



VSE

VSE S.r.l.

PIAZZALE CADORNA N. 14 - MILANO (MI)
C.F. 02607460223 e P.IVA 13156270962
REA MI - 2615671



Regione Emilia - Romagna

Comuni di Monticelli d'Ongina e San Pietro in Cerro

Provincia di Piacenza

AUTORIZZAZIONE UNICA

Titolo:
Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"MONTICELLI D'ONGINA"

Oggetto:
RELAZIONE ABBAGLIAMENTO

Codifica Elaborato

RT

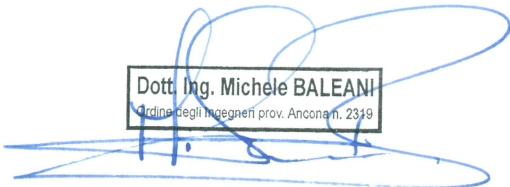
0.0

Impresa/Studio di progettazione:



Via dell'Industria, 1 - 60027 Osimo (AN) T. +39 071 7231280 F. +39 071 7235455
Web www.weplaningegneria.it Email info@weplaningegneria.it Pec weplanstudio@pec.it

Progettista:



Dott. Ing. Michele BALEANI
Ordine degli Ingegneri prov. Ancona n. 2349



Latitudine: 45,060661°
Longitudine: 9,921256°

Cod. File:

RT.09_MONTICELLI_D'ONGINA_PD_00.pdf

Scala:

-

Formato:

A4

Codice:

PD

Rev:

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	07/2024	Prima emissione	Ing. Michele Baleani	Ing. Michele Baleani	Ing. Michele Baleani
1	mm/aaaa				
2	mm/aaaa				

r_emiro.Giunta - Prot. 23/12/2024.1388886.E Copia conforme all'originale sottoscritto digitalmente da RICCIERI MATTEO, Baleani Michele

Sommario

1	PREMESSA	1
2	ABBAGLIAMENTO VISIVO	1
2.1	<i>Analisi del fenomeno di abbagliamento</i>	2
2.2	RIFLESSIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI	3
2.3	DENSITÀ OTTICA DELL'ARIA.....	4
3	POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE ED AI RECETTORI RESIDENZIALI.....	5
4	CONCLUSIONI	8

1 PREMESSA

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

L'impianto oggetto di analisi è l'impianto fotovoltaico a terra denominato "VSE_MONTICELLI D'ONGINA" di potenza di picco pari a 24.998,40 kWp, di proprietà della società VSE S.r.l e sarà suddiviso in due sezioni d'impianto:

- La "Sezione impianto fotovoltaico" nell'area entro i 300 m dall'Autostrada A21 ("Area idonea per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili" secondo l'Art.20 comma 8 del D.lgs. 199/2021), nel quale sarà installato un impianto fotovoltaico a terra di tipo "tradizionale" su tracker monoassiali;
- La "Sezione impianto agrivoltaico" nell'area oltre i 300 m dall'Autostrada A21 (Non rientrante nella "disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili), nel quale sarà installato un impianto "Agrivoltaico avanzato" su tracker monoassiali;

L'impianto di cui sopra sarà realizzato nei Comuni di Monticelli d'Ongina e San Pietro in Cerro (PC).

2 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, quindi, s'intende 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.

2.1 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).

