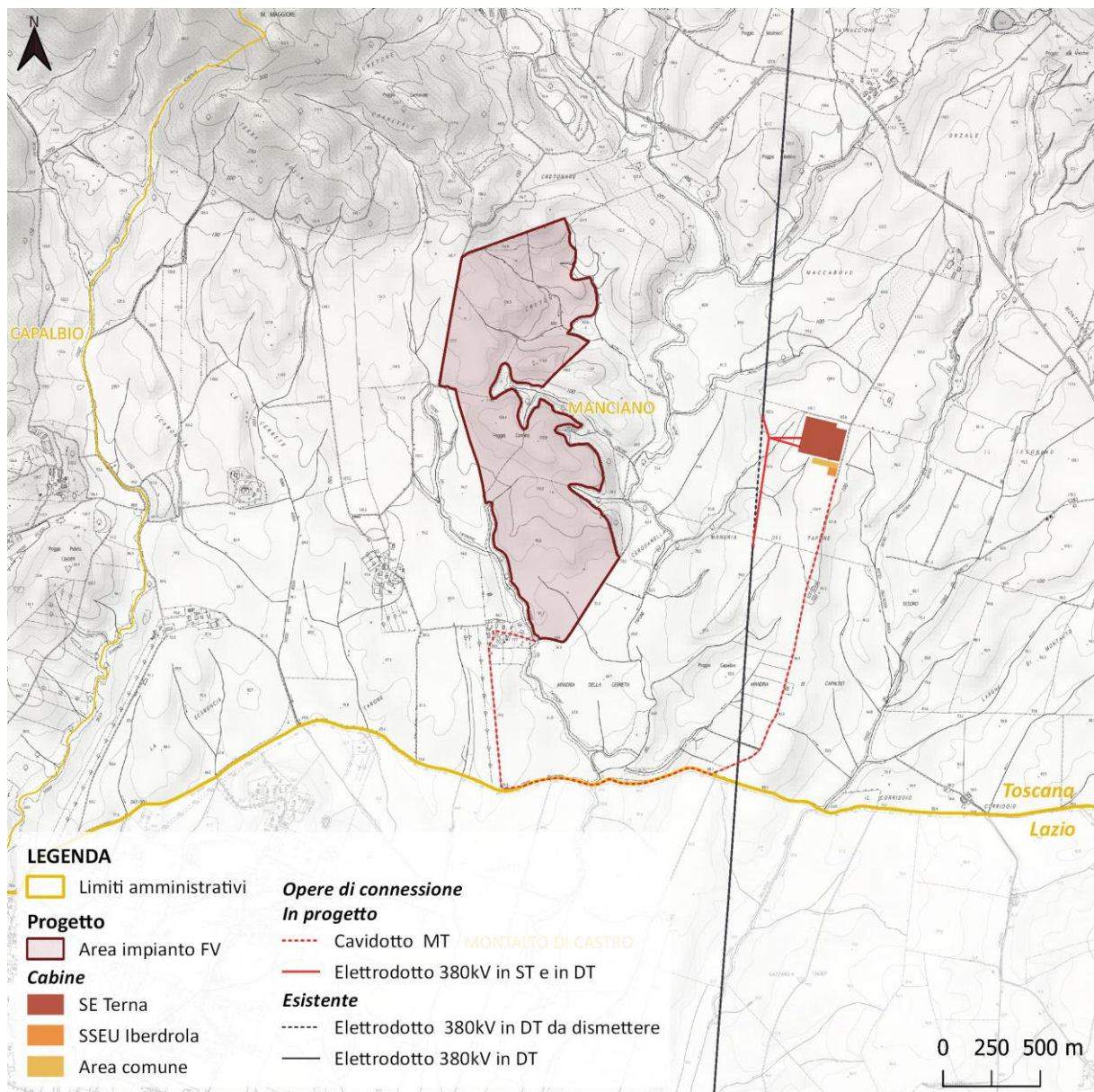
Dal punto di vista insediativo l'ambito è caratterizzato dalla presenza di edificato rurale sparso e da piccoli nuclei rurali abitativi e produttivi che contraddistinguono il territorio. Il centro urbano più vicino è Pescia Romana, distante in linea d'aria ca. 7km. Il nucleo di edifici più prossimo all'area d'intervento è posto lungo il limite sud-occidentale dell'area ed è formato da alcuni edifici ad uso residenziale di scarso interesse architettonico e fabbricati agricoli produttivi (tettoie, ricoveri, stalle, ecc.).

La cabina di consegna in progetto (SSEU Iberdrola) è prevista 1km ca. ad est dell'area di impianto lungo la strada campestre che dalla Strada dell'Abbadia risale verso la SP Campigliola (SP 67). Il cavidotto interrato per il collegamento dall'impianto alla SSEU scorrerà lungo la suddetta viabilità in corrispondenza della quale si trovano vari fabbricati e tettoie ad uso agricolo.

L'area d'impianto presenta una quota variabile tra i 140 e i 70 m s.l.m. Orograficamente le aree di indagine presentano pendenze non rilevanti nella parte sud mentre in quella nord troviamo pendii che si aggirano intorno al 30%.

L'area in cui si prevede la realizzazione dell'impianto risulta idonea alla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra in quanto non ricadente nelle perimetrazioni di cui all'art. 7 della L.R. 11/2011 (diversa perimetrazione di aree DOP-IGP, aree agricole di particolare pregio e zone all'interno di con visivi e panoramici).

Figura 1. Inquadramento territoriale del progetto



3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nella presente sezione si riporta una descrizione sintetica del progetto dell'impianto fotovoltaico e della fase di cantiere per la sua costruzione, rimandando alla documentazione di progetto per ulteriori approfondimenti in merito.

3.1 Dati generali di progetto

Il progetto proposto riguarda le opere necessarie per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, di tipo ad inseguimento monoassiale, connesso alla RTN in AT ed installato a terra tramite strutture in acciaio zincato a caldo. L'impianto è caratterizzato da una potenza nominale pari a 62.335,26 kWp (@STC) ed utilizza moduli bifacciali in silicio monocristallino.

L'impianto prevede l'installazione di 122.226 moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 510 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo mediante infissione nel terreno.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 10 sottocampi fotovoltaici suddivisi come di seguito indicato:

- n° 7 sottocampi, costituiti ognuno da 157 inseguitori e con una potenza nominale pari a 6.245,46 kWp.
- n° 3 sottocampi, costituiti ognuno da 156 inseguitori e con una potenza nominale pari a 6.205,68 kWp.

Ogni sottocampo fotovoltaico sarà dotato di una cabina di sottocampo all'interno della quale verranno installati da 4 inverter per la conversione dell'energia elettrica da CC ad CA e n°2 trasformatore BT/MT 0,57/30 kV. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà quindi pari a 30 kV. Le linee elettriche MT, in uscita dalle cabine di sottocampo, verranno poi collegate ad una cabina di centrale, mediante un collegamento a semplice anello e conformemente allo schema elettrico unifilare. I cavidotti interrati a 30 kV interni all'impianto fotovoltaico avranno un percorso interamente

su strade private, mentre i cavidotti che collegheranno la cabina di centrale alla cabina di stazione (situata all'interno della SSEU) avranno un percorso su strade private e parzialmente su strade pubbliche. I cavidotti interrati saranno costituiti da terne di conduttori ad elica visibile.

