



# MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo  
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di  
B.A.T.

SPINAZZOLA  
56.307 kWp



Progettazione e coordinamento	dott. arch. Roberto CARLUCCIO via Nino Bixio 60/b 72023 Mesagne (BR) - Italy	  3E Ingegneria srl via G. Volpe n° 92 56121 Pisa - Italy	Prog. impianto fotovoltaico
Studio Geologico	dott. geol. Luisiana SERRAVALLE via Puglie n° 1 72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy		Prog. Cavidotto e sottostazione
Studio Agronomico	dott. Alessandro COLUCCI via Monte Sarago n° 3 72017 Ostuni (BR) - Italy		Studio idraulico
		RUWA srl acqua territorio energia via C. Pisacane n° 25F 88100 Catanzaro - Italy	

Opera	<b>Progetto di un impianto fotovoltaico di 56.307 kWp nel comune di SPINAZZOLA</b>			
Oggetto	Folder A - Progetto Definitivo			
	Nome elaborato Spinazzola_DOC_A01			
Revisione	Descrizione elaborato Relazione tecnica descrittiva		Scala	
	28/06/2021	Oggetto revisione Emissione	Elaborazione	Verifica
	00/00/2021	Oggetto revisione		
	00/00/2021	Oggetto revisione		
	Codice Pratica <b>"Spinazzola"</b>			

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
1.1 Inquadramento dell'impianto fotovoltaico.....	1
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE</b> .....	<b>2</b>
2.1 Il progetto .....	2
2.2 Elementi costituenti l'impianto fotovoltaico.....	3
2.3 Opere civili .....	6
2.4 Strutture portamoduli.....	6
2.5 Viabilità esterna .....	7
2.6 Esecuzione degli Scavi .....	7
<b>3. PRODUCIBILITA'</b> .....	<b>8</b>
<b>4. ANALISI DEL FENOMENO DI ABBAGLIAMENTO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. ESECUZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>11</b>
<b>6. PRODUZIONE DI RIFIUTI E SMALTIMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO</b> .....	<b>12</b>
6.1 Produzione di rifiuti in fase di cantiere e di esercizio.....	12
6.2 Smaltimento delle terre e rocce da scavo .....	12
6.3 Proposta del Piano di Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo .....	13
6.3.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine .....	13
6.3.2 Numero e modalità dei campionamenti da effettuare .....	14
6.3.3 Parametri da determinare.....	14
6.4 Volumetrie previste delle terre e rocce da scavo.....	15
6.5 Modalità di gestione delle e rocce da scavo .....	15
<b>7. SISTEMA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>15</b>
<b>8. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>16</b>
8.1 Smontaggio dei moduli fotovoltaici e degli string box, e rimozione delle strutture di sostegno.....	16
8.2 Rimozione di cavi e cavidotti interrati, previa riapertura degli scavi .....	17
8.3 Rimozione delle power skids e delle cabine di smistamento .....	17
8.4 Rimozione del sistema di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione.....	17
8.5 Demolizione della viabilità interna .....	18
8.6 Rimozione della recinzione e del cancello .....	18
8.7 Ripristino dello stato dei luoghi .....	18
8.8 Classificazione dei rifiuti.....	18
<b>9. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ACONOMICHE</b> .....	<b>19</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnico-descrittiva è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza di 56,307 MWp, e delle relative opere connesse, in agro del Comune di Spinazzola (BT).

Dal punto di vista legislativo, la produzione e la vendita di energia fotovoltaica sono regolati da criteri di incentivazione in conto energia definiti dal Decreto Ministeriale 19 febbraio 2007, emesso dai Ministeri delle Attività Produttive e dell'Ambiente in attuazione del Decreto Legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003; quest'ultimo emanato in attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite procedimento unico regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

*Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.*

### 1.1 Inquadramento dell'impianto fotovoltaico

Il sito sul quale sarà realizzato l'impianto fotovoltaico ricade nel foglio 1:25000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM Ultima Ed.) n. 188 IV-NO "Palazzo San Gervasio", ed è catastalmente individuato, nel Comune di Spinazzola, alle particelle 50, 38, 32, 35, 13, 36, 33, 28, 12, 37, 34, 18, 19, 20, 31, 39, 9, 40, 15, 24 del foglio 97; particelle 40, 39, 20, 1 del foglio 98; particelle 64, 33, 77, 70, 2, 68, 69, 66, 34, 67, 3, 58, 59, 57, 56, 4, 5 del foglio 99; particelle 5, 2 del foglio 100; particelle 39, 96, 219, 227, 222, 94, 24, 40 del foglio 102. È ubicato a circa 2,5 km a sud-ovest del centro abitato di Spinazzola, tra le Strade Statali 168, 169 e 655. Si presenta mediamente pianeggiante ad una quota variabile tra 400 e 440 m sul livello medio del mare. Il sito presenta una linea elettrica aerea di media tensione che attraversa l'area in basso a sinistra, e un cavidotto MT che taglia l'area in alto a destra.

