

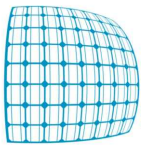


**REGIONE MOLISE
PROVINCIA DI CAMPOBASSO**



COMUNI DI S.GIULIANO DI PUGLIA, SANTA CROCE DI MAGLIANO, ROTELLO

**IMPIANTO FV "SAN GIULIANO" DELLA POTENZA DI
62.751 KWp + 20.000 KW c.a. BESS INTEGRATO CON AGRICOLTURA + OPERE
CONNESSE RTN**



STARENERGIA

StarEnergia srl
sede legale Via Francesco Giordani n. 42
80122 Napoli P.IVA 05769401216 PEC: starenergia@pec.it

RELAZIONE TECNICA

PROGETTISTI	PROPONENTE	SCALA
	<p>STAR MOLISE s.r.l. sede legale Via F. Giordani n. 42 80122 Napoli Tel.+39 081 060 7743 Fax +39 081 060 7876 Rea - NA-1066126 – C.F. e P.IVA 09898851218 mail: starmolise@starenergia.com PEC: starmolise@pecditta.com Cod. Univoco 5RUO82D</p>	
		TAVOLA
		RDAR-02

Redatto da: Arch. Pasquale Carbone	Controllato da: Dott.ssa Arianna Pilato	Approvato da: Ing. Roberto Caldara
Rev:	Data:	Note :
00	16/02/2023	

Sommario

1. <i>Proponente</i>	2
2. <i>Progettazione</i>	2
3. <i>Descrizione Progetto</i>	2
3.1 <i>Progetto</i>	2
4. <i>Producibilità Impianto</i>	3
4.1 <i>Condizioni Microclimatiche Locali</i>	3
5. <i>Calcolo Producibilità</i>	6
6. <i>Descrizione Fasi Lavorative</i>	9
7. <i>Piano di Dismissione</i>	11
8. <i>Stima Vita Utile Impianto</i>	21
9. <i>Calcolo dei proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia prodotta</i>	24
10. <i>Analisi delle Possibili Ricadute Sociali, Occupazionali ed Economiche</i>	26

1. Proponente

Il proponente del progetto è **STAR MOLISE s.r.l.** con sede legale in Via F. Giordani, 42, C.A.P. 80122 – Napoli P.IVA 09898851218 – Rea NA-1066126.

Il presente progetto è inquadrabile a tutti gli effetti nel piano strategico nazionale per la decarbonizzazione delle fonti produttive energetiche, attraverso significativi investimenti nella crescita delle rinnovabili, con primo obiettivo: ridurre progressivamente la generazione da fonti termoelettriche fino ad azzerarle entro il 2030.

2. Progettazione

La progettazione della documentazione tecnica è affidata alla società **STAR ENERGIA s.r.l.** con sede operativa in Napoli, in Via F. Giordani 42 – 80122, mail. info@starenergia.com, PEC: starenergia@pec.it che vanta esperienza quindicennale nella progettazione, iter procedurale autorizzativo, esecuzione, realizzazione e gestione di impianti fotovoltaici di media e grande taglia (utility scale) su suolo e su coperture civili ed industriali su tutto il territorio nazionale.

La società si avvale della collaborazione di professionisti interni ed esterni, nel campo dell'ingegneria elettrica/elettronica/elettromagnetica/strutturale - legislativo - dell'ingegneria ambientale, archeologia, agronomia ecc. con lo scopo di presentare soluzioni innovative ed ecocompatibili nel rispetto della normativa locale e nazionale e nella salvaguardia e valorizzazione del territorio

3. Descrizione Progetto

3.1 Progetto

La proposta progettuale prevede la realizzazione di una centrale, con una superficie complessiva di progetto pari a 102,38 ha circa ricadente nell'area agricola dei comuni di Santa Croce di Magliano e San Giuliano di Puglia (CB). L'impianto sarà composto da moduli bifacciali posizionati su trackers mono assiali orientati asse Nord-Sud (1P: 1 portrait) con sistema intelligente di rotazione al sole, compreso il backtracking, finalizzato alla massimizzazione della efficienza ed alla riduzione dell'utilizzo del suolo. L'intera centrale di produzione sarà collegata in antenna a 36KV come da preventivo di connessione (c.p. 202102773) di TERNA spa, presso un nuovo ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE)380/150 kV della RTN esistente (Rotello 380): Rotello 36kV.

Saranno realizzate strutture di supporto dei moduli, inseguitori solari mono assiali, in acciaio zincato a caldo ed ancorate al terreno tramite infissione diretta ad una profondità idonea a sostenere l'azione del vento/neve. Non saranno utilizzate fondazioni in cemento armato.

Il generatore fotovoltaico è stato progettato e configurato sulla base dei moduli fotovoltaici da 670 Wp cristallini bifacciali.

Le aree su cui verrà realizzato l'impianto sono costituite da suolo agricolo classificate secondo i piani in "Zona E – agricola".

Il comune di Santa Croce di Magliano e Rotello (Cb) non dispongono di un Piano Regolatore Generale ma sono dotati di un piano di Fabbricazione approvati con Legge n. 457 del 5 agosto 1978 il primo, e con deliberazione di G.R. n. 261 del 10 marzo 2008 il secondo. Il comune di San Giuliano di Puglia (Cb) è dotato di un Piano Regolatore Generale con delibera n. 56 del 22 febbraio 1980.

Pertanto, non si dispone di una cartografia di inquadramento delle aree oggetto di intervento nei piani comunali, in quanto incentrati sul centro abitato.

4. Producibilità Impianto

4.1 Condizioni Microclimatiche Locali

Il clima della zona è tipicamente mediterraneo, con inverni miti ed estati prevalentemente calde e secche. Nell'area di progetto le estati sono brevi, calde, asciutte e prevalentemente nuvolose. Durante l'anno, la temperatura in genere va da 4°C a 28°C ed è raramente inferiore a -1°C o superiore a 32 °C.

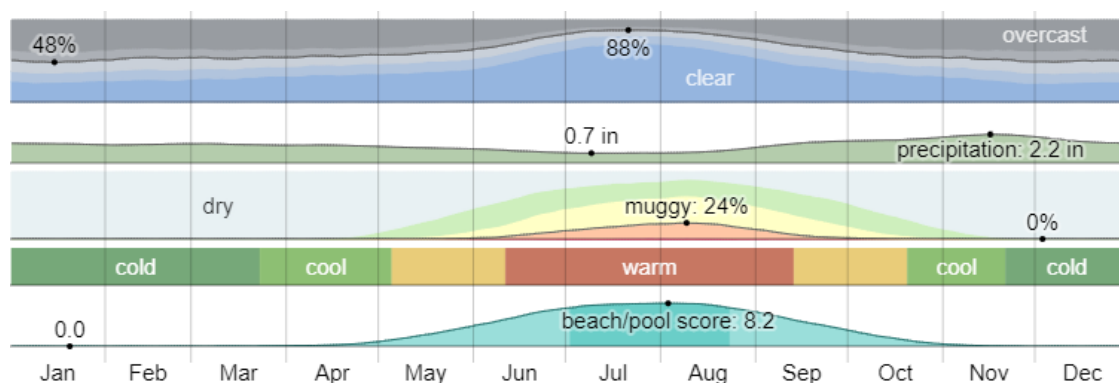


Figura 1: Dati Climatici - mensili area di progetto

Per mostrare le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, mostriamo la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno.

Il mese con la maggiore quantità di pioggia è novembre, con piogge medie di 56 millimetri.

Il mese con la minore quantità di pioggia è luglio, con piogge medie di 19 millimetri.

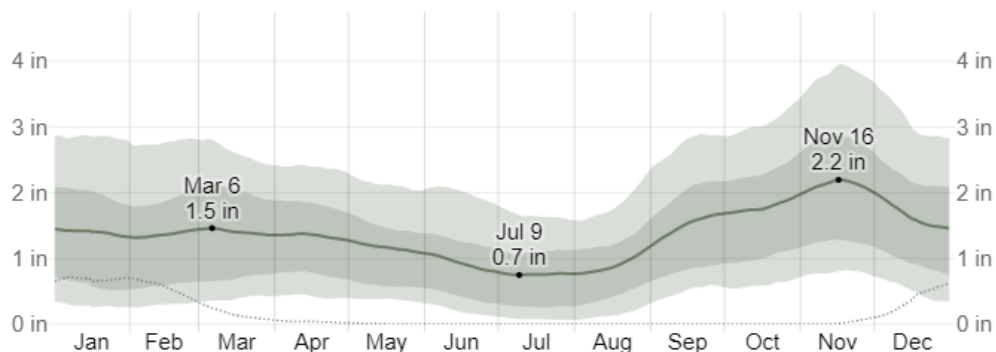


Figura 2: Dati precipitazioni medie mensili

La stagione calda dura 2,9 mesi, dal 15 giugno al 10 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 24°C. Il mese più caldo dell'anno è luglio, con una temperatura media massima di 28°C e minima di 20°C.

La stagione fresca dura 4,0 mesi, dal 22 novembre al 22 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 13°C. Il mese più freddo dell'anno è febbraio, con una temperatura media massima di 4 °C e minima di 9°C

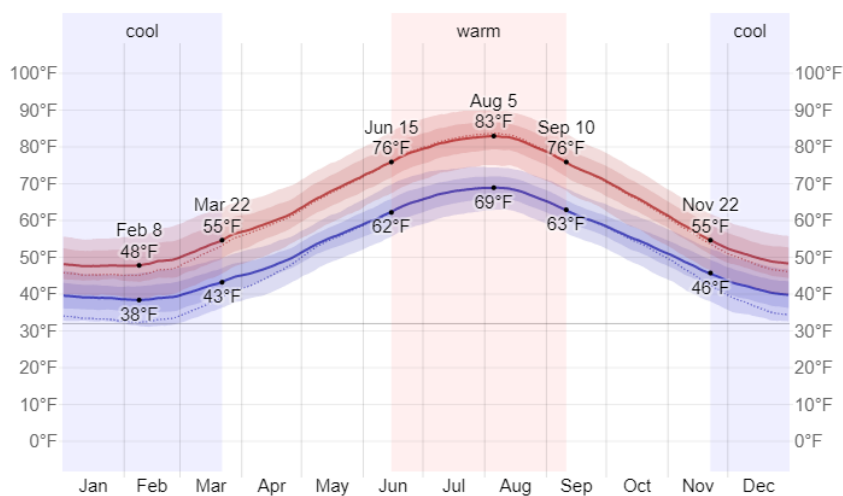


Figura 3 :Temperatura massima e minima media

La velocità oraria media del vento subisce moderate variazioni stagionali durante l'anno.

