

IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO "MOLINELLA"

Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato di potenza pari a 24,99 MWp
e relative opere di connessione alla RTN con potenza in immissione di 25,00 MW
da ubicarsi nei Comuni di Molinella (BO), Argenta (FE) e Portomaggiore (FE)

REGIONE EMILIA ROMAGNA COMUNE DI MOLINELLA (BO) E COMUNI DI ARGENTA E PORTOMAGGIORE (FE)

ELABORATO: Relazione tecnica generale

FORMATO

CODICE ELABORATO

A4

FL_MOL_R.01

COMMITTENTE:

MOLINELLA ENERGY S.R.L.

Via Morgone n.14 – 40062 Molinella (BO)

P.I. 04243221209

PROGETTISTA:

Flo.Ren. S.R.L.

Via Giorgio Baglivi 3 – 00161 Roma

P.IVA e C.F. 14140331001

Info@florenweb.com



Palma Investimenti e Servizi S.R.L.

Viale del Monte Oppio 24 – 00184 Roma

P.IVA e C.F. 10530381002

info@palmainvestimenti.it



REV.	DATA	DESCRIZIONE	
01	08-25		
REDATTO		VERIFICATO	APPROVATO
A.S.		F.D.	F.G.C.

Sommario

1. Premesse	4
2. Sintesi del progetto	6
3. Opere principali da eseguirsi	8
4. Descrizione dettagliata del progetto	9
4.1 Criteri progettuali e condizionamenti indotti dalla natura dei luoghi	9
4.2 Caratteristiche generali dell'impianto fotovoltaico	9
4.2.1 Caratteristiche dei moduli fotovoltaici e delle strutture di sostegno	10
4.2.2 Caratteristiche delle Power Station	13
4.2.3 Caratteristiche della componente agricola	14
4.2.4 Linea interrata di collegamento alla Stazione Utente di Sezionamento	14
4.2.5 Stazione Utente di Sezionamento	15
4.2.6 Linea interrata di collegamento alla nuova SE Terna	16
5. Progetto delle linee elettriche	17
5.1 Linee AT in c.a – Condizioni di posa e installazione	18
5.1.1 Premessa	18
5.1.2 Cavi	18
5.1.3 Superamento delle interferenze del cavidotto di connessione col reticolo idraulico	18
5.1.4 Superamento delle interferenze del cavidotto di connessione con altre condutture interrate	19
5.1.5 Giunti e connettori	19
5.1.6 Terminali e capocorda	20
5.1.7 Protezione e segnalazione dei cavi	20
5.1.8 Fibre ottiche	21
5.1.9 Controlli e verifiche	21
5.2 Linee BT in c.c.	21
5.3 Linee BT in c.a.	21
5.4 Impianti speciali	21
5.4.1 Sistema antintrusione	21
5.4.2 Sistema di monitoraggio	22
6. Opere civili	23
6.1 Opere di movimentazione terra	23
6.2 Viabilità di servizio	23
6.3 Recinzioni perimetrali	23

6.4 Opere in conglomerato cementizio	23
7. Stima della producibilità	24
7.1 Criterio di stima dell'energia prodotta.....	24
7.2 Ombreggiamento	24
7.3 Producibilità attesa	25

1. Premesse

La presente relazione si riferisce al progetto per la costruzione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Molinella” e delle relative opere di connessione alla RTN, con potenza totale richiesta ai fini della connessione di 25 MW. L'impianto agrivoltaico sarà ubicato nel Comune di Molinella (BO) e sarà collegato in antenna a 36 kV su una nuova stazione elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Ferrara Focomorto – Ravenna Canala” e alla linea RTN a 132 kV “Portomaggiore – Bando”. La nuova SE 380/132/36 kV denominata “Portomaggiore” verrà realizzata nel Comune di Portomaggiore (FE) ed è stata già autorizzata dalla società EG DANTE Srl (Gruppo Enfinity) con provvedimento n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 rilasciato da ARPAE-SAC Ferrara e Decreto VIA N. DM_2024-0000112 del 12/04/2024.

Il soggetto proponente della pratica è la società “MOLINELLA ENERGY S.R.L.”, con sede in Molinella (BO) Via Morgone n.14, iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Bologna, Partita IVA n. 04243221209.

Il presente progetto rientra tra le opere necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC) predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.

Il progetto è configurabile come intervento rientrante tra le categorie elencate nell'Allegato C, Sezione 1, del D.lgs 190/2024 ed è pertanto soggetto ad Autorizzazione Unica (AU) di competenza regionale.

In data 20/06/2025, il Proponente ha inviato istanza di Screening VIA Prot. PG.2025.613537 in quanto il progetto rientra tra le categorie elencate nell'Allegato IV, punto 2. d-ter, alla parte II del D.Lgs. 152/06 così come modificato dal D.Lgs 190/2024: “Impianti fotovoltaici o agrivoltaici di potenza pari o superiore a 12 MW in zone classificate agricole che consentano l'effettiva compatibilità e integrazione con le attività agricole”.