Ricopre globalmente una superficie di circa 112 ettari suddivisi in 5 aree di differenti forme e dimensioni.



**Figura 1:** Area interessata dall'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla Stazione Elettrica di Smistamento sita nel Comune di Genzano (PZ), a mezzo di un cavidotto interrato di lunghezza pari a circa 13,5 km.

## **2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTUALE**

### **2.1 *Il progetto***

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica oggetto della presente relazione tecnico-descrittiva avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 56,307 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 380 Wp;
- n. 17 power skid per la conversione e trasformazioni dell'energia elettrica;
- n. 5 cabine di smistamento;
- rete elettrica interna a 1,5 kV tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le power skids;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc...).
- rete elettrica interna a 30 kV per il collegamento in entra-esci tra le varie power skids e le cabine di smistamento;
- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;

Nel complesso l'intervento di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, conterà delle seguenti opere:

- installazione dei moduli fotovoltaici;
- installazione delle power skid e delle cabine di smistamento;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;
- realizzazione della viabilità interna.

## **2.2** Elementi costituenti l'impianto fotovoltaico

L'elemento cardine di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, è la cella fotovoltaica (di cui si compongono i moduli fotovoltaici), che grazie al materiale semiconduttore di cui è composta, trasforma l'energia luminosa derivante dal sole in corrente elettrica continua. Tale energia in corrente continua viene poi convertita in corrente alternata e può essere utilizzata direttamente dagli utenti, o immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale.

In generale, i componenti principali di un impianto fotovoltaico sono:

- i moduli fotovoltaici (costituiti dalle celle su descritte);
- i cavi elettrici di collegamento;
- gli inverter;
- i trasformatori BT/MT;
- i quadri di protezione e distribuzione in media tensione;
- gli elettrodotti in media tensione;
- i contatori per misurare l'energia elettrica prodotta dall'impianto;
- le cabine di smistamento.

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale, est-ovest. 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  $\pm 50^\circ$ . Nella struttura ad inseguitore solare i moduli fotovoltaici sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno, ove il terreno risultasse idoneo. Questa tipologia di struttura eviterà l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo. In fase esecutiva si potrebbe decidere di utilizzare fondazioni in calcestruzzo nel caso in cui non fosse possibile l'utilizzo di pali infissi.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 148.176 moduli fotovoltaici di nuova generazione in silicio monocristallino di potenza nominale pari a 380 Wp. Le celle fotovoltaiche

di cui si compone ogni modulo sono protette verso l'esterno da un vetro temprato ad altissima trasparenza e da un foglio di tedlar, il tutto incapsulato sotto vuoto ad alta temperatura tra due fogli di EVA (Ethylene / Vinyl / Acetate). La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hot spot.

L'insieme di 28 moduli, collegati tra loro elettricamente, formerà una stringa fotovoltaica; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture di sostegno dei pannelli con cavi esterni graffettati alle stesse. Ogni struttura di sostegno porterà tre stringhe fotovoltaiche per un totale di 84 moduli, disposti su due file parallele. L'insieme di più stringhe fotovoltaiche, collegata in parallelo tra loro, costituirà un sottocampo, per un totale di 17 sottocampi, ad ognuno dei quali afferirà un inverter. Per ogni sottocampo è prevista, inoltre, l'installazione di string box, in un numero variabile tra 12 e 18 (in funzione della configurazione elettrica), aventi la funzione di raccogliere la corrente continua in bassa tensione prodotta dalle stringhe e trasmetterla agli inverter, per la conversione da corrente continua a corrente alternata.

L'inverter scelto per il presente progetto avrà potenza nominale in c.a. pari a 3000 kVA. L'energia in corrente alternata uscente dall'inverter sarà trasmessa al trasformatore per la conversione da bassa a media tensione. Per la precisione saranno utilizzate delle Power Skids di adeguato grado di protezione che permetteranno l'installazione dei componenti elettrici direttamente all'esterno riducendo di conseguenza le volumetrie da realizzare. Si tratta di un sistema che combina inverter, trasformatore e quadro MT in un singolo skid preassemblato, trasportabile come un singolo pezzo e da installare su una apposita platea di fondazione, posata su un magrone di sottofondazione.