Il periodo più ventoso dell'anno dura 5,7 mesi, dal 2 novembre al 24 aprile, con velocità medie del vento di oltre 14,2 chilometri orari. Il mese più ventoso dell'anno è febbraio, con una velocità oraria media del vento di 16,2 chilometri orari.

Il periodo dell'anno più calmo dura 6,3 mesi, dal 24 aprile al 2 novembre. Il giorno più calmo dell'anno è agosto, con una velocità oraria media del vento di 12,0 chilometri orari.

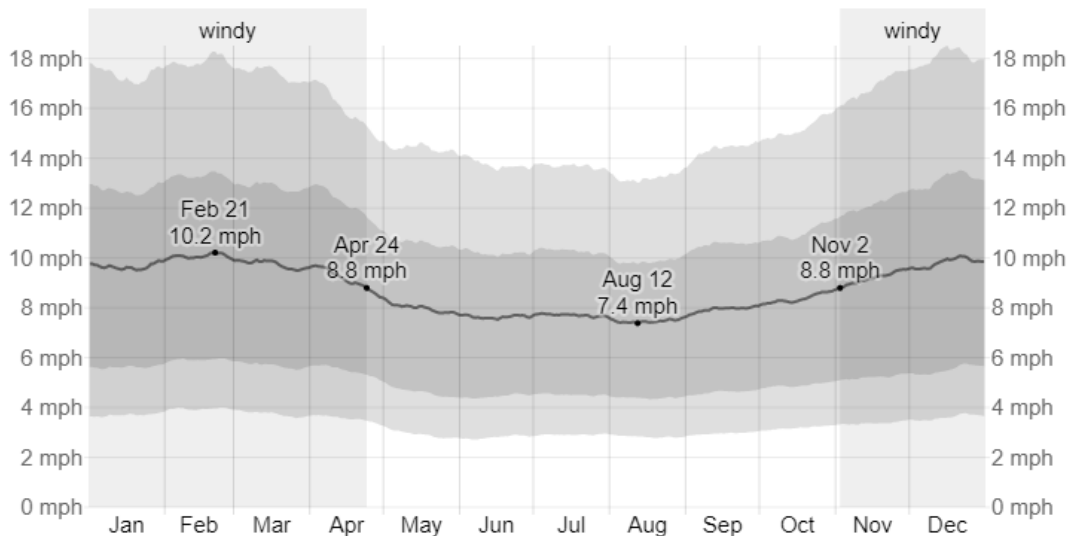


Figura 4: Velocità media del vento

La lunghezza del giorno cambia significativamente durante l'anno. Nel 2023, il giorno più corto è il 22 dicembre, con 9 ore e 9 minuti di luce diurna il giorno più lungo è il 21 giugno, con 15 ore e 13 minuti di luce diurna.

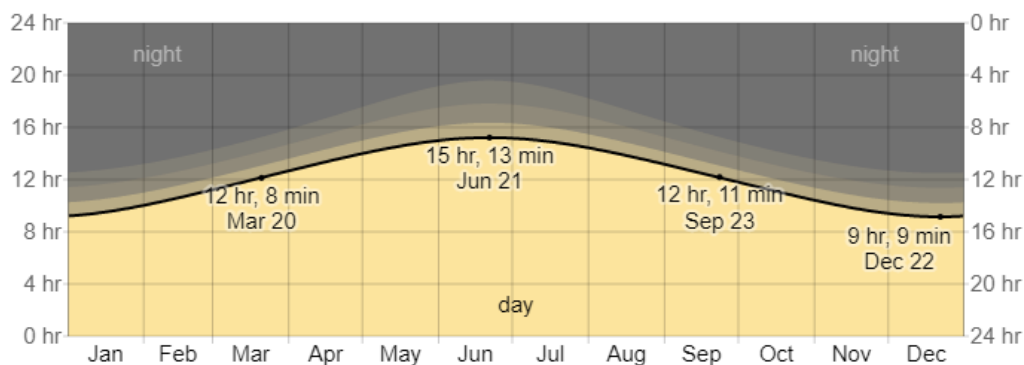


Figura 5: ore di luce diurna e crepuscolo

L'energia solare a onde corte incidente giornaliera media subisce estreme variazioni stagionali durante l'anno.

Il periodo più luminoso dell'anno dura 3,2 mesi, dal 11 maggio al 18 agosto, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di oltre 6,5 kWh. Il mese più luminoso dell'anno è luglio, con una media di 7,5 kWh.

Il periodo più buio dell'anno dura 3,5 mesi, dal 30 ottobre al 15 febbraio, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato di meno di 2,9 kWh. Il mese più buio dell'anno è dicembre, con una media di 1,7 kWh.

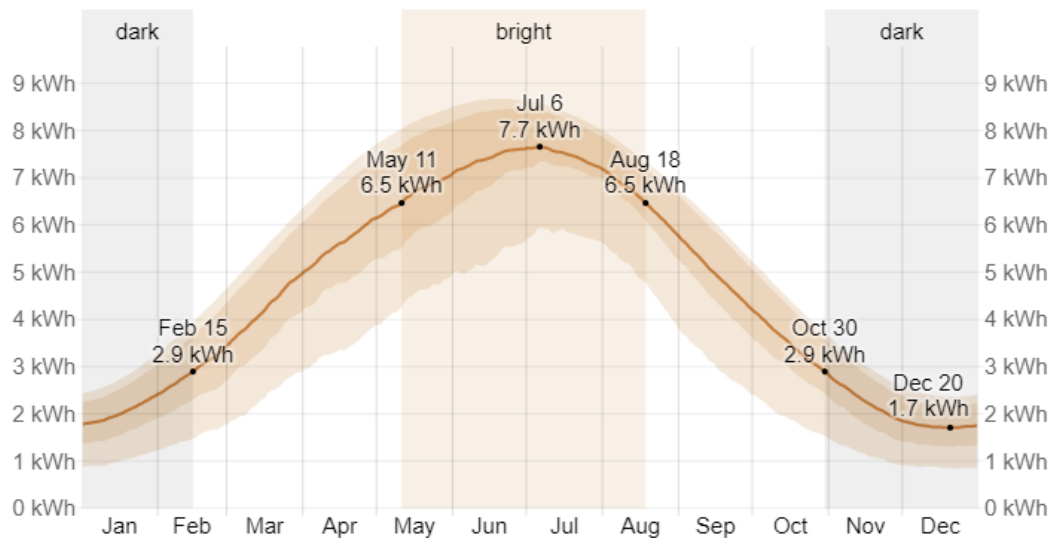


Figura 6: Energia solare a onde corte incidente giornaliera media

5. Calcolo Producibilità

Ai fini della progettazione, il valore di radiazione solare sul piano orizzontale e sul piano ottimale dei moduli nella località individuata nel comune di Santa Croce di Magliano e San Giuliano di Puglia (Cb), è stato desunto dalle tabelle prodotte dalla comunità europea disponibili al sito

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/tools.html#PVP

Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	41.714,15.045
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-SARAH2
Primo anno:	2005
Ultimo anno:	2020

Tabella 1: dati di input calcolo

Irraggiamento solare mensile

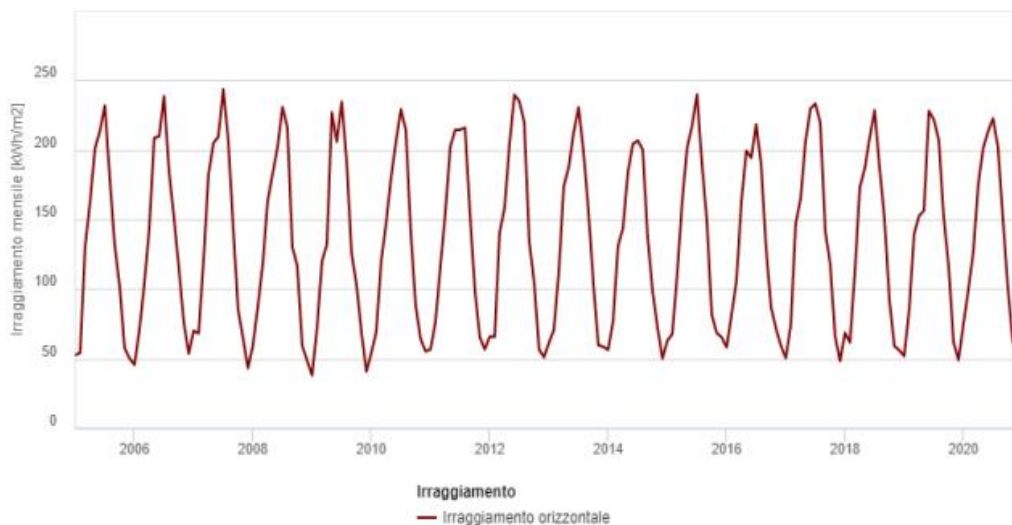


Figura 7: Irraggiamento solare mensile

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:

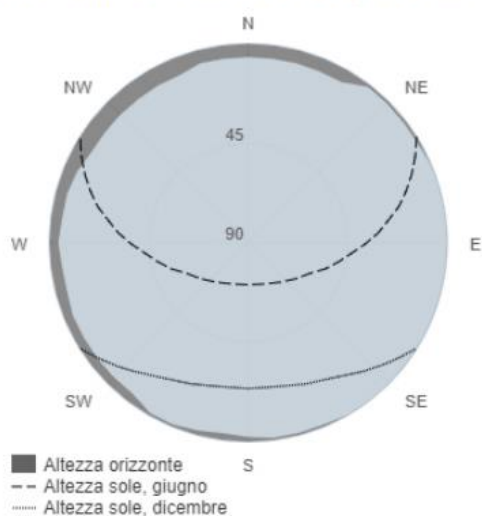
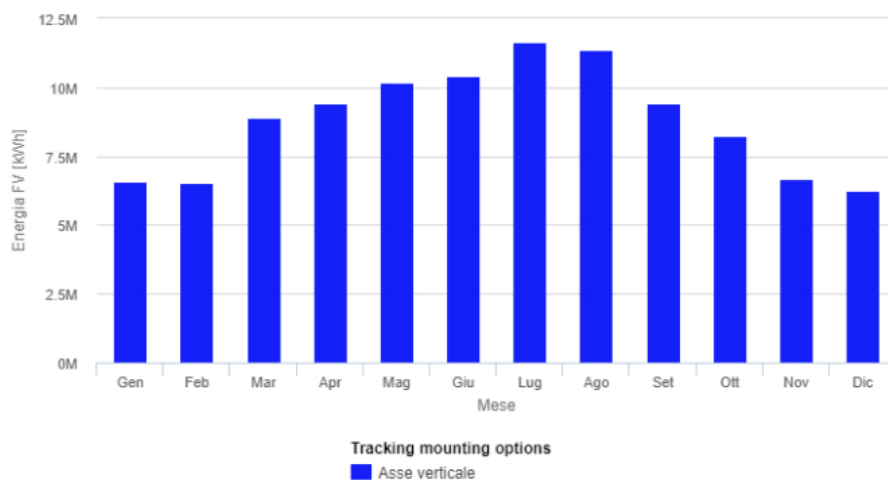