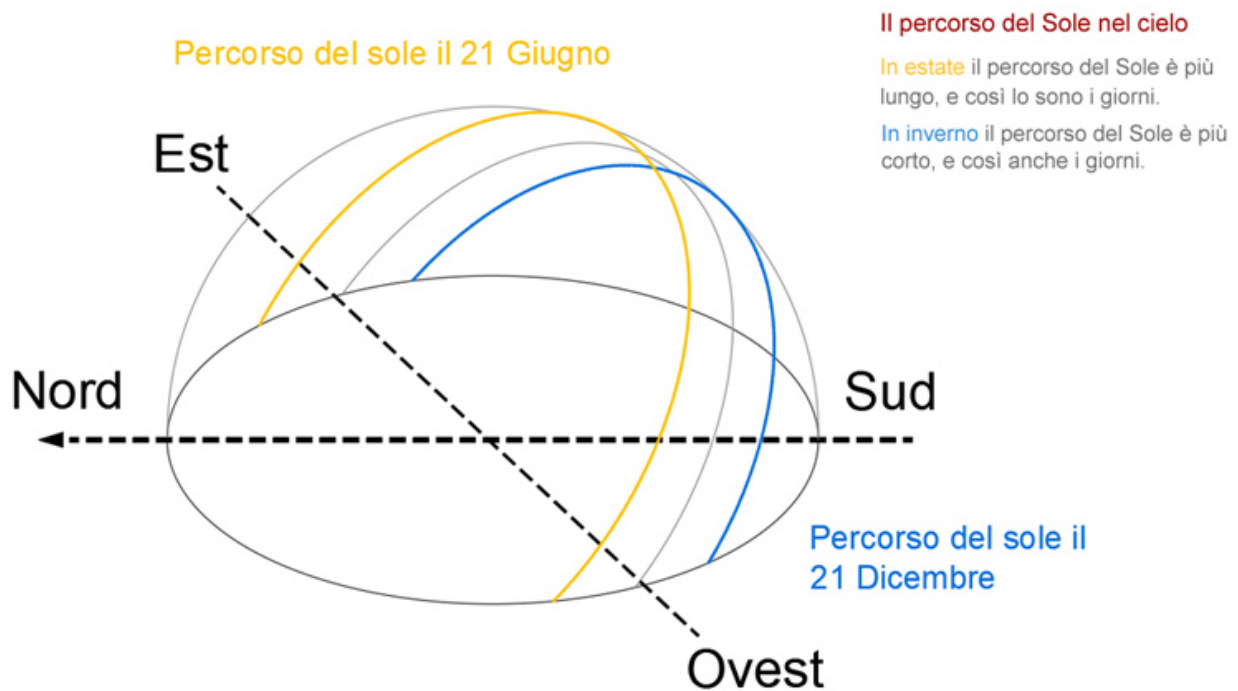


Figura 1 - Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 43°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici entro i 3 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 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 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).

La "Sezione impianto agrivoltaico" nell'area oltre i 300 m dall'Autostrada A21 anche se con altezze maggiori provoca ancor meno disturbo data la lontananza.

2.2 RIFLESSIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

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, 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.

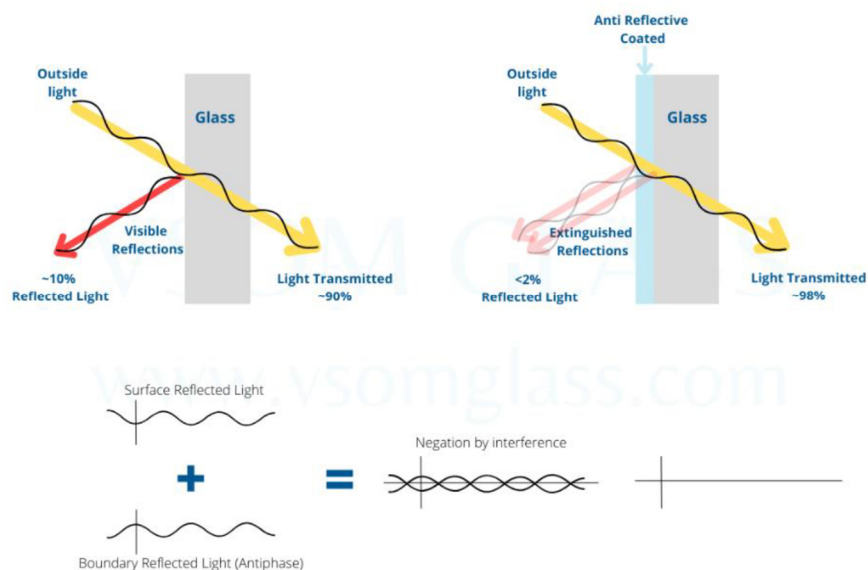


Figura 2: Le due immagini dimostrano come, al contrario di un vetro comune, il vetro anti-riflesso (Anti- Reflecting glass) che riveste i moduli fotovoltaici riduca drasticamente la riflessione dei raggi luminosi

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.