Le principali caratteristiche dei componenti sono le seguenti:

- Quadro MT:
  - Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
  - Grado di protezione IP65 del circuito MV
  - Isolamento in gas sigillato ermeticamente
  - Manutenzione semplice
- Trasformatore MT/BT 30/0,60 kV:
  - Potenza 3345 kVA
  - Raffreddamento tipo ONAN
  - Gruppo di vettoriamento Dy11
  - Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
  - Robusto e affidabile
  - Configurato per resistere ad alte temperature e ambienti aspri

- Inverter:
  - Potenza AC fino a 3300 kVA @25°C
  - Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V
  - 6 MPP
  - 36 input lato DC
  - Progettato per ambienti rigidi:
    - Manutenzione ridotta al minimo per ogni condizione climatica
    - Grado di protezione IP65
    - Raffreddamento ad aria forzata
    - Controllo di temperatura e umidità che impedisce la formazione di condensa all'interno
    - La copertura del tetto è progettata per dissipare la radiazione solare, ridurre l'accumulo di calore ed evitare perdite d'acqua
    - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50°C
    - Range di temperatura consentita -35 °C ÷ 60 °C
  - Controllo e monitoraggio:
    - Controllo in tempo reale con connessione Wi-Fi
    - Comunicazione in tempo reale
    - Connessione remota
    - Aggiornamento del firmware da remoto
    - Sistema di monitoraggio mediante apposita app

L'energia uscente dalle power skids sarà convogliata verso le cabine di smistamento, che avranno la funzione di convogliare la corrente in MT verso la sottostazione MT/AT. Tali cabine saranno realizzate in c.a.v. (cemento armato vibrato) e dotate di vasca di fondazione anch'essa in c.a.v., posata su un magrone di sottofondazione; avranno dimensioni pari a 10,00 x 3,00 (lung. x larg.) e altezza <3,00 m, e saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e del monitoraggio.

L'ultima delle cabine di smistamento, avente le medesime dimensioni delle altre quattro, e dalla quale partirà il cavidotto per il punto di consegna (sottostazione MT/AT), sarà composta da un unico vano per l'alloggiamento delle celle MT sulle quali si attesteranno i cavi provenienti dalle cabine di smistamento delle singole aree e le partenze verso il punto di consegna.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e le fulminazioni al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo

per posa nel terreno e da una piattina in acciaio, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. Intorno alle cabine di smistamento l'impianto di terra sarà costituito da una maglia realizzata con conduttori nudi di rame a cui saranno collegati, mediante conduttori o sbarre di rame, i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di un sistema di gestione, controllo e monitoraggio (impianto di videosorveglianza, impianto di illuminazione, impianto di antintrusione, FM e illuminazione cabina di controllo) che sarà installato in un apposito vano all'interno delle cabine di smistamento.

### **2.3 Opere civili**

Ognuna delle cinque aree su cui sorgerà l'impianto fotovoltaico sarà completamente recintata e dotata di illuminazione, impianto antintrusione e videosorveglianza.

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica di altezza pari a ca. 2,00 mt, e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto, a sezione circolare, distanti gli uni dagli altri 2,5 m con eventuali plinti cilindrici.

L'accesso alle aree sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 5 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti. Il cancello sarà realizzato in acciaio e fissato ad una apposita struttura di sostegno in cemento armato.

La circolazione dei mezzi all'interno delle aree, sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per la cui esecuzione sarà effettuato uno sbancamento di 40 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

- un primo strato, di spessore pari a 20 cm, realizzato con massiciata di pietrame di pezzatura variabile tra 4 e 7 cm;
- un secondo strato, di spessore pari a 15 cm, realizzato con pietrisco di pezzatura variabile tra 2,5 e 3 cm;
- un terzo strato, di livellamento, di spessore pari a 5 cm, di finitura.

Tale viabilità sarà realizzata lungo tutto il perimetro, e dove necessario anche all'interno dei campi, per una larghezza di 6 m, e attorno alle cabine per garantire la fruibilità ad esse.

### **2.4 Strutture portamoduli**

Come anticipato al precedente paragrafo 2.2, la struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ad inseguitore solare monoassiale, o tracker.



Si tratta di una struttura a pali infissi, completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile.

In via generale le strutture fotovoltaiche avranno le seguenti caratteristiche:

- Sistema di Rotazione: ad asse singolo orizzontale;
- Angolo di Rotazione:  $\pm 50^\circ$ ;
- Caratteristiche del suolo:
  - o Pendenza Nord-Sud: 17%
  - o Pendenza Est-Ovest: illimitata
  - o Rapporto di copertura: 28-50%;
- Fondazioni: Pali infissi, Fissaggio a terra, Plinti in c.a..