Figura 8: Grafico dell'orizzonte al luogo scelto

Energia mensile da sistema FV ad inseguimento:



Irraggiamento mensile nel piano di inseguimento:

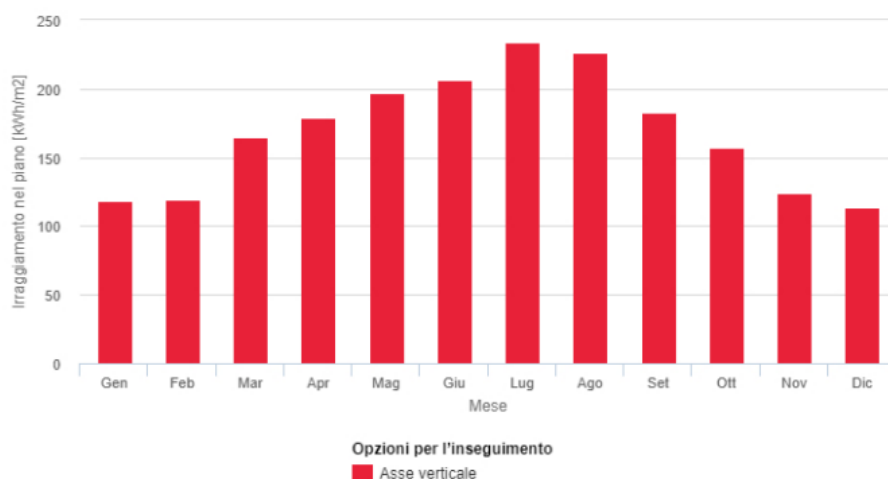


Figura 9: irraggiamento/energia media mensile

Rendimento FV ad inseguimento

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV

Valori inseriti:		Output del calcolo	
Latitudine/Longitudine:	41.710,15.041		VA*
Orizzonte:	Calcolato	Angolo inclinazione [°]:	90
Database solare:	PVGIS-SARAH2	Produzione annuale FV [kWh]:	105657659.82
Tecnologia FV:	Silicio cristallino	Irraggiamento annuale [kWh/m²]:	2022.31
FV installato:	62751 kWp	Variazione interannuale [kWh]:	4330982.4
Perdite di sistema:	10 %	Variazione di produzione a causa di:	
		Angolo d'incidenza [%]:	-2.25
		Effetti spettrali [%]:	1.03
		Perdite temp. ed irr. bassa [%]:	-6.33
		Perdite totali [%]:	-16.74

* VA: Asse verticale

Figura 10: rendimento impianto

Producibilità impianto calcolata pari a **105.657.659,82 kWh/anno**.

6. Descrizione Fasi Lavorative

INSERIMENTO DELLE OPERE NEL CONTESTO TERRITORIALE

Gli interventi proposti sono improntati sul principio di ripristinare da un punto di vista geomorfologico e vegetazionale i luoghi allo stato originario.

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali e non contemporanee di lavoro che permettono di contenere le operazioni in punti limitati del sito di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico da un punto di vista dell'impatto sui sistemi naturali, antropici e paesistici, è concepito con la massima attenzione e rispetto del contesto naturale dove deve inserirsi. I concetti di reversibilità degli interventi e di salvaguardia del territorio sono alla base del presente progetto che tende a evitare e/o ridurre al minimo possibile le interferenze con le componenti paesaggistiche presenti nei territori circostanti.

I lavori in fase di cantieramento e costruzione saranno modesti e tali da non avere un particolare impatto sui luoghi. Ciononostante, si tenderà a minimizzare l'impatto mediante operazioni di ripristino geomorfologico e vegetazionale dei luoghi a fine dei lavori di costruzione e

successivamente, a fine vita utile dell'impianto, con il ripristino dei luoghi allo stato originario a cui lo stesso è destinato, cioè quello di **area agricola**.

FASE DI COSTRUZIONE

Movimenti Terra e smaltimento

Per le cabine di vettoriamento e le Powerstation sono state previste fondazioni superficiali costituenti una platea di fondazione da 50 e 30 cm per superfici di circa 130 mq, per le quali saranno previste esigue profondità di scavo dell'ordine dei 50-70 cm.

I trackers invece, essendo costituiti in pali in acciaio zincato (galvanizzato) infissi nel terreno, non prevedono la realizzazione di scavi.

Per quanto concerne la viabilità, essendo il terreno interessato dall'impianto caratterizzato da pendenze contenute, non vi sarà necessità di effettuare grossi scavi per la realizzazione della stessa, ma saranno sufficienti livellamenti e compattazioni per profondità di circa 30 cm massimi al fine di consolidare e/o formare il cassonetto.

Per le linee elettriche di connessione BT ed MT interne all'area di impianto saranno previste le realizzazioni di scavi in trincea della profondità di 60-90 cm ed una larghezza tra 40-60cm. Il materiale derivante dagli scavi per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine di conversione e di consegna, per la realizzazione della nuova viabilità di servizio e quello proveniente dagli scavi per la realizzazione degli elettrodotti interrati può essere diviso in due categorie: terreno agricolo e suolo sterile.

La prima categoria è costituita dalla frazione superficiale del suolo e può essere utilizzata per bonifiche agrarie delle aree prossime all'impianto e/o stoccata in area dedicata per essere successivamente utilizzata per i ripristini geomorfologici e vegetazionali delle aree a completamento dei lavori e per la fase di dismissione.

I detriti appartenenti alla seconda categoria, in quanto materiali aridi, verranno utilizzati, dopo opportuna selezione, per la realizzazione dei rinterri delle vie cavi e per la gestione delle terre e rocce da scavo è stato previsto il "piano preliminare di terre e rocce da scavo" per il riutilizzo in sito e lo smaltimento della frazione di terreno non riutilizzata.

Strade Impianto

La viabilità interna dell'impianto, considerate le condizioni geologiche ed orografiche dei suoli, sarà ottenuta mediante semplice battitura dei suoli over prevista e/o asportazione del terreno vegetale con le fasi di seguito indicate:

- ✓ tracciamento topografico;
- ✓ scavo di sbancamento (compresa l'asportazione del terreno vegetale) per la formazione del cassonetto previa l'eventuale rimozione di ceppaie e la regolarizzazione del fondo. Essendo il terreno interessato dall'impianto quasi pianeggiante gli scavi per la realizzazione della viabilità di servizio saranno minimi e volti alla sola realizzazione del cassonetto;
- ✓ compattazione del fondo degli scavi ai fini della realizzazione della sovrastruttura stradale;
- ✓ posa in opera di geo tessuto con funzione di separazione;
- ✓ costituzione del cassonetto con idonee materie (tipo misto naturale di cava), per strati di

spessore di 30 cm.

Si provvederà a are sì che il piano di posa sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane e seguendo l'originaria configurazione del piano campagna. Il geo-tessuto sarà posto in opera con l'asse longitudinalmente parallelo alla lunghezza della strada prevedendo sovrapposizioni di 20 cm.

Il materiale da utilizzare per la formazione del cassonetto sarà o prelevato da cave al di fuori dell'area di cantiere, subordinatamente alle disposizioni di legge vigenti, alla idoneità delle terre da utilizzare ed ovviamente materiali appartenenti alle categorie A1 ed A3.

Fondazioni cabine ed inverte e recinzione di cantiere

La recinzione perimetrale del sito è costituita da pali in ferro zincato installati su cubetti in calcestruzzo armato e rete metallica. Mentre si ritiene che i pesi propri degli elementi strutturali siano trascurabili rispetto alla capacità portante del terreno, per quanto minima sia la resistenza delle parti superficiali, sarà necessario verificare in fase esecutiva la stabilità della recinzione nei confronti del ribaltamento.

Fondazioni strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici

I pali di supporto delle strutture, costituiti da profilati in acciaio zincato, sono infissi nel terreno. Il palo viene eseguito previa battitura nel terreno mediante opportune macchine battipalo. Compatibilmente con i risultati delle indagini geofisiche effettuate sull'area dell'impianto tali soluzioni risultano applicabili riservandosi una valutazione di dettaglio in fase esecutiva, nel caso in cui siano necessarie altre tipologie di pali di fondazione, sempre nell'ottica di evitare la fondazione in cemento, potranno essere adottati pali di fondazione a vite.

Cavidotti

Il trasporto di energia in BT avviene mediante cavi interrati posti in cavidotti corrugati in PVC rinfiacati con sabbia secondo le prescrizioni CEI 11-17 per i tracciati su terreno agricolo e in ottemperanza alle prescrizioni del N.C.d.S. per i cavidotti insistenti lungo la viabilità pubblica e privata. Gli scavi saranno eseguiti con mezzi meccanici e/o a mano, in sezione obbligata e ristretta onde evitare inutili ed eccessivi movimenti di materiale.

Il cavidotto, per i cavi di potenza e per i cavi strumentali, è costituito da più tubi posti su una o più file alloggiati all'interno di uno scavo a sezione ristretta. I corrugati saranno allettati su un idoneo letto di sabbia e con la stessa si procederà al loro rinfranco. Il rinterro verrà realizzato con idoneo materiale selezionato proveniente dagli scavi.

Il tracciato dei cavidotti sarà integrato e dotato di pozzetti di sezionamento e di raccordo realizzati in calcestruzzo armato con idonei chiusini carrabili.