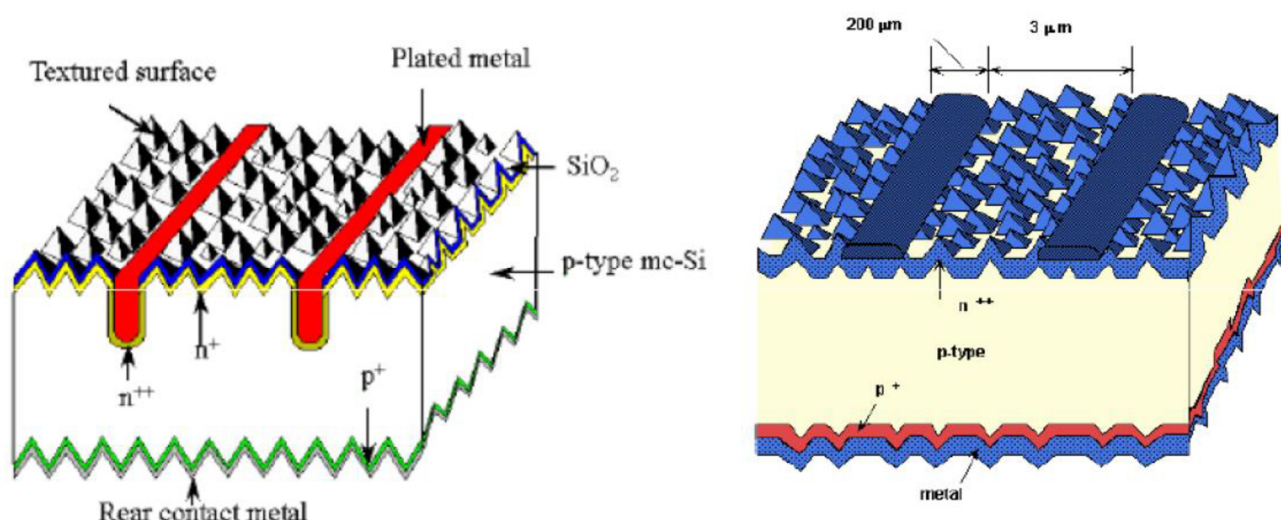


Figura 3: Testurizzazione sulle celle fotovoltaiche

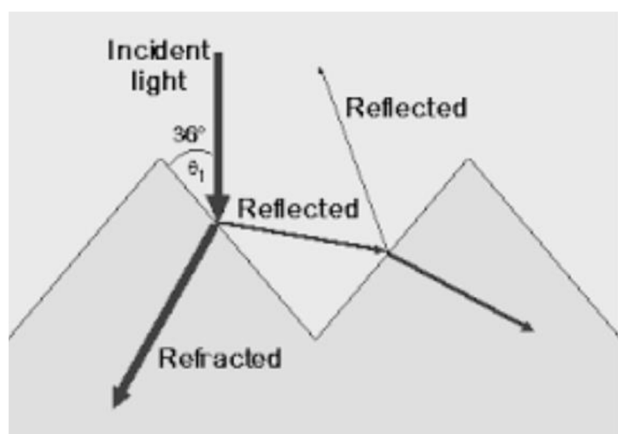


Figura 4: Percorso della luce su celle testurizzate

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

3 POSIZIONAMENTO DELL'IMPIANTO IN RELAZIONE ALLA VIABILITÀ STRADALE ED AI RECETTORI RESIDENZIALI

L'impianto fotovoltaico è collocato in un contesto di pianura, su un'area agricola a margine dell'Autostrada Adriatica A21. Il piano stradale di questa arteria risulta essere di poco superiore al campo fotovoltaico.