Nello specifico quella scelta per il progetto in oggetto, essendo costituita da 84 moduli fotovoltaici disposti verticalmente su due file, avrà dimensioni pari a 43,20 x 4,04 (lunghezza x larghezza) ed altezza variabile, in funzione della rotazione, tra 2,12 m e 3,60 m.

I pali di supporto alla struttura saranno infissi direttamente nel terreno; in fase esecutiva potrebbero essere scelte fondazioni in calcestruzzo se necessarie.

## **2.5 Viabilità esterna**

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica di cui alla presente relazione tecnico-descrittiva, risulta ben servito dalla viabilità pubblica principale, trovandosi interclusa nel trapezio formato dalle Strade Statali 168, 169 e 655.

Pertanto, non sarà necessario realizzare nuove strade all'esterno dell'impianto fotovoltaico.

## **2.6 Esecuzione degli Scavi**

Saranno eseguite due tipologie di scavi: gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche, e della viabilità interna; e gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione dei cavidotti BT ed MT.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

Il rinterro dei cavidotti, a seguito della posa degli stessi, che deve avvenire su un letto di sabbia su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, sarà eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

Lo strato terminale di riempimento degli scavi eseguiti sulla viabilità, invece, sarà realizzato con il medesimo pacchetto stradale, in modo da ripristinare la pavimentazione alla situazione originaria.

### 3. PRODUCIBILITA'

Il lotto di terreno su cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico è sito nel Comune di Spinazzola Latitudine e Longitudine pari a: 40.95° N, 16.06° E.

L'inclinazione e l'orientamento dei moduli permette la captazione dell'energia solare ottimizzata alle varie ore giornaliere.

In base ai dati storici riportati dal software PVGIS, l'irraggiamento globale annuo incidente sul piano dei collettori è 2142.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Per determinare la producibilità del sistema fotovoltaico sul lato BT è indispensabile stimare le perdite del sistema in punti percentuali<sup>1</sup> fino al quadro generale BT di bassa tensione:

- perdite per scostamento delle condizioni di funzionamento dei moduli rispetto a quelle di targa: 8%;
- perdite per riflessione: 3%;
- perdite per mismatch tra le stringhe: 5%;
- perdite sui circuiti in corrente continua: 1%;
- perdite per polluzione sui moduli: 1%;
- perdite sul sistema di conversione: 8%;

Un'ulteriore stima della producibilità è stata realizzata con un secondo metodo, ossia attraverso il software PVsyst, implementato dall'Università di Ginevra.

Quale risultato il software ha generato una previsione di producibilità pari a circa **1816 kWh/kWp/anno**.

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica per il quale è stato redatto il report di producibilità avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 56,34 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 380 Wp;
- numero dei moduli: 148.260;
- potenza dell'inverter: 3000 kVA in c.a.;
- lunghezza del cavo MT di collegamento tra le varie cabine di smistamento e la sottostazione elettrica MT/AT: 13500 m;
- energia prodotta attesa all'anno 0: **103723 MWh/anno**.

---

<sup>1</sup> Impianti solari fotovoltaici a norme CEI III ed. – Groppi, Zuccaro – Editoriale Delfino

Considerando, quindi, che ogni kWh prodotto da un sistema fotovoltaico sul lato di media tensione, evita l'emissione di 0,5 kg di anidride carbonica nell'ambiente, se ne deduce che l'impianto in esame sul lato MT eviterà quindi all'ambiente un'emissione totale di anidride carbonica pari a  $103723000 \text{ kWh/anno} \times 0,50 \text{ Kg/kWh} = \mathbf{51,86 \text{ t di CO}_2 \text{ l'anno}}$ .

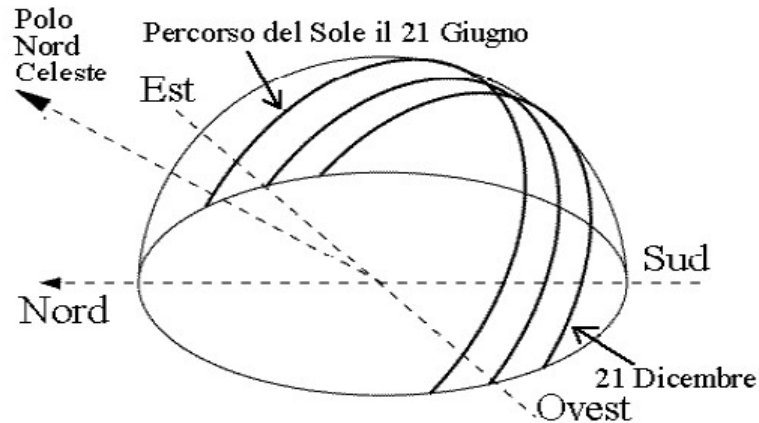
Si tenga conto che la produzione elettrica dell'impianto (103723 MWh/anno) sarà equivalente al consumo annuo di circa 23.845 famiglie medie, ipotizzando un consumo per famiglia di 4350 kWh/anno.