I 10 sottocampi saranno raggruppati in due sezioni afferenti alla cabina di raccolta denominata cabina di centrale.

All'interno della cabina di centrale vi saranno i dispositivi d'interfaccia, protezione e misura. La cabina di centrale sarà poi collegata alla cabina di stazione, (situata all'interno della SSEU), mediante due cavidotti interrati a doppia terna di conduttori ad elica visibile.

La cabina di stazione, ubicata all'interno della nuova sottostazione elettrica di trasformazione utente (SSEU), riceve l'energia elettrica proveniente dall'impianto fotovoltaico ad una tensione pari a 30 kV e mediante un trasformatore elevatore AT/MT eleva la tensione al livello della RTN pari a 132 kV, per poi essere ceduta alla rete RTN. La

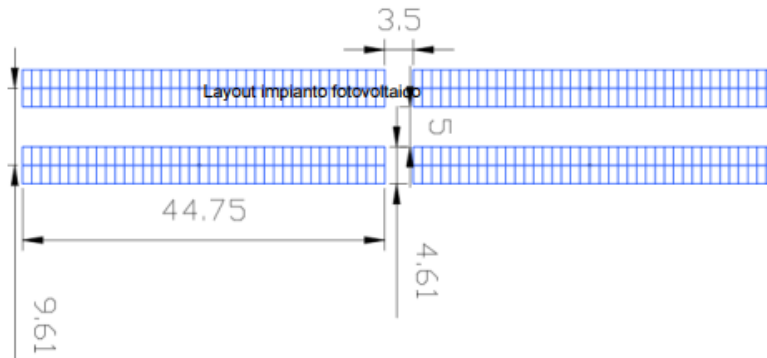
connessione alla RTN è prevista mediante del elettrodotto aereo a 132 kV, previa condivisione dello stallo nella nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto-Suvereto".

3.2 Layout impianto fotovoltaico

L'area di impianto raggiunge un'estensione di quasi 110 ha. Il layout prevede l'installazione di 1567 tracker di dimensioni 44,75x4,61 m. Ogni tracker è dotato di un sistema meccanico, nella sua parte centrale, che permette ai pannelli di seguire il percorso del sole da Est verso Ovest. L'ingombro del motore richiede uno spazio di 15 cm nell'accostamento dei moduli cristallini.

Le distanze tra gli inseguitori sono di 3,50 m dal lato più corto e di 5,00 m dal lato lungo (Figura 2);

Figura 2. Distanze trackers

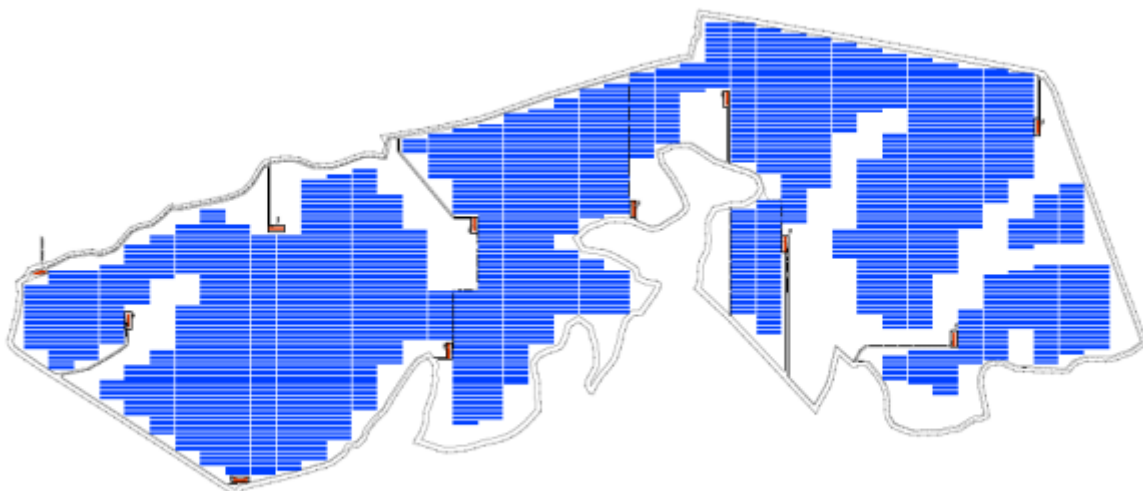


L'accesso all'impianto avviene attraverso un cancello carrabile con annesso passaggio pedonale delle dimensioni rispettivamente di 7,00 e 1,40 m.

Le infrastrutture interne sono costituite da un asse viario principale che segue il perimetro del lotto dal quale si diramano gli assi secondari in cui sono installate le 10 cabine di sottocampo (Figura 9).

Gli assi viari sono anche sede delle condotte MT, interrate al loro interno, che si collegano alle cabine di centrale in prossimità dell'ingresso, per poi continuare, sempre interrate, nella viabilità esterna fino ad arrivare nell'area in cui verrà realizzata la nuova SSE utente.

Figura 3. Layout dell'impianto



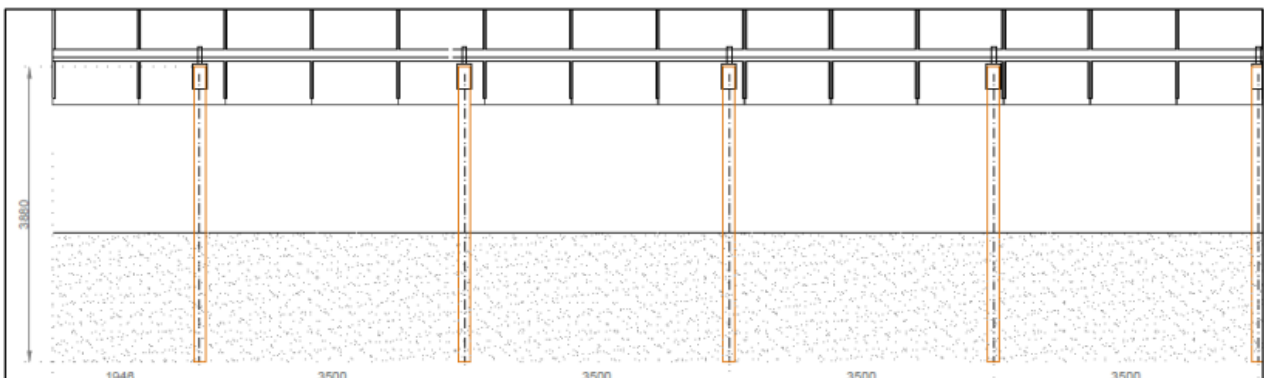
3.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale pari a 62.335,26 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), le quali prevedono un irraggiamento pari a 1000 W/m² con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto è dotato di tracker ad inseguimento monoassiale su cui sono installati i pannelli fotovoltaici da 510 Wp/cad.