7. Piano di Dismissione

Il Decreto Legislativo 49/2014 (di seguito, "Decreto" o D.lgs. 49/2014), di attuazione della Direttiva 2012/19/UE, disciplina la gestione e lo smaltimento dei Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche – RAEE.

All'art. 4, lett. gg), del Decreto, sono definiti "rifiuti derivanti dai pannelli fotovoltaici" (di

seguito “RAEE fotovoltaici”) i RAEE provenienti dai nuclei domestici, originati da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale inferiore a 10 kW. Tutti i rifiuti derivanti da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale superiore o uguale a 10 kW sono considerati, invece, RAEE professionali.

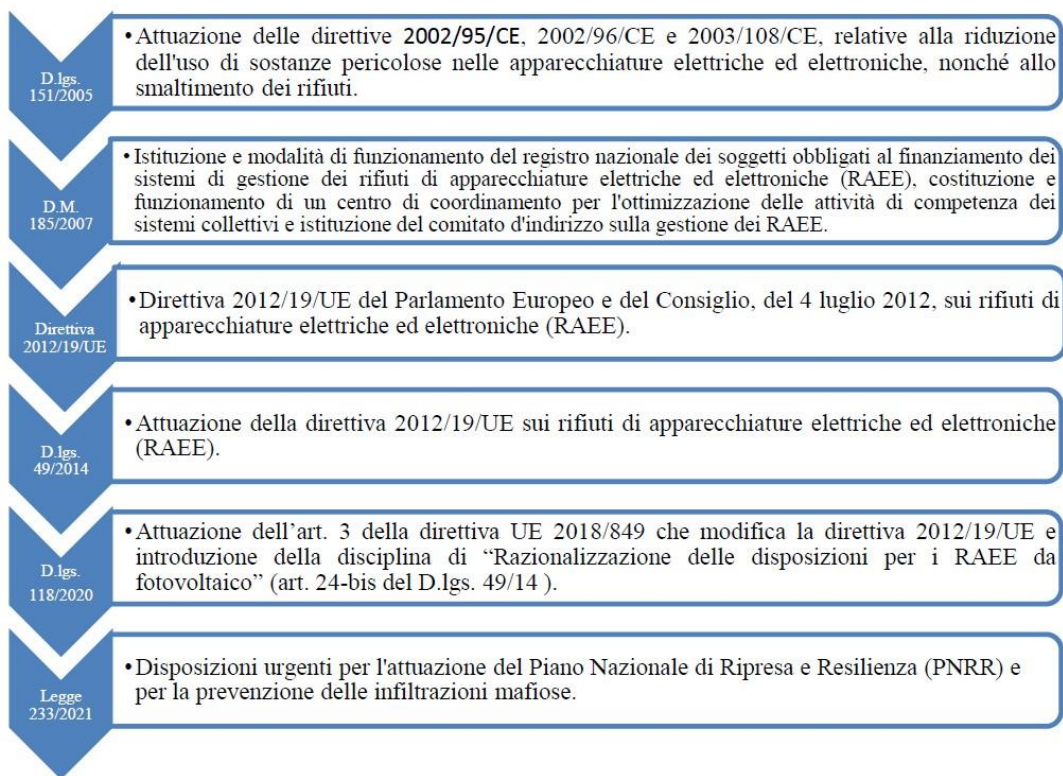
Per quanto concerne la gestione dei rifiuti prodotti dai pannelli fotovoltaici di impianti che beneficiano dei meccanismi incentivanti previsti dai Conti Energia, come indicato agli artt. 24-bis e 40 del D.lgs. 49/2014, il Gestore dei Servizi Energetici – GSE S.p.a. (di seguito “GSE”) trattiene dagli incentivi una quota finalizzata ad assicurare la copertura dei costi di gestione dei rifiuti prodotti da tali pannelli. L’obiettivo è quello di garantire il finanziamento delle operazioni di raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento “ambientale compatibile” dei suddetti rifiuti.

La somma trattenuta viene restituita al detentore a seguito dell’accertamento dell’avvenuto adempimento degli obblighi previsti dal Decreto.

Il GSE, accertato l’avvenuto smaltimento dell’impianto fotovoltaico, anche se verificatosi dopo la scadenza del periodo di incentivazione, restituirà la quota trattenuta al Soggetto che in quel momento è titolare dell’impianto. A tale scopo, i cambi di titolarità, anche se successivi al periodo di incentivazione, dovranno essere debitamente comunicati al GSE, secondo le modalità di cui al “Manuale operativo per i cambi di titolarità”, pubblicato sul sito internet del GSE.

Il Decreto legislativo 3 settembre 2020, n.118, prevede, all’art.1, lett. c), che “i Soggetti Responsabili degli impianti fotovoltaici possano prestare la garanzia finanziaria, prevista dal Gestore dei servizi energetici (GSE) nel disciplinare tecnico, nel trust di uno dei sistemi collettivi riconosciuti. Il GSE definisce le modalità operative ed è autorizzato a richiedere agli stessi responsabili degli impianti fotovoltaici idonea documentazione [...]”.

Il D.L. 6 novembre 2021, n.152 «Disposizioni urgenti per l’attuazione del Piano nazionale di ripresa e Resilienza (PNRR) e per la prevenzione delle infiltrazioni mafiose», convertito con modificazioni dalla Legge 29 dicembre 2021, n. 233 (entrata in vigore l’1 gennaio 2022), prevede l’estensione del processo di trattenimento delle quote a garanzia (o, in alternativa, di esercitare l’opzione prevista dall’art.1, comma 1, lett. c) del D.lgs. 118/2020) anche per gli impianti incentivati ai sensi del IV e del V Conto Energia, precedentemente esclusi in quanto regolamentati, in materia di fine vita dei moduli fotovoltaici, dai relativi Decreti di incentivazione della fonte solare.



Per il corretto smaltimento dei pannelli fotovoltaici il Soggetto Responsabile può procedere, autonomamente qualora iscritto all'Albo dei Gestori Ambientali oppure tramite un sistema individuale o collettivo o soggetti autorizzati per la gestione dei codici CER ovvero attraverso un'impresa che svolge attività di raccolta e trasporto di rifiuti iscritta all'Albo dei Gestori Ambientali, al trasferimento del RAEE a un impianto di trattamento, ai fini del corretto trattamento e smaltimento dello stesso.

Sul territorio nazionale esistono diversi sistemi collettivi che, riconosciuti dal GSE e conformi ai requisiti del Ministero (MiTE) previsti dalla normativa RAEE, provvedono alle pratiche di gestione dei rifiuti fotovoltaici per la gestione del sistema di garanzia del fine-vita dei pannelli fotovoltaici in Italia.

Infatti, con il D.lgs. 118/2020 il MiTE intende sanare una situazione potenzialmente pericolosa e non regolamentata, affidandosi a soggetti certificati dal MiTE stesso, ed evitare che la gestione del fine-vita dei pannelli fotovoltaici sia eseguito in maniera illecita e dannosa per l'ambiente.

Nel caso specifico essendo l'impianto di nuova realizzazione ed in fase di progettazione, la fornitura dei moduli fotovoltaici sarà dotata di certificazione di produzione europea in conformità alla Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE ed alle normative di settore attualmente vigenti e future, pertanto sarà sottoposto già all'atto di contrattualizzazione al sistema di garanzia di fine-vita previsto dai singoli produttori di moduli fotovoltaici.

Dettagli riguardanti lo smaltimento

Nel seguito, si analizzano brevemente le principali operazioni di smaltimento di ciascun componente dell'impianto fotovoltaico. Per le specifiche tecniche riguardanti lo smaltimento di ogni singola componente dell'impianto fotovoltaico si rimanda alle direttive dei fornitori dei principali componenti dell'impianto. Si sottolinea che nella fase di dismissione dell'impianto i vari componenti potranno essere sezionati in loco con il conseguente impiego di automezzi più piccoli per il trasporto degli stessi.

L'opera a fine esercizio verrà smantellata e sarà ripristinato lo stato dei luoghi attraverso l'eliminazione di recinzioni, strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici, cabine elettriche ed impianti tecnologici.

Le opere programmate per lo smobilizzo e il ripristino dell'area sono individuabili come segue:

- a. Rimozione dei pannelli fotovoltaici e sue strutture portanti;
- b. Rimozioni vie cavi;
- c. Rimozioni strada di servizio;
- d. Rimozione di recinzione e relativi punti di fondazione;
- e. Rimozione cabine elettriche relativa platea di fondazione;
- f. Sistemazione delle aree interessate e relativo ripristino vegetazionale.

Moduli Fotovoltaici

Il riciclo dei moduli fotovoltaici nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è un fattore determinante e da non sottovalutare se si vuole che gli impianti fotovoltaici rappresentino totalmente un sistema di produzione dell'energia elettrica ecologico e sostenibile. Al termine della loro vita utile, i pannelli costituiscono un rifiuto elettronico e come tutti i rifiuti hanno una ricaduta ambientale. Fino ad oggi non esiste una direttiva europea per lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici, anche perché il numero delle installazioni fotovoltaiche giunte alla fine del loro ciclo di vita è ancora contenuto. Fortunatamente esistono già delle indicazioni ben precise riguardanti lo smaltimento di tali strutture.

Con l'intento di rendere veramente "verde" l'energia fotovoltaica e con lo slogan "Energia fotovoltaica energia doppiamente verde", l'industria del fotovoltaico ha dato vita al consorzio europeo PV Cycle. PV Cycle è l'Associazione Europea per il ritiro volontario e il riciclaggio dei moduli fotovoltaici giunti alla fine del proprio ciclo di vita. È stata fondata a Bruxelles nel 2007 dalle principali imprese del settore, supportata anche dall'EPIA e dall'Associazione dell'Industria Solare tedesca (BSW). È diventata operativa dal giugno 2010, anche se già nel 2009 ha coordinato le operazioni per il riciclaggio dell'impianto di Chevetogne (uno dei primi 16 impianti pilota FV avviati e sostenuti dalla Commissione europea nel 1983).