La Regione Emilia-Romagna, in attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio e della Parte Seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, stabilisce con la LR n. 4/2018 le disposizioni in materia di valutazione d'impatto ambientale. L'art. 4 della LR n. 4/2018, con gli allegati B.1 B.2 e B.3, costituisce l'elenco di progetti che sono assoggettati alla Valutazione di Impatto Ambientale.

In particolare, il progetto agrivoltaico “Molinella” è facente parte degli impianti descritti al punto 8 dell'allegato B.2, in quanto viene espresso:

Industria energetica B.2. 8 ter)

Impianti fotovoltaici o agrivoltaici di potenza pari o superiore a 12 MW in zone classificate agricole che consentano l'effettiva compatibilità e integrazione con le attività agricole.

Ai sensi dell'art. 4 della LR n.4/2018 sono assoggettati a VIA "i progetti elencati negli allegati B.1, B.2 e B.3 che ricadono anche parzialmente all'interno di aree naturali protette, comprese le aree contigue, ai sensi della normativa vigente ovvero all'interno dei siti della Rete Natura 2000".

Come da nota Fascicolo n. 46/2025 del 24/06/2025 della Regione Emilia Romagna – Area Valutazione Impatto Ambientale e Autorizzazioni, il progetto risulta essere assoggettato a VIA in quanto le opere connesse risultano essere parzialmente ricadenti in aree naturali protette. Nello specifico circa 3 km di cavidotto interrato di connessione a 36 kV, passante lungo strade pubbliche asfaltate, attraversa i seguenti siti: ZPS-IT4060017, ZSC/ZPS-IT4060001 e ZSC/ZPS-IT4050022.

La Regione ha richiesto l'avvio di un Procedimento Autorizzatorio Unico di VIA, di cui al Capo III della l.r. 4/2018.

2. Sintesi del progetto

L'impianto agrivoltaico, denominato “Molinella”, sarà realizzato in Emilia Romagna, nel Comune di Molinella (BO), in un'area che dista circa 4,5 km dal centro della città. L'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV su una nuova stazione elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entrata – esce alla linea RTN a 380 kV “Ferrara Focomorto – Ravenna Canala” e alla linea RTN a 132 kV “Portomaggiore – Bando” per una potenza totale ai fini della connessione di 25 MW. La nuova SE di Terna 380/132/36 kV denominata “Portomaggiore” verrà realizzata nel Comune di Portomaggiore (FE) ed è stata già autorizzata dalla società EG DANTE Srl (Gruppo Enfinity) con provvedimento n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 rilasciato da ARPAE-SAC Ferrara e Decreto VIA N. DM_2024-0000112 del 12/04/2024. Il collegamento tra l'impianto e lo stallo assegnato della nuova SE avverrà tramite un cavidotto interrato a 36 kV di lunghezza pari a circa 16,5 km che si svilupperà lungo strade pubbliche asfaltate ed interesserà i Comuni di Molinella (BO), Argenta (FE) e Portomaggiore (FE).

Si riassumono di seguito le opere del progetto in esame che sono da valutare nell'ambito della presente procedura di Screening VIA.

- Impianto agrivoltaico avanzato con potenza nominale dei moduli fotovoltaici pari a 24,99 MWp installati su strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale. La potenza totale richiesta ai fini della connessione è di 25 MW. Tale opera è ubicata nel Comune di Molinella (BO);
- Cavidotto in AT a 36 kV interrato per il collegamento dell'impianto agrivoltaico alla Nuova Stazione di Terna denominata “Portomaggiore” già autorizzata. La lunghezza del cavidotto è di circa 16,5 km che si svilupperanno lungo strade pubbliche carrabili passanti nei Comuni di Molinella (BO), Argenta (FE) e Portomaggiore (FE).
- Cabina elettrica Utente di sezionamento a 36 kV ubicata nei pressi della Nuova SE Terna
- Nuova Stazione di Terna denominata “Portomaggiore” a 380/132/36 kV 132 kV realizzata nel Comune di Portomaggiore (FE) che si collegherà con raccordi aerei in AT alla linea RTN a 380 kV “Ferrara Focomorto – Ravenna Canala” e alla linea RTN a 132 kV “Portomaggiore – Bando”. La nuova SE è stata già autorizzata dalla società EG DANTE Srl (Gruppo Enfinity) con provvedimento n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 rilasciato da ARPAE-SAC Ferrara e Decreto VIA N. DM_2024-0000112 del 12/04/2024.

Trattandosi di un impianto agrivoltaico, il progetto integra l'aspetto produttivo agricolo con la produzione energetica da fonte rinnovabile al fine di fonderli in una iniziativa unitaria ecosostenibile. La definizione della soluzione impiantistica per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica è stata guidata dalla volontà della Società Proponente di perseguire la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del contesto agricolo di inserimento dell'impianto. Nella progettazione dell'impianto è stato quindi incluso, come parte integrante e inderogabile, dell'iniziativa, la definizione di un piano di dettaglio di interventi agronomici.