#### **4. ANALISI DEL FENOMENO DI ABBAGLIAMENTO**

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.

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 2:** 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 circa 1 e 5 m e del loro angolo di inclinazione variabile verso est e ovest fino ad un max di 50° 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.

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 cristallino.

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.

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.

Alla luce di quanto esposto 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.

## **5. ESECUZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'intera progettazione e realizzazione dell'opera sono concepite nel rispetto del contesto naturale in cui l'impianto è inserito, ponendo alla base del progetto i concetti di reversibilità degli interventi e salvaguardia del territorio; questo al fine di ridurre al minimo le possibili interferenze con le componenti paesaggistiche.

Durante la fase di cantiere, il terreno derivante dagli scavi eseguiti per la realizzazione di cavidotti, fondazioni delle cabine e viabilità interna, sarà accatastato nell'ambito del cantiere e successivamente utilizzato per il riempimento degli scavi dei cavidotti dopo la posa dei cavi. In tal modo, quindi, sarà possibile riutilizzare gran parte del materiale proveniente dagli scavi, e conferire a discarica solo una porzione dello stesso.

I cavidotti per il trasporto dell'energia saranno posati in uno scavo in sezione ristretta livellato con un letto di sabbia, e successivamente riempito in parte con uno strato di sabbia ed in parte con il terreno precedentemente scavato.

La viabilità interna alle aree dell'impianto sarà realizzata in materiale drenante in modo da consentire il facile ripristino geomorfologico a fine vita dell'impianto semplicemente mediante la rimozione del pacchetto stradale e il successivo riempimento con terreno vegetale.

Il progetto prevede l'utilizzo di strutture di sostegno dei moduli a pali infissi, evitando così la realizzazione di strutture portanti in cemento armato, salvo sia necessaria per la natura

geologica del terreno. Analoga considerazione riguarda i pali di sostegno della recinzione, anch'essi del tipo infisso.

## **6. PRODUZIONE DI RIFIUTI E SMALTIMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

La produzione di rifiuti e lo smaltimento delle terre e rocce da scavo è regolamentata dal D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017 recante "*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164*".

Tale decreto ha lo scopo di quantificare il volume delle terre e rocce da scavo prodotto nel corso delle lavorazioni, non considerato come rifiuto, ma classificato come sottoprodotto.

### **6.1 Produzione di rifiuti in fase di cantiere e di esercizio**

I rifiuti prodotti durante la realizzazione dell'impianto, considerato l'alto grado di prefabbricazione dei componenti utilizzati (moduli fotovoltaici, strutture portamoduli, cabine elettriche e di monitoraggio), saranno tutti non pericolosi ed originati prevalentemente da imballaggi (pallets, bags, ecc); essi saranno raccolti e gestiti in modo differenziato secondo le vigenti disposizioni.

Non si prevede, invece, produzione di rifiuti in fase di esercizio dell'impianto, in quanto sarà soggetto a soli interventi di manutenzione.

### **6.2 Smaltimento delle terre e rocce da scavo**

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di identificare i volumi di movimento terra e le relative destinazioni d'uso, che saranno effettuati per la realizzazione del parco fotovoltaico.

Le attività di scavo previste per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione, riguardano l'esecuzione della fondazione delle cabine e sostegni per illuminazione e videosorveglianza, dei cavidotti e della viabilità interna. Saranno eseguite due tipologie di scavi: gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine e della viabilità interna; e gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione dei cavidotti BT ed MT.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

In particolare: gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine si estenderanno fino ad una profondità variabile tra 0,35 m e 1,20 m; quelli per la realizzazione dei cavidotti avranno profondità variabile tra 0,50 m e 1,20 m; infine quelli per la realizzazione della viabilità interna saranno eseguiti mediante scotico del terreno fino alla profondità di ca. 40 cm.

Il materiale così ottenuto sarà momentaneamente depositato in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nell'ambito del cantiere, per essere successivamente utilizzato per i rinterri. La parte eccedente rispetto alla quantità necessaria ai rinterri, sarà gestita quale rifiuto ai sensi della parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e conferita presso discarica autorizzata; in tal caso, le terre saranno smaltite con il codice CER "17 05 04 - terre rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 (terre e rocce, contenenti sostanze pericolose)".