Raccoglie al suo interno produttori e importatori leader di moduli fotovoltaici e rappresenta più del 90% del mercato FV europeo. La sua mission è di mappare tutti i moduli FV a fine vita in Europa (e EFTA – Svizzera, Norvegia, Liechtenstein e Islanda), ovvero quelli scartati dall'utilizzatore finale o danneggiati durante il trasporto o l'installazione, e come obiettivo si propone di organizzarne e stimolarne la raccolta e riciclaggio. Lo schema disegnato da PV Cycle consiste nell'utilizzare dei centri di raccolta sparsi su tutto il territorio europeo, presso i

quali possono essere conferiti i moduli da destinare a riciclaggio.

I materiali che costituiscono i moduli fotovoltaici sono il silicio (che costituisce le celle), quantità trascurabili di elementi chimici non tossici inseriti nel silicio stesso, vetro (protezione frontale), fogli di materiale plastico (protezione posteriore) e alluminio (per la cornice). La procedura di riciclo prevede in una prima fase l'eliminazione dell'EVA (Etilvinile acetato), le colle e le parti plastiche. Si prosegue con la separazione del vetro ed eventualmente delle parti di alluminio con il loro riciclo attraverso i canali tradizionali. Per quanto riguarda invece il sistema di imballaggio dei moduli fotovoltaici i materiali prevalenti sono cartone e plastica. Inoltre, i pannelli fotovoltaici rientrano nell'ambito di applicazione dei RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) la cui gestione è oggi disciplinata dalla Direttiva 2012/19/EU, recepita in Italia dal D.lgs. n. 49 del 14 marzo 2014.

In particolare, la rimozione dei pannelli fotovoltaici verrà eseguita da ditte specializzate, con recupero dei materiali. Le strutture in acciaio, e quelle in vetro verranno smontate e saranno smaltite presso specifiche aziende di riciclaggio, analogamente la cornice dei moduli fotovoltaici verrà avviata presso un centro di raccolta per l'alluminio.

Per il progetto in esame sono previsti l'installazione di **93.660 moduli** fotovoltaici e quindi la loro successiva dismissione. Dai quali è possibile distinguere i principali componenti da smaltire valutati separatamente, tra cui le componenti polimeriche, il vetro, l'alluminio e la cella fotovoltaica.

EVA e Parti Plastiche

L'EVA è un copolimero di polietilene ed acetato di vinile, è flessibile, elastico, resistente agli urti e non contiene plastificanti, né altri additivi. L'EVA è usato laddove si richiedano flessibilità, elasticità, resistenza dielettrica, robustezza e compatibilità. L'EVA e le materie plastiche sono entrambi polimeri che possono essere riciclati attraverso due meccanismi di riciclo che consistono in una tipologia di tipo eterogeneo ed una tipologia di tipo omogeneo. **Il riciclo eterogeneo** viene effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, taniche, vaschette, big bags, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo possono essere presenti, anche se in quantità minime, PET, inerti, altri materiali e metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica e dimensionale seguita da una magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste tre separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare.

Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi:

- Triturazione, frantumazione grossolana del materiale
- Densificazione
- Estrusione.

In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà tritare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta tritato il materiale può essere direttamente estruso. Le difficoltà presenti

nel riciclo eterogeneo sono legate alle differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati. Questo problema esclude la possibilità d'impiego di plastiche eterogenee per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi. Con particolare riferimento al **riciclo omogeneo** di polimeri termoplastici il riciclatore dovrà accertarsi che nel polimero da trattare non siano presenti altri polimeri, materiali inerti, cariche o additivi in quantità tale da pregiudicare la processabilità.

Successivamente alla fase di raccolta, e separazione da altri materiali, la plastica viene accuratamente selezionata per tipologia di polimero.

Le metodologie di separazione che si possono effettuare sono diverse:

- Separazione magnetica
- Separazione per flottazione
- Separazione per densità
- Galleggiamento
- Separazione per proprietà aerodinamiche
- Setaccio tramite soffio d'aria

Vetro

Il vetro sarà sottoposto a diversi trattamenti per allontanare le quantità, anche rilevanti, di impurità che contiene (plastica, materiali ceramici, materiali metallici ferrosi e non).

Ciò si può fare con sistemi diversi, in parte manuali, ma sempre più automatizzati. Nella prima fase vengono allontanati i corpi estranei di dimensioni relativamente grandi che verranno allontanati; successivamente un lavaggio con acqua provvederà ad eliminare sostanze diverse (sughero, plastica, terra, ecc.). Mediante dispositivi magnetici vengono allontanati parte dei materiali metallici; quelli non metallici si eliminano, almeno in parte, manualmente. Il prodotto vetroso viene quindi macinato e sottoposto a vagliatura (per trattenere le parti estranee non sminuzzate), ad aspirazione con aria (per allontanare le impurità leggere), ad ulteriore deferrizzazione (per trattenere su magneti i componenti ferrosi) e con *metal detector* (per separare quelli non magnetici). Dopo questi trattamenti, che possono essere ripetuti più volte, avviene il processo di frantumazione, viene mescolato al materiale grezzo, quindi inviato ai forni di fusione per ottenere pasta di vetro che servirà per produrre nuovi oggetti in vetro. Non esistono limitazioni nel suo impiego, ma l'aumento dei quantitativi utilizzati nell'industria vetraria dipende strettamente dalla qualità del rottame.

Alluminio

La produzione dell'alluminio primario è ad alta intensità energetica perché notevole è il consumo di energia legato al processo di separazione per elettrolisi; per questa ragione l'industria dell'alluminio ha compiuto nel tempo numerosi sforzi orientati, da una parte, alla prevenzione e al miglioramento dell'efficienza produttiva e delle performance ambientali dei propri processi di produzione e dall'altra, al recupero e al riciclo dei rottami. Sono state progressivamente avviate attività di prevenzione finalizzate alla riduzione della quantità di materia prima impiegata, in particolare la riduzione degli spessori nel comparto degli

imballaggi in alluminio ha portato ad un sensibile calo in peso della materia impiegata.

Per ragioni tecniche, economiche ed ambientali, l'opzione del riciclo è sempre stata, fin dalla prima commercializzazione dei prodotti in alluminio, parte integrante della strategia produttiva dell'industria dell'alluminio stesso. Il riciclo dell'alluminio contribuisce alla razionalizzazione del consumo di risorse come il silicio, il rame, il magnesio, il manganese e lo zinco. La qualità dell'alluminio non è alterata dal processo di riciclo che può avvenire infinite volte con un risparmio di energia pari al 95% di quella impiegata per produrre alluminio a partire dalla materia prima. La produzione mediante rifusione dei rottami recuperati richiede, infatti, solo il 5% dell'energia che viene impiegata nella produzione primaria. L'alluminio riciclato viene utilizzato per molteplici applicazioni, dai trasporti (auto, biciclette, treni, motoveicoli) ai casalinghi (caffettiere, tavoli, sedute, librerie), dall'edilizia (serramenti, rifiniture, porte) agli imballaggi (lattine, vaschette, bombolette, film).

Celle Fotovoltaiche

Le celle invece vengono trattate in modo chimico per renderle pulite dai metalli e dai trattamenti sia di antiriflesso che dopanti. Si riottengono così delle strutture denominate "wafer" che possono costituire nuovamente la materia prima per nuovi moduli previo debito trattamento. Le celle che accidentalmente dovessero rompersi invece vengono riciclate nei processi di produzione dei lingotti di silicio.

Al termine della vita utile dell'impianto, in definitiva, i pannelli potranno essere smaltiti con la tecnologia sin qui esposta; è presumibile però che detta tecnologia risulterà sicuramente migliorata e resa più efficace negli anni a venire.

Strutture di Supporto

Le strutture di sostegno sono costituite da una struttura in profilati in materiali ferrosi (acciaio zincato – galvanizzato) ancorati a terra mediante infissione diretta nel suolo. Tutti gli elementi verranno smontati ed inviati ad un centro di raccolta e riutilizzo di materiali ferrosi.

Secondo la tipologia di trackers identificata, costituita per ospitare 60 moduli fotovoltaici si presume un peso in ferro dei relativi componenti che costituiscono il telaio pari a circa 1.400 Kg/tracker. Per tutto l'impianto in progetto sono previsti l'installazione di 1.561 trackers.

Linee e Quadri Elettrici

Le linee elettriche sono realizzate in parte fuori terra: dai pannelli fino ai connettori di stringa ed interrate da qui fino agli inverter e dagli inverter fino al locale di smistamento. Tutte le linee verranno sfilate e accatastate. Per quanto riguarda i cavi interrati la rimozione dei cavi verrà eseguita attraverso lo scavo a sezione ristretta al fine di consentire lo sfilaggio dei cavi. Si procederà alla rimozione e demolizione dei pozzetti di sezionamento/raccordo. Si procederà quindi alla chiusura degli scavi e al ripristino dei luoghi.

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

Pertanto, il cavo elettrico soprattutto i cavi in media tensione utilizzati per le connessioni tra

cabina e inverter risultano costituiti da più componenti che brevemente si richiamano:

- ✓ La parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio;
- ✓ Il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla mescola di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari;
- ✓ L'insieme del conduttore e del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo;
- ✓ Un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura;
- ✓ La guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.
- ✓ Talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come, ad esempio, una fasciatura o una armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.

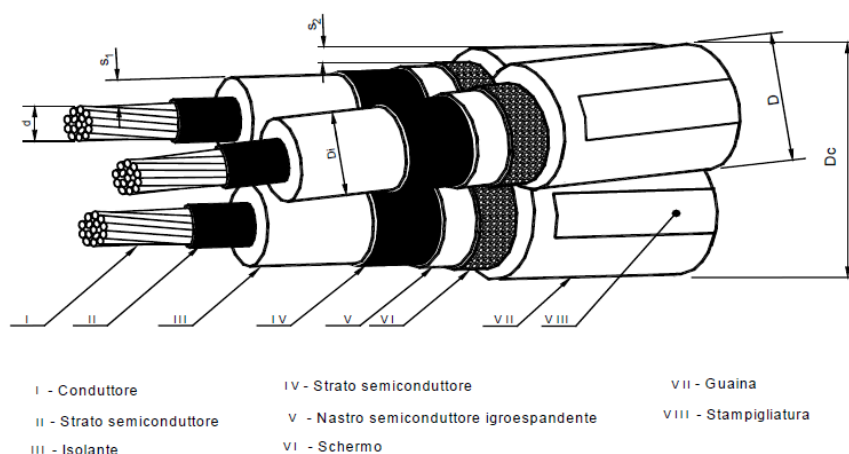


Figura 11: Tipologia terna di cavi

Si procederà quindi al recupero dell'alluminio e del rame dei cavi come elemento per riciclaggio, il calcestruzzo dei pozzetti verrà recuperato da ditte specializzate. Successivamente si opererà la separazione fra le guaine isolanti in materiali di sintesi ed il conduttore vero e proprio (rame per le linee in b.t. ed alluminio per le linee in m.t.) Una volta separati gli elementi plastici verranno inviati alla piattaforma di settore per il recupero di tali materiali mentre i metalli verranno inviati a riutilizzo.