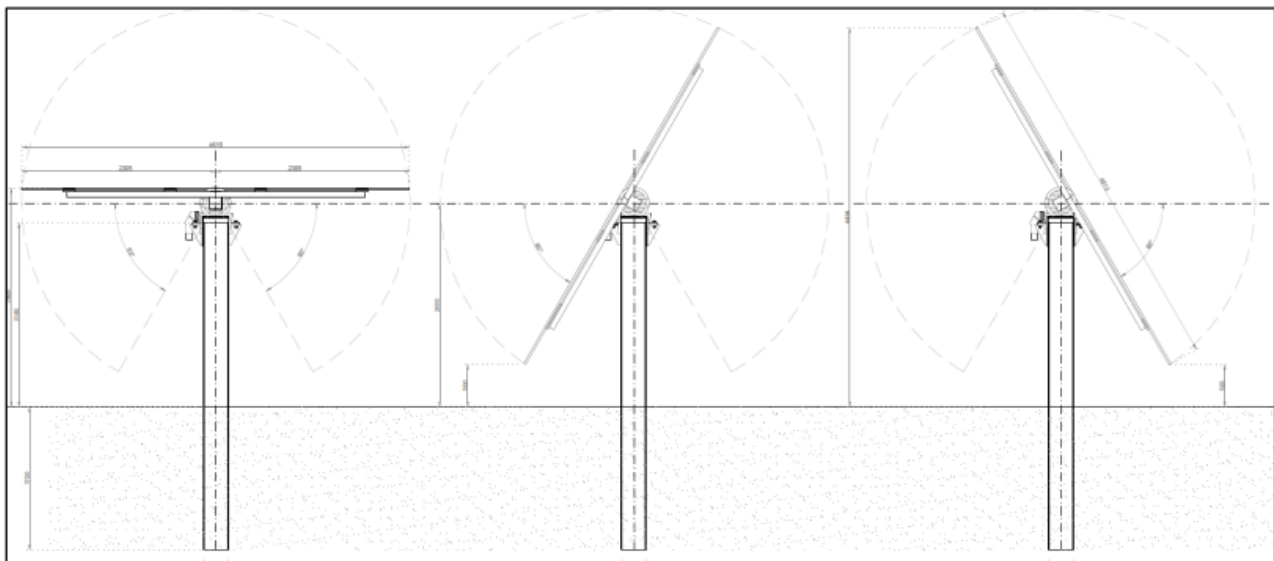
I sistemi ad inseguimento solare monoassiale saranno del tipo SOLTEC SF7 con struttura portante in parte infissa nel terreno, circa 1500mm senza utilizzo di cls, in parte fuori terra, circa 2000mm, su cui verranno montate particolari cerniere attraversate da una trave scatolare a sezione quadrata che ruota attorno al proprio asse, posizionando i pannelli ad una quota dal terreno pari a circa 2500mm.

Figura 4. Stralcio prospetti strutture di progetto



Quando i pannelli raggiungono una configurazione inclinata del zenitale massimo di 60°, l'altezza dal lembo più alto del pannello rispetto al terreno sarà di 4140mm, mentre il lembo più basso arriverà ai 500mm.

Figura 5. Struttura dei supporti e ingombri



Il campo fotovoltaico è suddiviso in 10 sottocampi, di cui 7 costituiti da 157 inseguitori per ciascun sottocampo e i 3 rimanenti composti da 156 inseguitori ciascuno

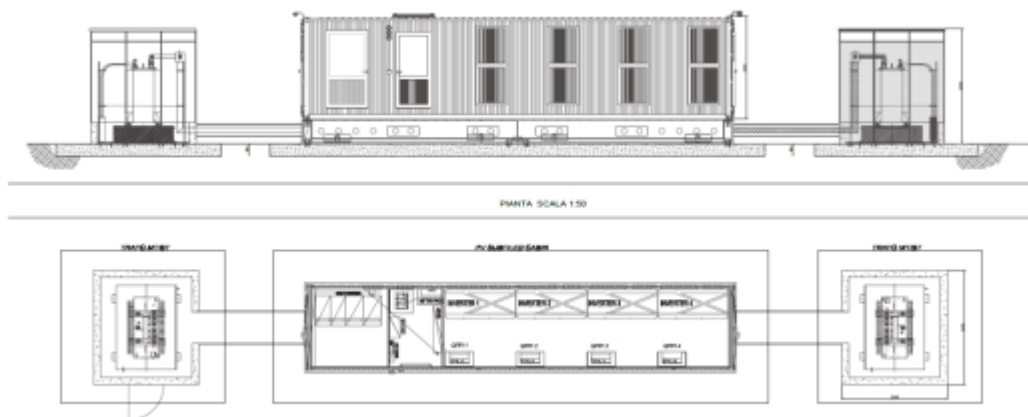
I 10 sottocampi saranno raggruppati in due sezioni afferenti alla cabina di raccolta denominata cabina di centrale.

All'interno della cabina di centrale vi saranno i dispositivi d'interfaccia, protezione e misura. La cabina di centrale sarà poi collegata alla cabina di stazione, (situata all'interno della SSEU), mediante due cavidotti interrati a doppia terna di conduttori ad elica visibile.

3.3.1 Cabine di sottocampo

Come detto, all'interno dell'area dell'impianto è previsto il posizionamento di 10 cabine sottocampo prefabbricate, ognuna composta dalla cabina sottocampo stessa, con platea di fondazione in c.a. C 25/30 B450C delle dimensioni di 12,55 x 3,85 m, e due trasformatori MT/BT posti ai lati, su una platea in c.a. di cls C 25/30 B450C ognuna delle dimensioni di 4,15 x 3,85 m e tutte dello spessore di 35 cm

Figura 6. Cabina sottocampo e relative cabine MT/BT

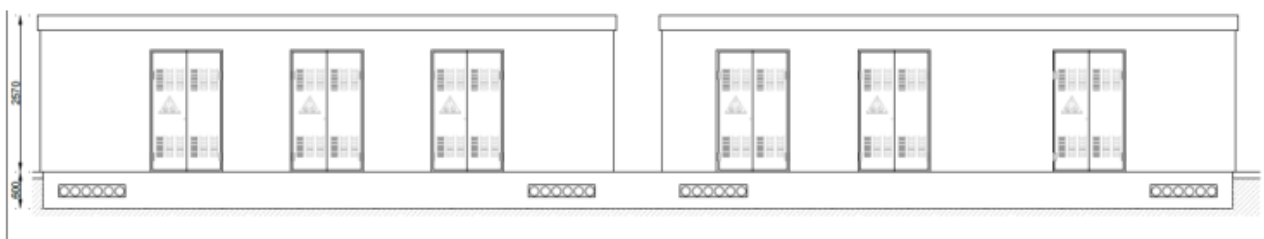


3.3.2 Cabine elettriche di centrale

All'interno dell'area di impianto è prevista l'installazione di due cabine elettriche centrali prefabbricate su una platea di fondazione in c.a. di cls C 25/30 B450C delle dimensioni di 19,70x2,50 e spessore 60cm.