Le strutture di sostegno sono distanziate tra loro con un interasse di 4,50 m e la distanza tra i pannelli varia dai 2,12 m (quando i pannelli sono paralleli al terreno) ai 3,10 m (quando i pannelli hanno l'inclinazione massima di 55°).

I tracker sono orientati con asse nord-sud, con pannelli che si affacciano dunque al mattino verso est e nel pomeriggio verso ovest. Il lembo superiore dei pannelli è, al massimo, a 2,50 m di altezza.

Come accennato nel capitolo 2, i moduli della "Sezione impianto agrivoltaico" sono eccessivamente lontani per provocare abbagliamento.

Inoltre, il raggio incidente del sole che va a colpire una superficie specchiante viene riflesso sempre con un angolo simmetrico a quello incidente rispetto alla verticale della superficie.

Quindi, nel caso di moduli ad esempio con inclinazione sul piano orizzontale di 55°, valutando i vari angoli di incidenza del sole nei vari periodi dell'anno, i raggi vengono riflessi sempre con angolazioni molto elevate che non possono normalmente interessare strutture terrestri.

La disposizione trasversale dei tracker nei confronti del tratto autostradale in adiacenza, non comporterà mai l'abbagliamento diretto nei confronti dei mezzi, dovuto alla rotazione dei tracker che viene eseguita da est verso ovest, senza mai interessare l'asse sud verso il quale è posizionato il tratto autostradale.

Nel caso di autostrade nelle immediate vicinanze del campo fotovoltaico non sono prevedibili reali disturbi per il transito dei veicoli. Ne è la prova la presenza di impianti realizzati direttamente nelle immediate vicinanze delle autostrade in Italia ma anche all'estero. Alcuni esempi, sia in Italia che all'estero, sono l'autostrada Catania-Siracusa, in località Augusta-Melilli, l'autostrada del Brennero, nel Comune di Isera (TN), e, ancora, in Corea del Sud l'autostrada che collega Daejeon e Sejong, delle quali si riportano le immagini sottostanti.



Figura 2: Impianto fotovoltaico a terra ubicato al di sopra delle gallerie artificiali dell'Autostrada Catania-Siracusa



Figura 3: Moduli fotovoltaici installati su una barriera antirumore e fonoassorbente da Autostrada del Brennero



Figura 4: Pista ciclabile alimentata ad energia solare costruita al centro dell'autostrada che collega Daejeon e Sejong

Sull'intero perimetro è prevista una fascia di mitigazione con alberature in grado di prevenire apprezzabili fenomeni di abbagliamento. Le mitigazioni sono ampiamente descritte all'interno della Relazione agronomica.



Figura 6 – tracker monoassiali

4 CONCLUSIONI

In mancanza di una normativa specifica che regoli una tale problematica e sulla base delle distanze rispetto ai punti di rilevamento, della tipologia di moduli fotovoltaici utilizzati, delle opere di mitigazione previste, della modesta distanza di interfila dei moduli, e del fatto che nelle ore centrali della giornata i moduli avranno un tilt prossimo agli 0° rispetto all'asse orizzontale, mentre valutando i vari angoli di incidenza del sole nei vari periodi dell'anno, i raggi verranno riflessi sempre con angolazioni molto elevate che non possono normalmente interessare strutture terrestri.

Considerando quanto esposto e le positive esperienze di un numero crescente di impianti in adiacenza alle sedi autostradali, si può pertanto concludere che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne a scapito e della viabilità prossimale è da ritenersi ininfluenza nel computo degli impatti conseguenti un tale intervento non rappresentando una fonte di disturbo.