Il riciclaggio di questi componenti coinciderà con il riciclaggio della plastica e del metallo. Da un punto di vista pratico la separazione tra i diversi materiali avviene attraverso il loro passaggio in alcuni macchinari separatori. Tali macchinari separatori utilizzano la tecnologia della separazione ad aria e sono progettati appositamente per il recupero del rame dai cavi

elettrici. Sfruttando la differenza di peso specifico dei diversi materiali costituenti la struttura del cavo si può separare il rame dalla plastica e dagli altri materiali.



Figura 12: Macchinari tipo per recupero materiale

Allo stesso modo i quadri elettrici verranno smontati e separati fra i vari elementi costituenti carcasse metalliche ed apparecchi di misura e controllo ed avviati per quanto possibile a riutilizzo, le parti relative agli interruttori verranno invece inviate a smaltimento in discarica per rifiuti speciali.

Cabine Elettriche

Le cabine elettriche e la Power Station interna all'impianto saranno realizzate in elementi *monoblocchi prefabbricati* con struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo realizzato in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

Le pareti del monoblocco hanno uno spessore di 8 cm (NomEL n°5 del 5/89) per i quali si effettuerà una semplice rimozione, la piattaforma di appoggio verrà demolita e rimossa per l'avvio a smaltimento in apposita discarica. Le caratteristiche della cabina monoblocco consentono la recuperabilità integrale del manufatto con possibilità di poterla spostare e riutilizzare in altro luogo.

Pozzetti Elettrici

Nei pozzetti elettrici verrà demolita la copertina, la quale verrà consegnata da ditte specializzate per il recupero dei materiali, e inoltre la parte superficiale delle pareti, dopo aver sfilato i cavi i pozzetti verranno riempiti con materiale inerte nella parte profonda e con uno strato di cotica vegetale la parte superficiale in modo da eliminare eventuali ostacoli alla coltivazione del fondo.

Viabilità Interna

La viabilità interna è prevista in materiali inerti permeabili e non necessita di alcuna opera di

rimozione, verrà conservata in esercizio anche dopo la dismissione dell'impianto per migliorare la viabilità connessa con lo sfruttamento agricolo. La presenza della viabilità rappresenta in ogni caso una fascia antincendio che conviene mantenere in funzione anche dopo la dismissione dell'impianto.

Aree di Installazione dei Pannelli

Una volta rimossi i pannelli e le strutture di sostegno le aree di sedime verranno restituite alla loro destinazione originaria. Tale restituzione avverrà mediante la realizzazione di semplici opere di regolarizzazione del terreno: infatti durante la conduzione dell'impianto fotovoltaico non verranno utilizzati diserbanti ma si procederà periodicamente al taglio della vegetazione senza aratura. In questo modo la vegetazione tagliata negli anni si trasformerà in torba che migliora sensibilmente le caratteristiche agronomiche del terreno. Inoltre, concretizzando la possibilità di coltivare le aree tra gli interfilari dei moduli continuerà a mantenere inalterate le condizioni agricole dei suoli.

Recinzione

I materiali che costituiscono la recinzione sono acciaio per la parte in elevazione e per la parte in fondazione. Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico, qualora la recinzione non debba più assolvere alla funzione di protezione dell'area che circonda, sarà smantellata e i suoi materiali costituenti seguiranno i processi classici di riciclo precedentemente esposti.

La demolizione dei cubetti di fondazione poste alla base della recinzione ed il relativo sfilaggio dei montati sarà tale da consentire il ripristino geomorfologico dei luoghi con terreno agrario e recuperare il profilo originario del terreno.

In tale modo sarà quindi possibile, nelle limitate aree interessate dagli interventi, restituire le stesse all'uso originario per le attività di tipo agricolo. Il materiale proveniente dalle demolizioni, cls e acciaio, verrà consegnato da ditte specializzate per il recupero dei materiali. Considerando uno sviluppo di circa 10.914 ml di recinzione con 5.457 montanti di peso ciascuno di circa 6 Kg, mentre la rete per un peso di 0,60 kg a mq circa., si conferiranno alle discariche o alle industrie del riciclo circa 50 t di ferro.

Conclusioni

Sarà quindi possibile, nelle aree interessate dagli interventi, restituire le stesse all'uso originario per le attività di tipo agricolo, tenendo sempre conto che l'area interessata è collocata all'interno della zona agricola.

Si prevede in generale il ripristino del manto vegetazionale, e ove necessario, il ripristino di vegetazione arborea, utilizzando essenze autoctone, per raggiungere le finalità espresse di ripristino dei luoghi allo stato originario, si ricorda a riguardo che l'area di progetto ricade su suoli a carattere industriale di comparto, pertanto in quest'ottica saranno effettuate le azioni di ripristino in coerenza con gli standard urbanistici di zona.

È importante sottolineare che l'intervento proposto è totalmente reversibile; infatti, data la tipologia di strutture previste, saranno sufficienti pochi e brevi interventi per lo smontaggio dei manufatti ed il ripristino dei luoghi, di durata estremamente contenuta; sono stimati infatti

pochi mesi (da 8 a 12) di cantiere edile, senza necessità di creare ulteriori infrastrutture, seppur temporanee, per eseguire l'operazione e restituire l'area di intervento alle condizioni ante-operam.

8. Stima Vita Utile Impianto

Alla luce delle variazioni di mercato degli impianti fotovoltaici risulta oggi molto importante, in fase di business plan per la costruzione di impianti fotovoltaici utility scale definire la vita utile e le performance a fine vita di un impianto al fine di un'attenta valutazione sul ritorno economico dell'investimento da attuare.

Dalla letteratura oggi esistente e dalle analisi di mercato effettuati in questi ormai è possibile evidenziare come ad oggi risultano esistenti impianti da più di 25 anni (parliamo di impianti del 1994).

La durata di un impianto fotovoltaico dipende fortemente dalla durata dei suoi componenti principali, quali pannelli e inverter. Come si vede dalla figura sottostante che rappresenta le sostituzioni sugli impianti comunicate al GSE nel 2018, i principali componenti soggetti a guasto e, quindi, a sostituzione sono: i moduli per il 44,5% e gli inverter per il 32,8%. Gli inverter costituiscono ancora una delle componenti più critiche, benché si sia assistito negli anni ad un costante miglioramento delle prestazioni connesse alla loro durata media di vita.

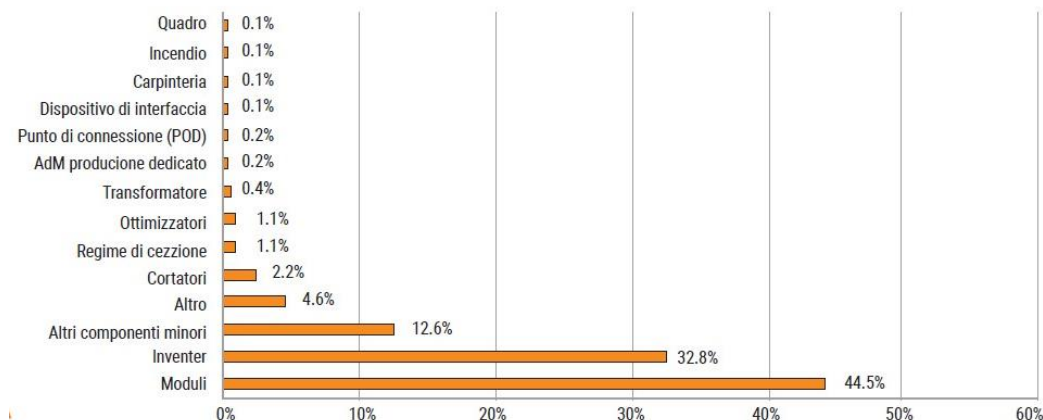


Figura 13: Inventario guasti (fonte GSE)

Inoltre, analizzando uno studio condotto da National Renewable Energy Laboratory è stato analizzato il calo di produzione in relazione alla riduzione delle prestazioni dei moduli nel medio e lungo termine. Dallo studio effettuato su pubblicazioni scientifiche dei monitoraggi dei tassi di degrado.

Sono state effettuate valutazioni in merito alle osservazioni sulle tecnologie fotovoltaiche costituite da diverse tipologie di componenti e valutando la percentuale di degrado è stato osservato che per l'intera tecnologia fotovoltaica, indipendentemente dalla caratteristica e tipologia costruttiva il degrado medio è attestato sullo 0,8% e valutando la mediana del degrado delle prestazioni di un impianto fotovoltaico è di 0,5%.

Inoltre, sono state effettuate analisi anche sulla tipologia di modulo fotovoltaico utilizzato evidenziando che per moduli in silicio cristallino il degrado medio dei moduli è lo 0,7% rispetto a quelli a film sottile che è del 1,5%. In ogni caso si è stimato che per la maggioranza dei casi osservata la percentuale di degrado medio è sempre inferiore all'1%.

Nei grafici sottostanti sono evidenziate le diverse percentuali di degrado per anno in funzione della tecnologia o della tipologia di modulo utilizzato diversificando in base a moduli prodotti pre o post 2000.

