

# BELENOS S.r.l.

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA DI CIRCA 60,032 MWp IN AGRO DI ORTA NOVA (FG) LOCALITA' "LA FICORA" E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE IN AGRO DI CERIGNOLA (FG)



Via degli Arredatori, 8  
70026 Modugno (BA) Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

### Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

### Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Antonio CRISAFULLI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Stefania DE CARO  
ing. Ilaria PIERRI  
arch. Angela LA RICCIA  
dott. pianif. terr. Antonio SANTANDREA

### Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO



ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
<b>41</b>		<b>RELAZIONE ABBAGLIAMENTO VISIVO</b>	<b>19049</b>	<b>D</b>	
			CODICE ELABORATO		
			<b>DC19049D-41</b>		
REVISIONE	<b>00</b>	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			<b>DC19049D-41.doc</b>	<b>10 + copertina</b>	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	20/04/22	Emissione	Matarrese	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

**INDICE**

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DEL SITO.....	3
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
4. ANALISI DEL FENOMENO.....	5
4.1 Il moto apparente del sole.....	5
4.2 Rivestimento anti-riflettente.....	6
4.3 Densità ottica dell'aria.....	7
4.4 Abbagliamento.....	7
5. CONCLUSIONI.....	10

## **1. PREMESSA**

La presente relazione attesta l'insufficienza di condizioni che possano determinare fenomeni di abbagliamento per i veicoli in attraversamento presso l'autostrada "Adriatica" A14 da parte dell'impianto fotovoltaico denominato "BELENOS", di potenza pari a circa 60,032 MWp, da realizzarsi nel territorio del Comune di Orta Nova (FG), in località "La Ficora".

Con abbagliamento visivo si 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 orientamento, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

## **2. DESCRIZIONE DEL SITO**

Il presente progetto è finalizzato alla costruzione di una centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica da ubicarsi nel Comune di Orta Nova, in località "La Ficora" e all'installazione delle opere ed infrastrutture connesse.

Si precisa che:

- il sito ricade nei fogli 164 II SO e 175 I NO dell'I.G.M. scala 1:25000;
- il sito, ubicato nel territorio di Orta Nova (FG), in prossimità di "La Ficora", è raggiungibile percorrendo la strada provinciale n° 68, posta a circa 50 m a est dell'impianto;
- tutti i terreni su cui verranno ubicati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie risultano di proprietà privata.

La centrale fotovoltaica verrà realizzata su terreni ricadenti nella zona agricola del vigente strumento urbanistico comunale. Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art.1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo. L'opera è compatibile urbanisticamente con la legislazione nazionale e regionale in materia.



### 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica in oggetto avrà le seguenti caratteristiche generali:

- potenza installata lato DC: circa 60,032 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 670 Wp;
- n. 19 cabine di conversione statica e trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 4 cabine di raccolta e monitoraggio, in cui installare le celle di arrivo e partenza alla SSE, gli impianti di videosorveglianza e antintrusione e il sistema SCADA;
- n. 1 fabbricato ad uso magazzino;
- n. 1 fabbricato ad uso control room;
- rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di conversione e trasformazione;
- rete elettrica intera a 30 kV per il collegamento in entra-esce tra le varie cabine di conversione e trasformazione, e con le cabine di raccolta-monitoraggio;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc.);
- rete elettrica esterna a 30 kV dalle cabine di raccolta-monitoraggio alla sottostazione elettrica AT/MT;
- rete telematica, interna ed esterna in fibra ottica, di monitoraggio e controllo dell'impianto fotovoltaico;
- n. 1 sottostazione elettrica AT/MT da collegare in antenna a 150 kV alla stazione di Terna S.p.A. denominata Orta Nova - Cerignola nel Comune di Cerignola.

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra  $\pm 55^\circ$ .

Le varie schiere di moduli saranno disposte secondo file parallele, la cui distanza ad interasse è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno a Foggia. Il collegamento elettrico tra le strutture avverrà in tubo interrato.

## 4. ANALISI DEL FENOMENO

### 4.1 Il 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).

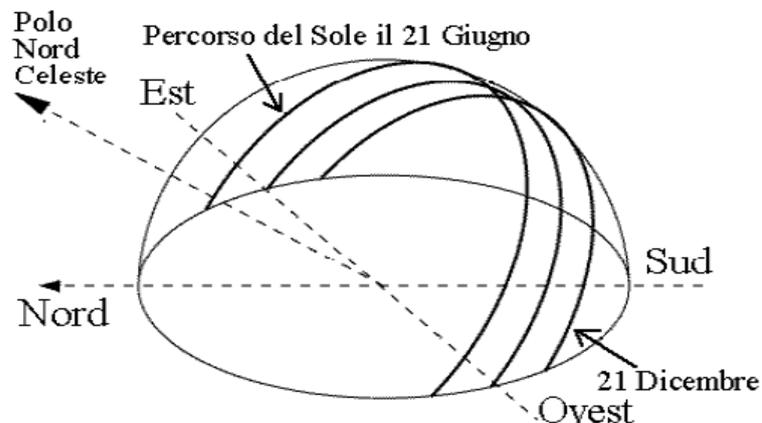


Figura 1: Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 45°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit.