Le pareti esterne delle cabine prefabbricate e le porte d'accesso in lamiera zincata saranno tinteggiate con colore adeguato al rispetto dell'inserimento paesistico e come da osservanza delle future prescrizioni degli enti coinvolti nel rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio impiantistico.

Figura 7. Cabine elettriche di centrale



3.4 Sotto Stazione Elettrica Utente (SSEU)

La stazione di trasformazione utente riceve l'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico e la eleva alla tensione di 132kV. La stazione utente sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno delle cabine di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente (Figura 8).

La cabina di stazione (Figura 9) sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto fotovoltaico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN.

La cabina di stazione inoltre conterrà gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione, sarà formata da un corpo di dimensioni in pianta 18,50 x 7,30 m ed altezza fuori terra di 3,50 m.

La costruzione dell'edificio è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Figura 8. Sottostazione elettrica

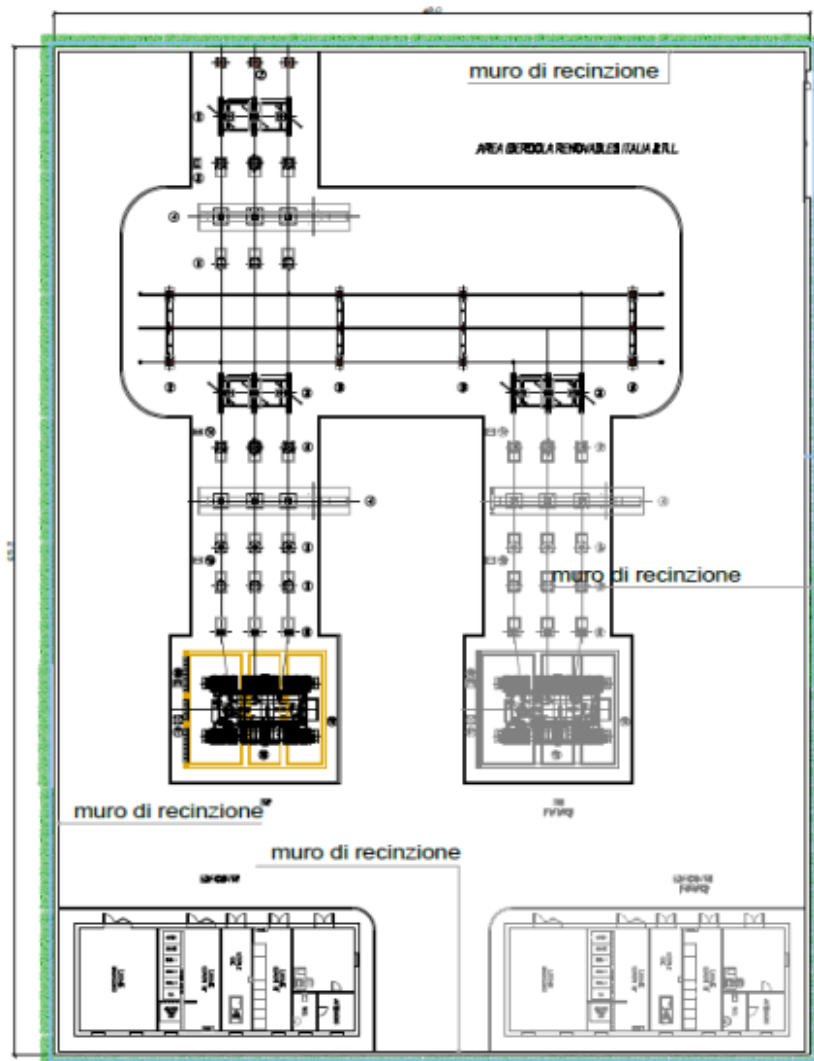
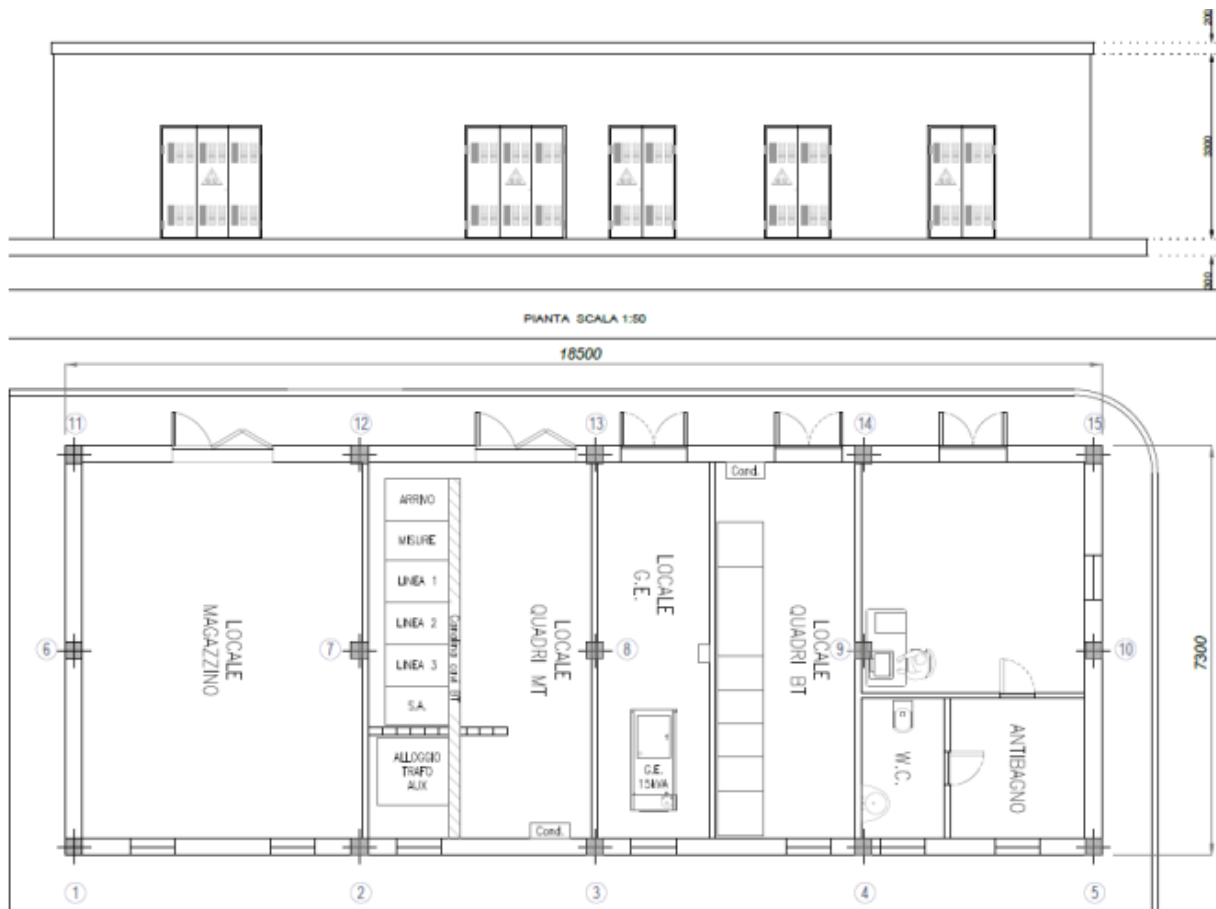