Il rinterro dei cavidotti, a seguito della posa degli stessi, che deve avvenire su un letto di sabbia su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, sarà eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

Concorrono alla stima del bilancio dei materiali da scavo le seguenti opere:

- realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e di monitoraggio;
- realizzazione dei cavidotti interni ed esterni all'area (BT, MT e AUX).

### **6.3 Proposta del Piano di Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo**

La presente proposta del Piano di Caratterizzazione è redatta ai sensi dell'art. 24 comma 3 lettera c) del D.P.R. n. 120/2017, al fine di accertare la sussistenza delle terre e rocce da scavo rinvenienti da cantieri di opere sottoposte a VIA, alle condizioni ed ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Tale proposta di piano deve contenere le seguenti informazioni:

- numero e caratteristiche dei punti di indagine;
- numero e modalità dei campionamenti da effettuare;
- parametri da determinare.

#### **6.3.1 *Numero e caratteristiche dei punti di indagine***

Il numero e le caratteristiche dei punti di indagine sono definiti secondo quanto stabilito nell'Allegato 2 del D.P.R. n. 120/2017.

I sondaggi dovranno essere eseguiti sulle aree oggetto di scavo, che per il progetto in esame sono le cabine elettriche, la viabilità interna e i cavidotti, e disposti in corrispondenza dei nodi di una griglia, il cui lato, variabile tra 10 m e 100 m, sarà definito in funzione dell'estensione dell'area da analizzare.

Si realizzeranno i seguenti sondaggi:

- 54 carotaggi, di profondità pari alla massima profondità di scavo prevista, nelle aree destinate al posizionamento delle cabine e della viabilità interna, che ricoprono una superficie totale di ca. 233.926 mq;
- 35 pozzetti esplorativi ubicati, lungo il tracciato dei cavidotti interni BT, MT e di videosorveglianza, che si estendono per una lunghezza totale pari a ca. 17.151 m.

### **6.3.2** *Numero e modalità dei campionamenti da effettuare*

I campionamenti saranno realizzati con la tecnica del carotaggio verticale, in corrispondenza delle aree oggetto di scavo, come definite nel paragrafo precedente, e mediante escavatore lungo il percorso di ogni cavidotto.

Il carotaggio verticale sarà eseguito utilizzando una sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione o roto-percussione. Il diametro della strumentazione consentirà il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto della modalità di preparazione dei campioni e scartando in campo la frazione granulometrica maggiore di 2 cm. La velocità di rotazione sarà portata al minimo in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore.

Nel tempo intercorso tra un campionamento ed il successivo il carotiere sarà pulito con l'ausilio di una idropulitrice a pressione utilizzando acqua potabile.

Non saranno utilizzati fluidi o fanghi di circolazione per non contaminare le carote estratte e sarà utilizzato grasso vegetale per lubrificare la filettatura delle aste e del carotiere.

I terreni saranno recuperati per l'intera lunghezza prevista, in un'unica operazione, senza soluzione di continuità, utilizzando aste di altezza pari a 1 m con un recupero pari al 100% dello spessore da caratterizzare; i campioni così prelevati saranno fotografati per tutta la loro lunghezza e saranno identificati attraverso etichette riportanti la sigla identificativa del punto di campionamento, del campione e della profondità.

I campioni, contenuti in appositi contenitori sterili, saranno mantenuti al riparo dalla luce ed alle temperature previste dalla normativa mediante l'uso di un contenitore frigo portatile, e successivamente consegnati ad un laboratorio d'analisi certificato prescelto dopo essere stati trattati secondo quanto descritto dalla normativa vigente.

### **6.3.3** *Parametri da determinare*

Il set di parametri analitici da ricercare sui campioni ottenuti con i sondaggi di cui a paragrafi precedenti, è riportato nell'allegato 4 al D.P.R. n. 120/2017.

Il set analitico minimale consta dei seguenti elementi: arsenico, cadmio, cobalto, nichel, piombo, rame, zinco, mercurio, idrocarburi C>12, cromo totale, cromo VI, amianto, BTEX, IPA (come riportati nella Tab. 4.1 dell'allegato suddetto); fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.



#### **6.4** *Volumetrie previste delle terre e rocce da scavo*

Considerando, quindi, gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine, della viabilità interna e dei cavidotti interni, è stato stimato un volume complessivo di scavo pari a ca. **102.116 mc.**

#### **6.5** *Modalità di gestione delle e rocce da scavo*

Il terreno derivante dagli scavi, come descritti nei paragrafi precedenti, sarà sistemato nell'ambito del cantiere al fine di essere parzialmente riutilizzato per i successivi rinterri.

L'eventuale parte eccedente non utilizzata, invece, sarà conferita alla discarica autorizzata più vicina con il codice CER "17 05 04 - terre rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 (terre e rocce, contenenti sostanze pericolose)".