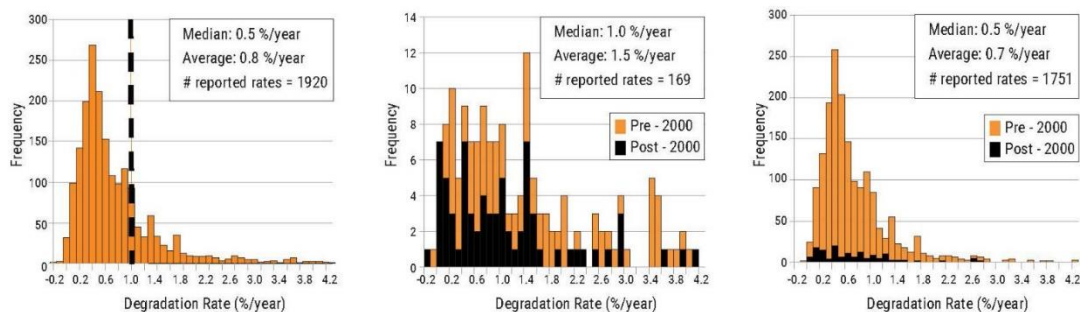


Figura 14: Tasso di degrado moduli

C'è da evidenziare inoltre che i moduli con alto tasso di degrado difficilmente vengono lasciati in sito per lunghi periodi. Pertanto, una valutazione corretta del tasso di degrado è stata effettuata anche in funzione della durata di esposizione da cui è emerso che il tasso di degrado complessivo dell'impianto si riduce all'aumentare del tempo di esposizione.

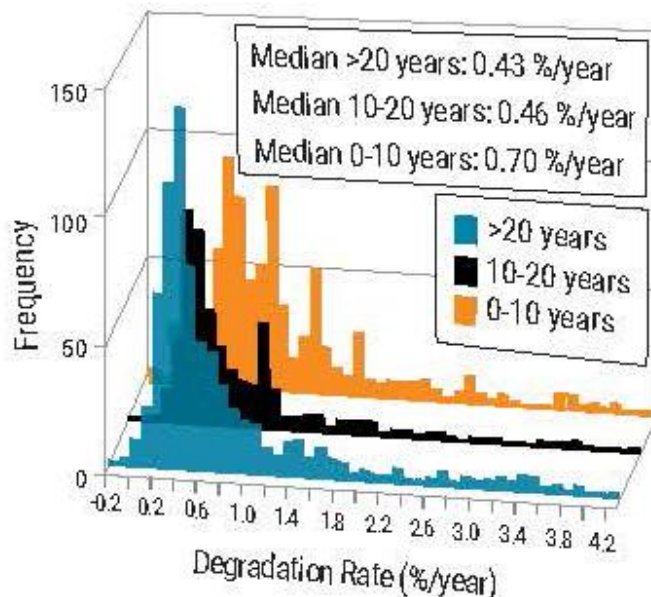


Figura 15: Tasso di degrado per tempo di esposizione

Analizzando le valutazioni dello studio effettuato, valutando la durata delle componenti e le considerazioni effettuate sul degrado degli stessi nelle varie condizioni operative si evidenzia

che ci sono le basi per delle garanzie a lungo termine. Inoltre, esistono e sono attivi ancora impianti che sono in funzione da oltre 25 anni del tutto in linea con le considerazioni del tasso di degrado medio delle prestazioni di impianto.

Inoltre, nelle more di quanto fin qui espresso ed a consolidare le considerazioni fatte, c'è da sottolineare che oggi la maggior parte dei produttori di moduli ed inverter rilasciano prestazioni a garanzia per un minimo di 5 anni estendibili fino anche a 20-30 anni.

Si aggiunge infine che un sondaggio pubblicato nel mese di Giugno 2020 da Berkeley Lab e condotto su 19 stakeholder (tra cui sviluppatori, sponsors, proprietari di impianti e consulenti) conferma che l'aspettativa di vita utile degli impianti fotovoltaici utility scale nella maggior parte dei casi è di 30 anni o superiore. L'aspettativa è passata da una durata media di 21,5 anni nel 2007 a 32,5 anni nel 2019. Nell'immagine che segue è illustrato come è cambiata nel tempo l'aspettativa di vita utile degli impianti fotovoltaici su larga scala.

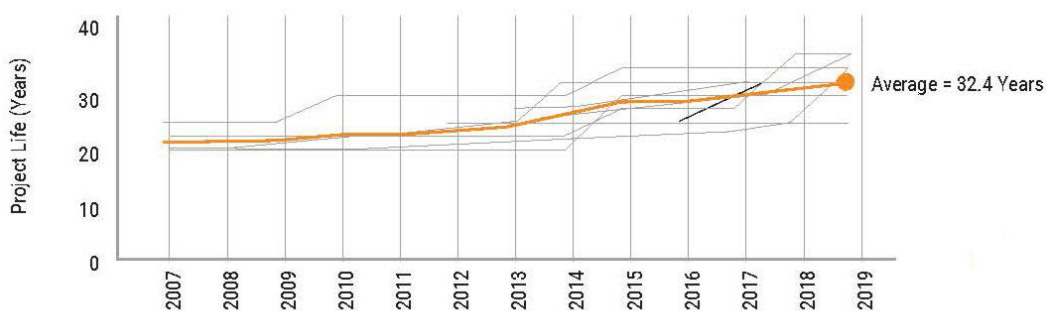


Figura 16: aspettativa vita utile impianti FV

In conclusione, è possibile affermare che:

- ✓ esistono già impianti in funzione da oltre 25 anni,
- ✓ il tempo di vita medio dei principali componenti di un impianto fotovoltaico è cresciuto notevolmente negli anni e questo trend verosimilmente proseguirà,
- ✓ il tasso di degrado medio dei pannelli consente prestazioni ragionevoli anche dopo 25 anni di funzionamento,
- ✓ esistono già diversi produttori che forniscono garanzie fino a 30 anni su alcune tipologie di pannelli e, tramite estensione di garanzia, fino a 20-25 anni sugli inverter.
- ✓ L'aspettativa degli stakeholder sulla vita utile di un impianto fotovoltaico utility scale è nella maggior parte dei casi di almeno 30 anni.

In conclusione, sembra possibile ipotizzare un tempo di vita **superiore ai 25 anni** nella definizione dei business plan per la costruzione di nuovi impianti fotovoltaici utility scale come quello di progetto.

9. Calcolo dei proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia prodotta

Per i grandi impianti, con potenza superiore a una soglia almeno pari a 1 MW, l'incentivo è attribuito attraverso procedure competitive di aste al ribasso effettuate in riferimento a contingenti di potenza, come avveniva già nei precedenti schemi di incentivazione.

Per la valutazione dei possibili scenari economici previsti, ad oggi per impianti FV realizzati su suoli industriali è prevista la possibilità di accedere al meccanismo di incentivazione, sulla producibilità annua, mediante l'accesso a gare a base d'asta entro un massimale di potenza complessiva per cui è difficile, se non impossibile, definire un prezzo anticipatamente. Infatti, in caso di partecipazione all'asta di un gran numero di progetti, non tutti potranno essere destinatari di un prezzo di vendita incentivato. Per questo motivo l'energia prodotta da quest'impianto fotovoltaico sarà venduta sul libero mercato attraverso un sistema di vendita definito P.PA. – Power Purchasment Agreement.

Tel scenario di vendita, insieme ad altri, sono i più comuni in Italia. Per meglio comprenderne il meccanismo si riportano alcune indicazioni a riguardo desunte da uno studio realizzato dall'Avv. Lorenzo Parola per il tramite della società "Elettricità Futura – Imprese elettriche italiane".

Nello studio citato si valutano le possibilità come vantaggi e criticità per le varie tipologie di Contratto di Acquisto dell'Energia (PPA- Power Purchase Agreement) diversificate in Utility PPA, Backstop PPA, Autoconsumo/SEU, Virtual PPA e Corporate PPA.

Per le **Utility PPA** si evidenziano i diversi scenari ammissibili

- ✓ Consegna fisica dell'energia e delle garanzie d'origine
- ✓ Prezzi personalizzati e spesso condizioni standard dell'*oftaker (acquirente)* (o EFET CPPA)
- ✓ Prezzi scontati rispetto al prezzo di mercato all'ingrosso. A volte prezzi fissi o *collar*. I prezzi possono, in ipotesi, anche essere dinamici -possibilità per il produttore di fissare i prezzi con l'acquirente e/o il *trader*
- ✓ Lunga (15 anni) o breve (1/2 anni) durata

I vantaggi per questa tipologia sono la maggiore scelta nei mercati competitivi da parte dell'acquirente con la possibilità di ricorrere a gare al fine di assicurarsi prezzi migliori e la bancabilità delle operazioni con acquirenti rappresentati da utility quotate e solvibili.

Gli svantaggi sono le fluttuazioni sui prezzi nella maggior parte dei casi, che risultano scontati rispetto ad un indice, la minore flessibilità per approfittare delle opportunità di mercato e la possibile mancanza di affidabilità creditizia rispetto ad operatori più affermati.

Corporate PPA

- ✓ L'acquirente si accorda direttamente con il produttore;
- ✓ L'acquirente può concludere a sua volta un PPA con un grossista;
- ✓ Consegna fisica dell'energia e delle garanzie di origine;

- ✓ È spesso alla base di investimenti e/o project financing.

I vantaggi in questa forma sono la certezza del prezzo nei contratti a lunga durata, un mercato più ampio a disposizione per entrambe le figure in gioco, credenziali green per l'acquirente corporate.

Gli svantaggi sono dovuti alle complessità in caso di particolari forme contrattuali come, ad esempio, con intervento di un grossista (UdD), l'acquirente può scegliere di non assumere i rischi nell'ambito del PPA (come, ad esempio, il prezzo zonale) ed infine una minore standardizzazione.

Virtual PPA + strategie di copertura

- ✓ Sono solitamente strutturate come un contratto per differenze;
- ✓ Non vi è la consegna fisica dell'elettricità, ma a volte permangono elementi di fisicità;
- ✓ Può essere alla base di Investimenti e/o project financing.

I vantaggi sono nella certezza nei contratti a lunga durata, nessun requisito di prossimità geografica la minore esposizione al rischio di credito-esposizione solo per le differenze di pagamento.

Gli svantaggi sono dovuti alle incertezze dello strumento finanziario il cui quadro regolatorio e contabile va considerato attentamente nelle singole particolarità e la complessità della documentazione.

Indice di riferimento nei Virtual PPA, inoltre, è definito dai ricavi PPA fisici, dai ricavi Virtuali e dal prezzo dell'elettricità.

L'inizio ed il termine delle PPA si diversificano a seconda della tipologia. per la PPA secondo gli standard di mercato hanno una durata inferiore rispetto al trend di mercato, per le utility PPA il termine è allineato alla durata del finanziamento mentre per le corporate PPA il termine è variabile con la possibilità di comportare una maggiore esposizione ai rischi di mercato o al cambio dell'acquirente. In alcuni casi si prevedono termini anche oltre i 20 anni.