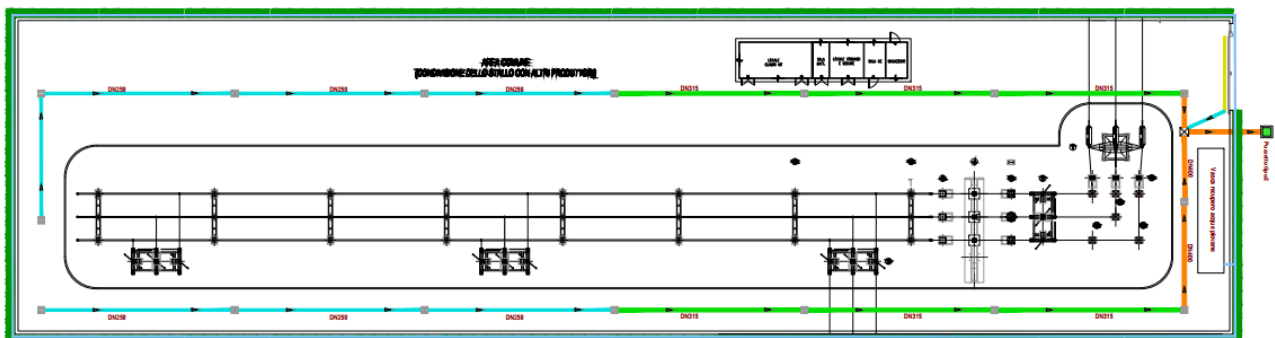
Figura 9. Cabina di sottostazione utente



3.5 Area Comune

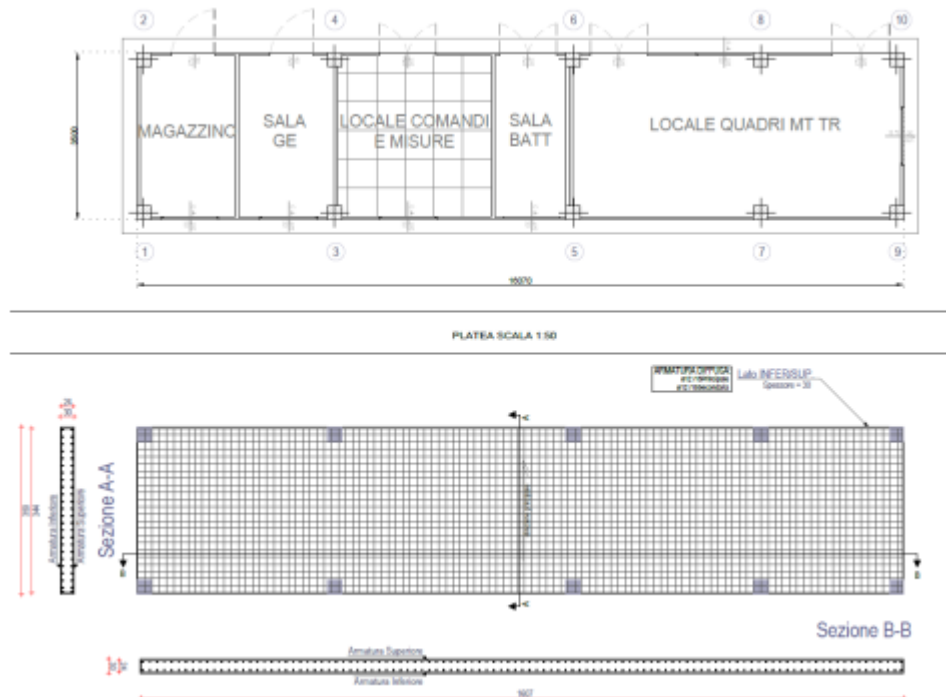
L'area comune riceve l'energia proveniente dagli impianti di diversi produttori a 132 kV e la convoglia nel punto fisico di connessione della RTN sempre alla tensione di 132kV (Figura 10). L'area comune sarà costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna dell'area comune.

Figura 10. Layout area comune



La cabina di stazione dell'area comune (Figura 11) sarà costituita dai locali contenenti i quadri di MT, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT necessari per il collegamento RTN.

Figura 11. Cabina di stazione dell'area comune



3.6 Cavidotti

L'ipotesi di connessione proposta prevede l'inserimento dell'impianto alla RTN mediante collegamento in antenna a 132 kV con la sezione 132 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV da inserire in entra/esce alla linea RTN a 380 kV "Montalto-Suvereto".

Tale connessione prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- Impianto di rete per la connessione alla RTN: Nuovo stallo per arrivo linea in elettrodotto aereo presso nuova SE 380/132 kV Terna "Manciano" nei terreni del Comune di Manciano (GR).
- Impianto utente per la connessione alla RTN: Raccordo mediante elettrodotto aereo e semplice terna di
- conduttori nudi a 132 kV.
- Area Comune: Opere di condivisione dello stallo in stazione con altri produttori.

La stazione di trasformazione utente, riceve l'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico a 30 kV e la eleva alla tensione di 132kV.

Il tracciato del cavidotto MT di connessione è stato progettato in modo da interessare il più possibile la viabilità pubblica esistente (strade comunali e provinciali esistenti) e anche strade vicinali.

Dalla cabina MT di impianto due cavidotti in doppia terna di conduttori, dimensionati in 3x1x400mm² ARG7H1RNR, in alluminio isolato con guaina, con posa ad una profondità maggiore o uguale a 1,20 m e conforme alla normativa vigente.

Il cavidotto interrato MT a 30 kV sarà lungo circa 4 km e terminerà presso la sottostazione di trasformazione Utente.

La realizzazione di una sottostazione elettrica 132/30 kV permetterà di trasformare la tensione in uscita dal campo fotovoltaico da 30 kV a 132 kV.

Tale sottostazione sarà caratterizzata dalla presenza di n° 1 trasformatore 132/30 kV della potenza di 80 MVA, collegato mediante elettrodotto aereo alla sezione in AT a 132 kV della SSE di Manciano (tramite opere elettromeccaniche per la condivisione dello stallo di Stazione).

3.7 Rete interna MT con distribuzione a semplice anello

Le cabine di sottocampo sono state raggruppate in due sezioni collegate ciascuna da una rete MT a semplice anello.

Una rete di distribuzione a semplice anello può essere ricondotta ad una linea aperta alimentata da entrambe le due estremità, con tensioni identiche. Tale linea aperta si può scomporre in due linee con carichi di estremità, o nel nostro caso, in due linee con carichi concentrati lungo il percorso, equivalenti fra loro ai fini del calcolo dell'unica sezione S da assegnare alla rete ad anello. Le linee componenti i due anelli saranno in cavo cordato ad elica visibile e una lunghezza complessiva di 9.830 m.