Ai sensi di quanto previsto all'articolo 24 del D.P.R. n. 120/2017, le condizioni per il riutilizzo delle terre e rocce da scavo sono rispettate in quanto trattasi:

- di suolo non contaminato;
- di materiale escavato nel corso di attività di costruzione;
- di materiale riutilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

La verifica dell'assenza di contaminazione del suolo, essendo obbligatoria anche per il materiale allo stato naturale, sarà valutata prima dell'inizio dei lavori con riferimento all'allegato 5, tabella 1, del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti). Qualora sarà confermata l'assenza di contaminazione, l'impiego avverrà senza alcun trattamento nel sito dove è effettuata l'attività di escavazione; se, invece, non dovesse essere confermata l'assenza di contaminazione, il materiale escavato sarà trasportato in discarica autorizzata.

La discarica autorizzata scelta sarà quella più vicina al sito di realizzazione.

## **7. SISTEMA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Per l'intero ciclo di vita dell'impianto fotovoltaico sarà definita una programmazione dei lavori di manutenzione e di gestione delle opere, da sviluppare su base annuale per garantirne il corretto funzionamento.

La programmazione dovrà prevedere:

- manutenzione programmata;
- manutenzione ordinaria;

- manutenzione straordinaria;

relativamente ai seguenti elementi costituenti l'impianto:

- impianti;
- strutture edili / infrastrutture;
- spazi esterni.

Sarà creato un registro dove dovranno essere indicate le caratteristiche principali dell'apparecchiatura e le operazioni di manutenzione effettuate, con le relative date.

La direzione ed il controllo degli interventi di manutenzione saranno seguiti da un tecnico che avrà il compito di monitorare l'impianto, effettuare visite mensili e, in esito a tali visite, coordinare le manutenzioni.

## **8. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

La dismissione dell'impianto fotovoltaico a fine vita di esercizio, prevede lo smantellamento di tutte le apparecchiature e attrezzature elettriche di cui è costituito, ed il ripristino dello stato dei luoghi alla situazione ante operam. Tale operazione prevede la rimozione di recinzione, cabine elettriche, sistema di illuminazione e antintrusione, strutture portamoduli, moduli fotovoltaici, cavi elettrici, pozzetti, quadri elettrici, viabilità interna, ecc..

Sono previste le seguenti fasi:

- smontaggio di moduli fotovoltaici e degli string box, e rimozione delle strutture di sostegno;
- rimozione dei cavidotti interrati, previa apertura degli scavi;
- rimozione delle power skids e delle cabine di smistamento;
- rimozione del sistema di illuminazione e videosorveglianza;
- demolizione della viabilità interna;
- rimozione della recinzione e del cancello;
- ripristino dello stato dei luoghi.

### **8.1 Smontaggio dei moduli fotovoltaici e degli string box, e rimozione delle strutture di sostegno**

I moduli fotovoltaici saranno dapprima disconnessi dai cablaggi, poi smontati dalle strutture di sostegno, ed infine disposti, mediante mezzi meccanici, sui mezzi di trasporto per essere conferiti a discarica autorizzata idonea allo smaltimento dei moduli fotovoltaici. Non è prevista la separazione in cantiere dei singoli componenti di ogni modulo (vetro, alluminio e polimeri, materiale elettrico e celle fotovoltaiche).

Ogni pannello, arrivato a fine ciclo di vita, viene considerato un **RAEE**, cioè un *Rifiuto da Apparecchiature Elettriche o Elettroniche*. Per questo motivo, il relativo smaltimento deve seguire determinate procedure stabilite dalle normative vigenti. I moduli fotovoltaici

professionali devono essere conferiti, tramite soggetti autorizzati, ad un apposito impianto di trattamento, che risulti iscritto al Centro di Coordinamento RAEE.

Gli string box fissati alle strutture portamoduli, saranno smontati e caricati su idonei mezzi di trasporto per il successivo conferimento a discarica.

Le strutture di sostegno metalliche, essendo del tipo infisso, saranno smantellate nei singoli profilati che le compongono, e successivamente caricate su idonei mezzi di trasporto per il successivo conferimento a discarica. I profilati infissi, invece, saranno rimossi dal terreno per estrazione e caricati sui mezzi di trasporto.

### **8.2 Rimozione di cavi e cavidotti interrati, previa riapertura degli scavi**

Per la rimozione dei cavidotti interrati si prevede: la riapertura dello scavo fino al raggiungimento dei corrugati, lo sfilaggio dei cavi ed il successivo recupero dei cavidotti dallo scavo. Ognuno degli elementi così ricavati sarà separato per tipologia e trasportato per lo smaltimento alla specifica discarica.