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici compresa tra 0,60 e 3,00 m e della inclinazione rispetto all'asse nord-sud variabile da  $-55^\circ$  a  $+55^\circ$ , 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 ridirezionata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale tale da non colpire né le abitazioni circostanti, né, tantomeno, un eventuale osservatore posizionato ad altezza del suolo nelle immediate vicinanze della recinzione perimetrale dell'impianto. Una tale considerazione è valida tanto per i moduli fissi quanto per quelli dotati di sistemi di inseguimento (tracker).

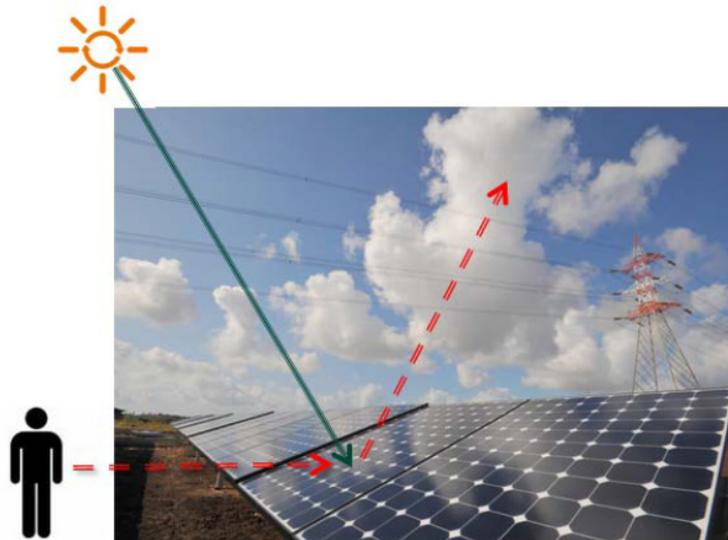


Figura 2: Angolo di osservazione ad altezza d'uomo

#### 4.2 Rivestimento anti-riflettente

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato anti-riflettente ad alta trasmittanza il quale conferisce alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestate.

Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.

Inoltre i moduli di ultima generazione sono caratterizzati da un vetro più esterno costituito da una particolare superficie, non liscia, che consente di aumentare la trasmissione dell'energia solare grazie ad una maggiore rifrazione della radiazione incidente verso l'interno del vetro e, quindi, verso le celle fotovoltaiche. Nel vetro, in particolare dei moduli in silicio amorfo in rapporto al policristallino, si verifica una maggiore riflessione dei raggi solari soprattutto per elevati angoli di incidenza (da 20° a 70°). Il progetto in esame prevede l'utilizzo di moduli

fotovoltaici in silicio monocristallino di cui non è possibile, ad oggi, definire marca e modello a causa della continua evoluzione tecnologica a cui sono soggetti nel corso degli anni. Fermo restando la tipologia dei pannelli fotovoltaici, in fase esecutiva si sceglierà la tecnologia più avanzata presente sul mercato.

#### **4.3** 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.

#### **4.4** Abbagliamento

Per quanto riguarda il possibile fenomeno di abbagliamento, è noto che gli impianti che utilizzano l'energia solare come fonte energetica presentano possibili problemi di riflessione ed abbagliamento, determinati dalla riflessione della quota parte di energia raggiante solare non assorbita dai pannelli: si può tuttavia affermare che tale fenomeno è stato di una certa rilevanza negli anni passati soprattutto per l'uso dei cosiddetti "campi a specchio" o per l'uso di vetri e materiali di accoppiamento a basso potere di assorbimento, ed è stato registrato esclusivamente per le superfici fotovoltaiche "a specchio" montate sulle architetture verticali degli edifici. Vista l'inclinazione contenuta e la differenza di quota tra il suolo su cui sono posizionati i pannelli fotovoltaici e il piano su cui è posta l'autostrada a Nord dell'impianto, in rilevato, si considera poco probabile un fenomeno di abbagliamento per gli impianti posizionati su suolo nudo. Inoltre i nuovi sviluppi tecnologici per la produzione di celle fotovoltaiche fanno sì che, aumentando il coefficiente di efficienza delle stesse, diminuisca ulteriormente la quantità di luce riflessa (riflettenza superficiale caratteristica del pannello), e conseguentemente la probabilità di abbagliamento. L'aspetto generale della superficie dei pannelli di una centrale fotovoltaica, anche di non ultima generazione, è nel complesso simile a quello di una superficie lacustre, con tonalità di colore variabili dall'azzurro scuro al blu intenso, anche in funzione dell'albedo della volta celeste.

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.

Per quanto riguarda l'Autostrada Adriatica A14, posta a Nord dell'impianto, è necessario sottolineare che agli aspetti sopra enunciati, si aggiunge la differenza di quota tra il piano del suolo su cui sono posti i pannelli e il piano dell'Autostrada, realizzata in rilevato, che riduce ulteriormente la possibilità del fenomeno di abbagliamento sui veicoli transitanti sull'Autostrada. 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 3: Impianto fotovoltaico a terra ubicato al di sopra delle gallerie artificiali dell'Autostrada Catania-Siracusa



Figura 4: Moduli fotovoltaici installati su una barriera antirumore e fonoassorbente da Autostrada del Brennero



Figura 5: Pista ciclabile alimentata ad energia solare costruita al centro dell'autostrada che collega Daejeon e Sejong

## **5. CONCLUSIONI**

Alla luce di quanto esposto e delle positive esperienze di un numero crescente di impianti fotovoltaici italiani ed esteri, si può pertanto concludere che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne è da ritenersi ininfluenza, non rappresentando una fonte di disturbo.

\*\*\*\*\*