4 ABBAGLIAMENTO VISIVO E CIRCOLAZIONE AEREA

All'interno della presente sezione si verificano e approfondiscono i potenziali fenomeni di abbagliamento da ricondursi alla rifrazione della luce solare sui moduli fotovoltaici in progetto tali da creare rischio per la circolazione stradale o per la navigazione aerea oltre a disturbo ai recettori residenziali eventualmente presenti in prossimità all'impianto.

4.1 Abbagliamento visivo

L'abbagliamento è definito come una condizione visiva che determina un disagio o una riduzione dell'abilità di percepire dettagli o interi oggetti determinata da una distribuzione inadeguata delle luminanze o da variazioni estreme delle luminanze nel tempo e nello spazio, a causa della presenza nel campo visivo di sorgenti luminose primarie (*abbagliamento diretto*) o di superfici riflettenti (*abbagliamento indiretto*).

È possibile identificare due categorie di abbagliamento:

- abbagliamento molesto o psicologico (*discomfort glare*), che causa fastidio senza necessariamente compromettere la visione degli oggetti;
- abbagliamento debilitante o fisiologico (*disability glare*), che compromette temporaneamente la visione degli oggetti.

Con abbagliamento visivo s'intende quindi la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad un'intensa sorgente luminosa.

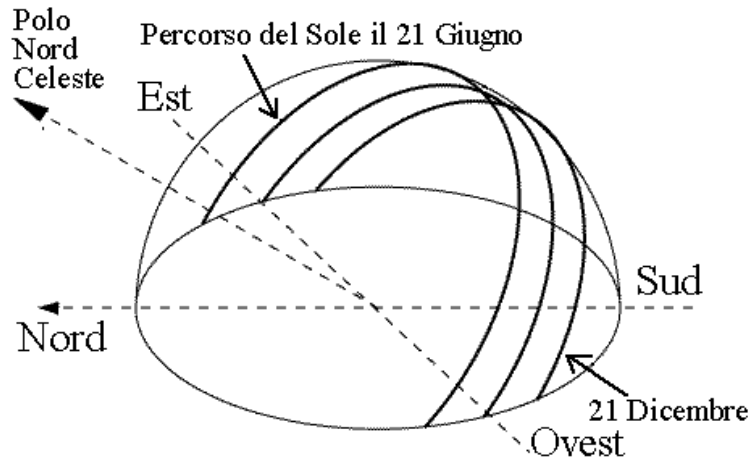
L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

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.

4.1.1 Analisi del fenomeno di abbagliamento

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 12. 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 4,5 m) e del relativo 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 fotovoltaico 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 può 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*).

4.1.2 Riflessione dei moduli fotovoltaici

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

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 13. 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;
- 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 14. Testurizzazione sulle celle fotovoltaiche

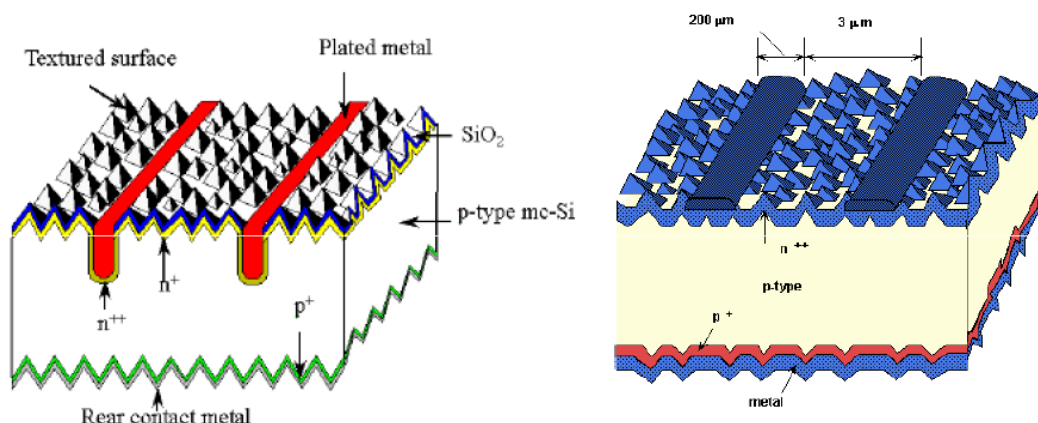
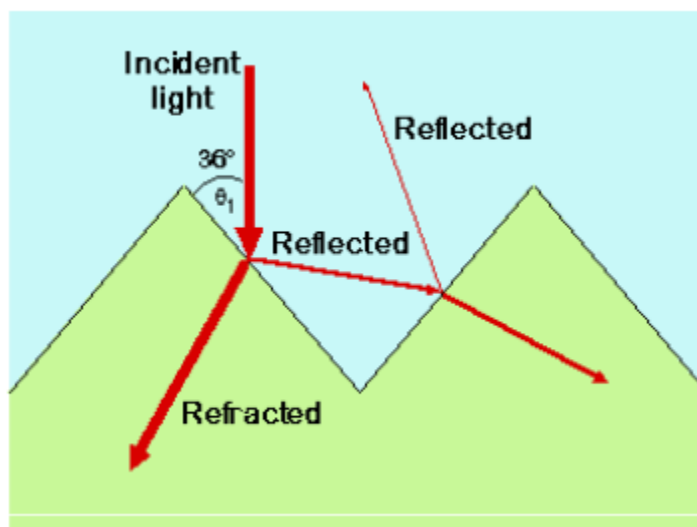


Figura 15. Percorso della luce su celle testurizzate



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 incidente dei moduli fotovoltaici è già di per sé ridotta dagli accorgimenti costruttivi dei moduli** stessi rivolti al miglioramento dell'efficienza di riflessione.

4.1.3 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 ri-direzionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia termica.

4.2 Posizionamento dell'impianto in relazione alla viabilità stradale e ai recettori residenziali

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato in località Poggio Contino nel Comune di Manciano, in un'area vasta compresa tra il Fosso del Tafone ad est, il Fosso del Tafoncino ad ovest e la strada dell'Abbadia a sud (la quale segna anche il confine tra Lazio e Toscana).

L'area è accessibile a partire da Strada dell'Abbadia, strada rurale secondaria che conduce soltanto all'unico recettore residenziale presente nell'intorno, piccolo nucleo rurale a carattere abitativo/produttivo che appartiene al proprietario dei terreni d'impianto e si trova in zona agricola collinare. Trattandosi di una strada chiusa e di tipo rurale, questa non presenta transito di veicoli.

La Strada dell'Abbadia a sud dell'area d'intervento si ricollega verso est alla SP Campigliola (SP 67) attraverso il guado del Fosso Tafone. Anche in questo caso, come evidente, si tratta di una viabilità secondaria utilizzata esclusivamente da mezzi agricoli o fuoristrada. Il guado impedisce infatti ai normali veicoli di transitare e quindi si configura di fatto come strada chiusa priva di traffico. Verso sud la Strada

dell'Abbadia si ricollega all'Aurelia (SS1) seguendo la Strada Querciolare o la Strada Cacciata Grande, entrambe strade secondarie di tipo rurale caratterizzate essenzialmente da transito di mezzi agricoli e non interessate da traffico veicolare se non in direzione dei pochi edifici presenti.