Unitamente alla rimozione dei corrugati dallo scavo si procederà alla rimozione della corda nuda di rame costituente l'impianto di messa a terra, che sarà successivamente conferita a discarica autorizzata secondo normative vigenti.

### **8.3 Rimozione delle power skids e delle cabine di smistamento**

Preventivamente saranno smontati tutti gli apparati elettrici contenuti nelle cabine di smistamento (quadri elettrici, organi di comando e protezione) e le power skids che saranno smaltiti come RAEE.

Successivamente saranno rimosse le cabine mediante l'ausilio di pale meccaniche e bracci idraulici per il caricamento sui mezzi di trasporto.

Le fondazioni in cemento armato, invece, saranno rimosse mediante idonei escavatori e conferita a discarica come materiale inerte.

### **8.4 Rimozione del sistema di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione**

Gli elementi costituenti i sistemi di illuminazione, videosorveglianza e di antintrusione, quali pali di illuminazione, telecamere e fotocellule saranno smontati e caricati su idonei mezzi di trasporto per il successivo conferimento a discarica.

Gli elementi interrati costituenti i medesimi sistemi, quali cavi, cavidotti e pozzetti, saranno rimossi e conferiti a discarica unitamente a cavi, cavidotti e pozzetti elettrici.

### **8.5 Demolizione della viabilità interna**

Tale demolizione sarà eseguita mediante scavo con mezzo meccanico, per una profondità di ca. 40 cm, per la larghezza di 6 m per la viabilità perimetrale e l'area di pertinenza delle cabine elettriche. Il materiale così raccolto, sarà caricato su apposito mezzo e conferito a discarica.

### **8.6 Rimozione della recinzione e del cancello**

La recinzione sarà smantellata previa rimozione della rete dai profilati di supporto al fine di separare i diversi materiali per tipologia; successivamente i paletti di sostegno ed i profilati saranno estratti dal suolo.

Il cancello, invece, essendo realizzato interamente in acciaio, sarà preventivamente smontato dalla struttura di sostegno e infine saranno rimosse le fondazioni in c.a..

I materiali così separati saranno conferiti ad apposita discarica.

### **8.7 Ripristino dello stato dei luoghi**

Terminate le operazioni di rimozione e smantellamento di tutti gli elementi costituenti l'impianto, gli scavi derivanti dalla rimozione dei cavidotti interrati, dei pozzetti e delle cabine, e i fori risultanti dall'estrazione delle strutture di sostegno dei moduli e dei profilati di recinzione e cancello, saranno riempiti con terreno agrario.

È prevista una leggera movimentazione della terra al fine di raccordare il terreno riportato con quello circostante.

### **8.8 Classificazione dei rifiuti**

L'impianto fotovoltaico è costituito essenzialmente dai seguenti elementi:

- Apparecchiature elettriche ed elettroniche (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici);
- Cabine elettriche prefabbricate con fondazioni in cemento armato vibrato;
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici in acciaio e alluminio;
- Cavi elettrici;
- Tubazioni in PVC/HDPE per il passaggio dei cavi elettrici;
- Pietrisco della viabilità;
- Terreno di copertura dei cavidotti interrati.

Di seguito si riporta il codice CER relativo ai materiali suddetti:

- 20 01 36 apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici);

- 17 01 01 Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche);
- 17 04 05 Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici);
- 17 04 11 Cavi;
- 17 02 03 Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
- 17 05 08 Pietrisco (derivante dalla demolizione della viabilità);
- 17 05 04 Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03 (derivante dalla rimozione della ghiaia della viabilità).

## 9. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

L'utilizzo delle fonti rinnovabili di produzione di energia genera sull'ambiente circostante impatti socio-economici rilevanti, distinguibili in diretti, indiretti e indotti.

Gli impatti diretti si riferiscono al personale impegnato nelle fasi di costruzione dell'impianto fotovoltaico, ma anche in quelle di realizzazione degli elementi di cui esso si compone.

Gli impatti indiretti, invece, sono legati all'ulteriore occupazione derivante dalla produzione dei materiali utilizzati per la realizzazione dei singoli componenti dell'impianto fotovoltaico; per ciascun componente del sistema, infatti, esistono varie catene di processi di produzione che determinano un incremento della produzione a differenti livelli.

Infine, gli impatti indotti sono quelli generati nei settori in cui l'esistenza di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile comporta una crescita del volume d'affari, e quindi del reddito; tale incremento del reddito deriva dalle royalties percepite dai proprietari dei suoli e dai maggiori salari percepiti da chi si occupa della gestione e manutenzione dell'impianto.

\*\*\*\*\*