Ovviamente al tutto vanno considerate conseguenze relative alle specifiche di settore per le risoluzioni anticipate, per quelle generate da inadempimenti di qualsiasi natura oltre alla definizione del prezzo caratterizzato dalla correlazione tra termine e la struttura del prezzo come l'incertezza dello stesso o clausole di aggiustamento (inflazione), l'esposizione al rischio di mercato, garanzie e costi di sbilanciamento, incentivi, prezzi negativi, ecc.

Allo stato attuale c'è un forte interesse da parte dei clienti finali tuttavia persiste la percezione, in particolare da parte delle PMI, dei PPA come strumenti sofisticati e rischiosi. Inoltre, c'è da sottolineare la mancanza di offerta addizionale. In Italia ci sono pochi corporate PPA e solo alcuni Sleeve/back to back PPA e contratti di fornitura green di lunga durata. Tutto ciò è dovuto alle criticità instaurati dalla complessità del Permitting e, per impianti fotovoltaici ed eolici, a causa della scarsità della fornitura nell'ambito delle aste sono stati aggiudicati incentivi molto alti ciò rende i PPA "out-of-the money". Altre criticità sono dovute alla modifica di legge la riforma di mercato è attesa, e dalla difficoltà di strutturare i corporate PPA a causa di alcune limitazioni imposte dalla regolazione.

A fronte dell'ampia diversificazione in cui lo scenario economico attuale permane e dalla difficoltà di poter stabilire un prezzo chiaro per l'incentivazione di un impianto fotovoltaico come quello in oggetto si procede al calcolo dei possibili proventi annui derivanti dalla valorizzazione dell'energia mediante la producibilità stimata e l'attuale Strike Price – indice di riferimento dedotto dalle ultime evidenze di mercato. In base alle considerazioni del primo quadrimestre 2022 in virtù della forbice del prezzo dell'energia che si può verificare sul sito del Gestore del Mercato Elettrico tra la fonte gas (circa 200 €/MWh e la fonte solare pari a 58 €/MWh) si è scelto il floor di tale prezzo, anche in virtù del fatto che coincide con la fonte in oggetto.

Pertanto, a fronte di una **Producibilità** impianto stimata pari a **105.657.659,82 kWh/anno** ed ai fini della valutazione dei proventi annui considerando uno **Strike-price** pari a **58 Euro/MWh** è possibile definire un **Provento Annuo** pari a **6.128.144.269,56 Euro/anno**.

10. Analisi delle Possibili Ricadute Sociali, Occupazionali ed Economiche

Analisi Possibili ricadute Sociali

Quale ricaduta sociale primaria, la realizzazione del parco fotovoltaico, il cui funzionamento a pieno regime garantirà la produzione di 62,75 MWp di energia elettrica derivante da fonte rinnovabile, contribuirà a rafforzare significativamente il processo di sensibilizzazione dell'opinione pubblica sulla scelta di utilizzo di energia pulita (e quindi totalmente ecologica). La realizzazione del progetto permetterà la riqualificazione dell'area interessata dalle opere di costruzione e connessione alla rete elettrica nazionale, con la parziale riasfaltatura delle strade lungo le quali saranno posati i cavidotti. Per quanto concerne gli ulteriori risvolti positivi socioculturali derivanti dalla realizzazione del progetto, sarà possibile organizzare iniziative di informazione e sensibilizzazione sulla produzione ed utilizzo di energia da fonte rinnovabile, ad esempio:

- visite didattiche nel parco fotovoltaico aperte alle scuole ed università;
- attività di formazione dedicate al tema delle energie rinnovabili, aperte alla popolazione locale.

L'offerta di questo tipo di opportunità di formazione alla popolazione locale può contribuire a ridurre i costi sociali che, generalmente, caratterizzano l'iniziale scarsa fiducia nelle nuove tecnologie produttive, riducendone la dipendenza economica da un solo settore, incoraggiando la diversificazione delle attività svolte **localmente, favorendone la robustezza e crescita economica.**

Ricadute Occupazionali

La realizzazione e la gestione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto comporterà delle ricadute positive sul contesto occupazionale locale. Infatti, sia per le operazioni di cantiere che per quelle di manutenzione e gestione delle varie parti di impianto, si prevede di utilizzare in larga parte, compatibilmente con la reperibilità delle professionalità necessarie,

risorse locali In particolare, compatibilmente con il quadro economico di progetto, per la fase di cantiere si stima di utilizzare per le varie lavorazioni, le seguenti categorie professionali: lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri; lavori civili (strade, recinzione, cabine): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori; lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete di terra, cabine): elettricisti, operai specializzati, camionisti, ingegneri; montaggio supporti pannelli: topografi, ingegneri, operai specializzati, saldatori; opere a verde: vivaisti, agronomi, operai generici. Anche l'approvvigionamento dei materiali ad esclusione delle apparecchiature complesse, quali pannelli, inverter e trasformatori, verrà effettuato per quanto possibile nel bacino commerciale locale dell'area di progetto. Successivamente, durante il periodo di normale esercizio dell'impianto, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso. Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza. Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e operai agricoli/giardinieri per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto (taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.).

L'occupazione nel settore fotovoltaico discende dalle principali attività di seguito elencate a titolo esemplificativo:

Progettazione/Autorizzazione	Installazione/Cantiere	Gestione/Manutenzione
Consulenza	Consulenza	Generatori
	Fondazioni	Trasformatori
	Cavi e connessione alla rete	Installazioni Elettriche
	Trasformatori	Sistemi di controllo remoto
	Sistemi di Controllo	Pulizia Pannelli
	Strade	Sicurezza

Tabella 2: Attività di riferimento

La fase di progettazione del parco ha già generato un significativo indotto economico per la società progettista in cui l'impiego delle risorse umane qualificate incrementa all'aumentare della quantità e qualità degli elaborati da realizzare (preparazione della documentazione da presentare per la valutazione di impatto ambientale e per la progettazione dell'impianto).

La realizzazione del parco fotovoltaico e delle relative opere di connessione, come espresso, coinvolgerà tecnici qualificati locali.

Le esigenze di gestione e manutenzione del parco contribuiranno all'occupazione locale, tramite la nuova creazione di posti di lavoro ad elevata specializzazione, come tecnici specializzati nel monitoraggio e controllo delle performance d'impianto, responsabili delle

manutenzioni periodiche su strutture metalliche ed apparecchiature elettromeccaniche.

A queste risorse si unirà il personale tecnico impiegato per il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici ed i lavoratori agricoli impiegati nelle attività di sfalcio.

La realizzazione e l'esercizio del progetto favoriranno la generazione di competenze in loco, che possono essere eventualmente valorizzate e reimpiegate in altre attività produttive e di consulenza, determinando un apporto di risorse qualificate da impiegare nel lungo periodo.

Nella tabella successiva è riportato il numero di risorse, con la relativa qualifica, che saranno indicativamente coinvolte nelle attività relative all'impianto in oggetto:

FASE	NUMERO DI RISORSE	TIPOLOGIA DI RISORSA
REALIZZAZIONE	2	Tecnico Specialista
	5	Operaio generico
	3	Operaio Specializzato Elettrico
	2	Carpentiere
	2	Autotrasportatore
	2	Giardiniere
ESERCIZIO	2	Operaio Specializzato Elettrico
	2	Meccanico
	2	Vigilanza
	1	Giardiniere

Tabella 3: Possibili risorse e qualifiche coinvolte

Ricadute Economiche

Attualmente le quotazioni dell'energia elettrica sono sensibilmente aumentate. Le cause sono molteplici, legate ai crescenti prezzi di carbone e petrolio, alle tensioni internazionali, all'aumento dei costi del gas naturale ed altro.

Un ulteriore fattore che ha sostenuto i prezzi dell'energia elettrica è da ricercarsi nei costi sostenuti per l'emissione di CO₂.

I produttori di energia elettrica, infatti, sono tenuti ad approvvigionarsi, sul mercato esistente, delle quote necessarie per coprire il proprio fabbisogno di emissioni CO₂, legato alla potenza prodotta dai propri impianti.

Per quantificare, allora, il beneficio che il progetto in questione avrà a livello economico, si moltiplica il valore dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico durante l'anno pari, in media, a **100,87 GWh/a** - per il fattore di emissione CO₂ per ogni kWh riferito agli impianti di produzione di energia da fonte non rinnovabile, per il tempo di vita dell'impianto - stimato in circa 25 anni.

- Riduzione emissioni CO₂ annue pari a 50.032 t/anno almeno;

Valutando lo stesso valore per 25 anni si ottiene una riduzione di emissioni evitate nell'arco di

Star Molise s.r.l

vita presunta dell'impianto pari a 1.250.800 t/CO₂.

Valutando le quantità di emissioni evitate in merito al prezzo medio diritti di emissione, stimato in via cautelativo ed escludendo le fluttuazioni di mercato in rialzo dell'ultimo periodo, in **25 € (anno rif. del 2019)** si ottiene un risparmio pari a **31.270.000 €**.

INDICE DELLE FIGURE E TABELLE

<i>Figura 1: Dati Climatici - mensili area di progetto</i>	3
<i>Figura 2: Dati precipitazioni medie mensili</i>	4
<i>Figura 3 :Temperatura massima e minima media</i>	4
<i>Figura 4: Velocità media del vento</i>	5
<i>Figura 5: ore di luce diurna e crepuscolo</i>	5
<i>Figura 6: Energia solare a onde corte incidente giornaliera media</i>	6
<i>Figura 7: Irraggiamento solare mensile</i>	7
<i>Figura 8: Grafico dell'orizzonte al luogo scelto</i>	7
<i>Figura 9: irraggiamento/energia media mensile</i>	8
<i>Figura 10: rendimento impianto</i>	9
<i>Figura 11:Tipologia terna di cavi</i>	18
<i>Figura 12: Macchinari tipo per recupero materiale</i>	19
<i>Figura 13: Inventario guasti (fonte GSE)</i>	21
<i>Figura 14: Tasso di degrado moduli</i>	22
<i>Figura 15: Tasso di degrado per tempo di esposizione</i>	22
<i>Figura 16: aspettativa vita utile impianti FV</i>	23
<i>Tabella 1:dati di input calcolo</i>	6
<i>Tabella 2: Attività di riferimento</i>	27
<i>Tabella 3: Possibili risorse e qualifiche coinvolte</i>	28