Come detto, l'unico recettore presente nell'intorno territoriale si trova a sud-ovest dell'area ed è costituito da un piccolo nucleo residenziale e rurale appartenente al proprietario delle aree d'impianto. Ulteriori fabbricati sono riconducibili esclusivamente a ricoveri per mezzi agricoli.

Figura 16. Viabilità priva di traffico (in rosso), trafficata (in verde) e ricettore presso l'impianto (in blu)



4.3 Layout di impianto in relazione alla riflessione della luce

L'impianto fotovoltaico è costituito da inseguitori solari che permettono ai pannelli di seguire il percorso del sole da Est verso Ovest. Quindi le pur minime riflessioni di luce solare che potrebbero causare abbagliamento sono dirette verso Est o verso Ovest (dall'alba al tramonto).

Figura 17. Layout di impianto

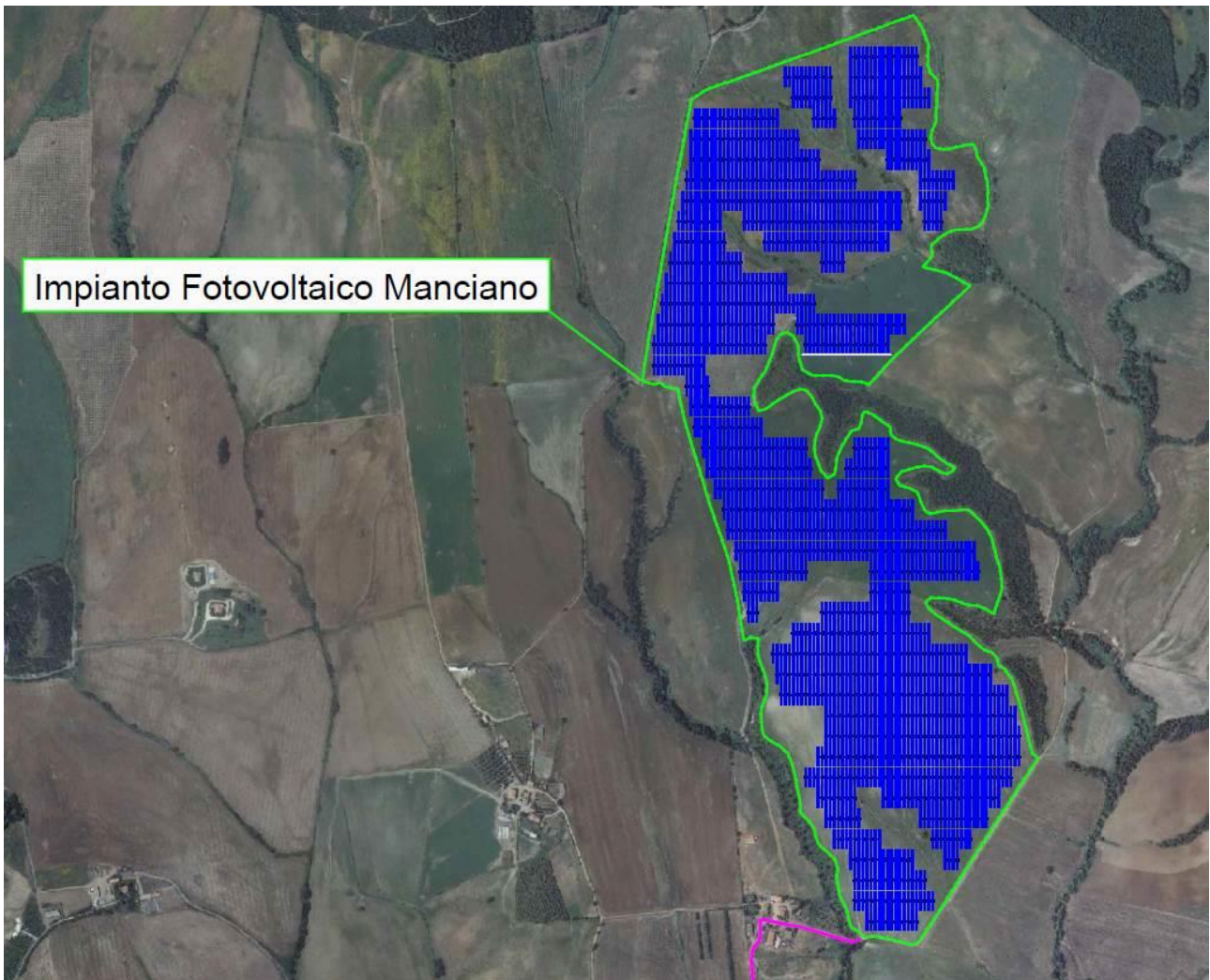
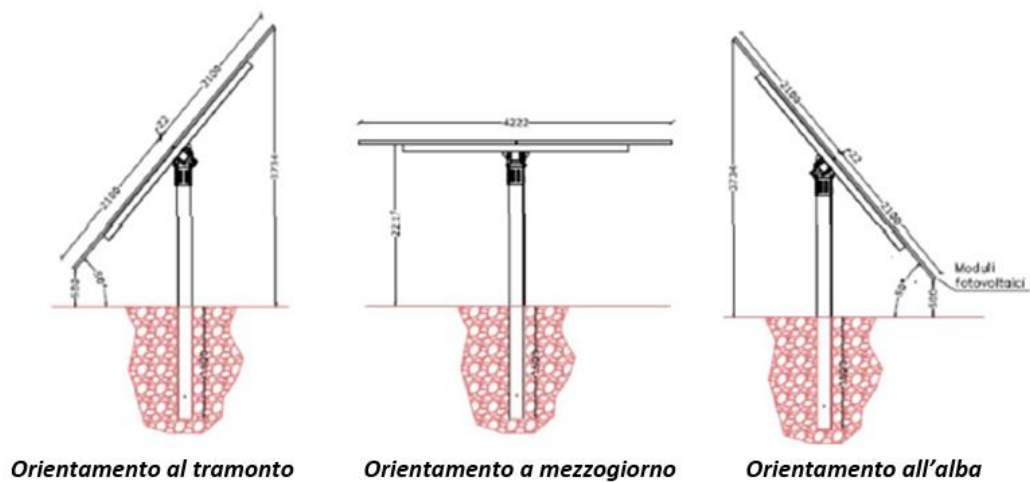


Figura 18. Orientamento dei moduli nell'arco della giornata



4.4 Verifica dei fenomeni di abbagliamento

Alla luce di quanto esposto, e tenendo in considerazione che:

- per loro costruzione, i moduli fotovoltaici riflettono una minima quantità di luce (inferiore all'1%);
- la densità dell'aria dà luogo ad assorbimento di riflessione;
- non sono presenti strade di circolazione poste ad Est e Ovest dell'impianto (Figura 16);
- non sono presenti recettori residenziali posti a Est o Ovest dell'impianto;
- la tipologia di impianto utilizza inseguitori solari posti lungo la direttrice Nord Sud con esposizione dei moduli verso Est e Ovest;

si può affermare che **il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito dell'abitato e della viabilità prossimali è da ritenersi non plausibile** sia per la ridottissima riflessione dei pannelli sia soprattutto per l'assenza degli stessi ad Est o Ovest dell'impianto.

4.5 Verifica potenziali ostacoli (OO.VV.) e pericoli per la navigazione aerea

La valutazione di compatibilità ostacoli comprende la verifica delle potenziali interferenze dei nuovi impianti e manufatti con le superfici, come definite dal Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento) e, in accordo a quanto previsto al punto 1.4 Cap. 4 del citato Regolamento, con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA - *Building Restricted Areas*) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

Sono stati quindi definiti i criteri, di seguito enunciati, con i quali selezionare i nuovi impianti/manufatti da assoggettare alla preventiva autorizzazione dell'ENAC ai fini della salvaguardia delle operazioni aeree civili.

Sono da sottoporre a valutazione di compatibilità per il rilascio dell'autorizzazione dell'ENAC, i nuovi impianti/manufatti e le strutture che per un impianto fotovoltaico risultano di seguito.

Per le strutture in argomento, che possono dare luogo a fenomeni di riflessione e/o abbagliamento per i piloti, è richiesta l'istruttoria e l'autorizzazione dell'ENAC quando:

(a) sussista una delle condizioni descritte nei precedenti paragrafi che renda necessaria la preventiva istruttoria autorizzativa;

oppure:

(b) risultino ubicati a una distanza inferiore a 6 Km dall'ARP (Airport Reference Point – dato rilevabile dall'AIP-Italia) dal più vicino aeroporto e, nel caso specifico di impianti fotovoltaici, abbiano una superficie uguale o superiore a 500mq, ovvero, per iniziative edilizie che comportino più edifici su singoli lotti, quando la somma delle singole installazioni sia uguale o superiore a 500 mq ed il rapporto tra la superficie coperta dalle pannellature ed il lotto di terreno interessato dalla edificazione non sia inferiore ad un terzo.

La documentazione trasmessa deve contenere anche un apposito studio che certifichi l'assenza di fenomeni di abbagliamento ai piloti.

Sono esclusi dall'iter valutativo gli impianti fotovoltaici/solari termici, con previsione di installazione sul tetto di abitazioni/costruzioni che, a prescindere dalla distanza dall'aeroporto, hanno una superficie non superiore a 500 mq e non modificano l'altezza massima del fabbricato.

4.5.1 Impianti e manufatti soggetti a rilascio di parere/N.O. da parte dell'Amm.ne Difesa

L'art. 710 del Codice della Navigazione attribuisce all'Aeronautica Militare la competenza, tra le altre, per il rilascio dell'autorizzazione per la costruzione di nuovi impianti, manufatti e strutture in genere che si trovano in prossimità di aeroporti militari. Sia per il caso citato, che per l'attività relativa al volo a bassa quota dei velivoli militari, le informazioni in merito alle procedure di inoltro delle istanze per il rilascio dei pareri/autorizzazioni da parte dell'Aeronautica Militare ed all'eventuale coinvolgimento di altri enti militari, devono essere richieste al Comando 1° Regione Aerea (Milano) ed al Comando Scuole 3° Regione Aerea dell'Aeronautica Militare (Bari).

Il sito di Manciano in oggetto si trova a distanze superiori a 6 km da aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi della distanza dell'area d'impianto dai più vicini.

Tabella 1. Distanza dell'area d'impianto dai più vicini aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici

Località	Tipologia	Distanza da impianto ftv (km)
Orbetello (GR)	Aviosuperficie Costa d'Argento	26,9
Orbetello Scalo (GR)	Elisuperficie	26,3
Pitigliano (GR)	Elisuperficie	24,0
Tuscania (VT)	Aviosuperficie San Lazzaro	27,9
Grosseto (GR)	Aeroporto	52,9
Viterbo (VT)	Aeroporto	41,2

4.5.2 Modalità d'inoltro delle istanze di valutazione

Nonostante l'elevata distanza dell'area d'impianto rispetto agli aeroporti, aviosuperfici ed elisuperfici (anche tenuto conto dell'altezza di massimo 3 m dell'impianto fotovoltaico dal suolo), a fini cautelativi si è comunque accertato, tramite tecnico abilitato e tramite le Tools di Pre – Analisi dell'ENAC/ENAV on line se, sulla base dei contenuti del presente documento, vi siano le condizioni per procedere all'inoltro dell'istanza di valutazione per l'acquisizione dell'autorizzazione dell'ENAC.

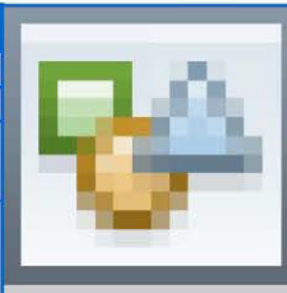
Nel caso ciò risulti necessario, il soggetto interessato, prima della realizzazione dell'opera, dovrà inoltrare istanza di valutazione all'ENAC, all'ENAV (seguendo le indicazioni riportate nella Procedura) e all'Aeronautica Militare.

Le richieste di valutazione non dovranno essere indirizzate all'ENAV quando:

- sono interessati aeroporti non di competenza ENAV oppure avio/elisuperfici (Cap. 2 paragrafo c.);
- non sussistano i criteri di assoggettabilità all'iter valutativo (Cap. 2 paragrafi a.-b.-d.-e.) per i nuovi impianti fotovoltaici (Cap. 2 f. (2)), i nuovi impianti per la produzione di energia da biomasse (Cap. 2 f. (3)) e le opere speciali- pericoli per la navigazione aerea (Cap. 2 f. (4)).

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

Tabella 2. Report della pre-verifica effettuata online sul sito dell'ENAV

REPORT						
Richiedente						
Nome/Società:	Iberdrola	Cognome/Rag.	Spa			
C.F./P.IVA:	Comune					
Provincia	CAP:					
Indirizzo:	N° Civico:					
Mail:	PEC:					
Telefono:	Cellulare:					
Fax :						
Tecnico						
Nome:	Fabio	Cognome:	Cecilia			
Matricola:	Albo:					
Ostacolo: Impianto fotovoltaico						
Materiale:	SILICIO					
<input type="checkbox"/>	Ostacolo posizionato nel Centro Abitato					
<input type="checkbox"/>	Presenza ostacolo con altezza AGL uguale o superiore a 60 m entro raggio 200 m					
						
Gruppo Geografico		TOSCANA-GR-manciano-Tafone				
Nr	Latitudine wgs84	Longitudine wgs84	Quota terreno	Altezza al Top	Elevazione al Top	Raggio
1	42° 27' 25.7" N	11° 33' 15.66" E	125.0 m	5.0 m	130.0 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)						