Presso l'impianto verranno altresì realizzate le Power Station a 36 kV dalle quali si dipartono le linee di collegamento di alta tensione interrate verso la cabina di smistamento e poi verso la Cabina di

Utente di sezionamento a 36 kV posta in prossimità della nuova Stazione di Terna autorizzata denominata "Portomaggiore". Il tracciato del cavidotto di collegamento della cabina di smistamento con la cabina utente è stato scelto con particolare attenzione per minimizzare interferenze con altri sottoservizi e con ulteriori vincoli. Il tracciato inoltre interesserà quasi esclusivamente strade pubbliche per una lunghezza pari a circa 16,5 km.



Figura 1 – Inquadramento generale dell'impianto "Molinella"

3. Opere principali da eseguirsi

Di seguito sono riportate le principali lavorazioni che si effettueranno nell'area di impianto:

- preparazione area impianto agrivoltaico;
- realizzazione viabilità interna in strada brecciata:
 - scavi a sezione ampia per sbancamento
 - posa in opera di materiali aridi costituiti da detriti di cava o ghiaia mista, aventi pezzatura come da progetto esecutivo, esenti da materie terrose e vegetali, per la formazione del letto di posa della fondazione stradale, per la regolarizzazione del piano viabile
 - formazione di fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con legante naturale
 - spargimento di graniglia e pietrisco di idonea granulometria
 - cilindratura meccanica
- realizzazione recinzione perimetrale impianto agrivoltaico;
- posa delle Power Station e delle cabine elettriche previa preparazione area;
- realizzazione elettrodotto AT a 36 kV di collegamento tra le Power Station e la Cabina di Smistamento
- Realizzazione elettrodotto AT a 36 kV di collegamento tra la Cabina di Smistamento e la Cabina Utente di Sezionamento
- Realizzazione elettrodotto AT a 36 KV di collegamento tra la Cabina Utente di Sezionamento e la Nuova SE di Terna
- realizzazione impianto agrivoltaico:
 - infissione pali metallici nel terreno senza modificare l'attuale natura del terreno;
 - fissaggio delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici;
 - fissaggio dei pannelli sulle strutture;
 - realizzazione dei collegamenti elettrici fra i moduli stessi per formare la stringa;
 - posa delle Power Station;
 - posa delle Cabine LSA;
 - posa dei quadri di parallelo stringhe;
 - realizzazione dei collegamenti tra le stringhe e i quadri di parallelo e tra questi ultimi alle Power Station, il tutto previo scavo nell'area di campo,
 - posa in opera dei cavi elettrici, e realizzazione dei pozzetti elettrici per l'ispezione dei cavi;
 - realizzazione impianto videosorveglianza e antintrusione
 - posa dei ricoveri agricoli

4. Descrizione dettagliata del progetto

4.1 Criteri progettuali e condizionamenti indotti dalla natura dei luoghi

L'area per la realizzazione dell'impianto è stata scelta a valle di considerazioni basate in primis sul rispetto dei vincoli intesi a contenere gli effetti modificativi del suolo ed a consentire l'esistenza dell'impianto nel rispetto dell'ambiente e delle attività umane e agricole in atto nell'area. L'area rientra inoltre nella definizione di aree idonee di cui all'art. 20 – c.8 del D.lgs 199/21.

La scelta del sito si è basata in secondo luogo sui requisiti tecnici e di rendimento dell'impianto.

Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione dell'impianto sul territorio in relazione a numerosi fattori tra cui:

- radiazione incidente al suolo e fenomeni di ombreggiamento;
- orografia del sito;
- minimizzazione degli interventi sul territorio

Sulla base dei criteri sopra descritti, attraverso indagini e sopralluoghi in situ, è stata ipotizzata una configurazione dell'impianto che viene rappresentata negli elaborati allegati al presente progetto.

4.2 Caratteristiche generali dell'impianto fotovoltaico

La componente fotovoltaica dell'impianto è articolata in due lotti di conversione e generazione elettrica di seguito identificati.

Id Lotto	N. tracker	N. moduli	Potenza moduli (W)	Potenza Lotto (MW)	Power Station
Ovest	367	9.542	720	6,870	2
Est	968	25.168	720	18,120	5
Totale	1335	34.710		24,99	7

Tabella 1: Principali componenti dell'impianto fotovoltaico

All'interno di ogni lotto è presente una rete AT a 36 kV di collegamento tra le Power Station e la cabina di smistamento.

Nell'insieme l'impianto fotovoltaico è quindi composto dai seguenti componenti:

- n. 34.710 pannelli con potenza unitaria pari a 720 Wp, per una potenza totale di 24,99 MWp
- n. 7 Power Station di cui n.6 con trasformatori di potenza pari a 3300 kVA e n.1 con trasformatore di potenza pari a 4400 kVA, che innalzano la potenza a 36 kV.
- 7 LSA (Locale servizi ausiliari) dotati anche di una zona di alloggiamento dei materiali di magazzino e di control room per la gestione e monitoraggio dell'impianto, dei servizi ausiliari e di videosorveglianza
- 1 cabina di smistamento

- rete elettrica a bassa tensione in corrente continua interna all'area di impianto per il collegamento delle stringhe con i quadri di parallelo e da questi ultimi alle Power Station
- elettrodotto interrato AT a 36 kV interno che collegherà le Power Station con la cabina di smistamento
- elettrodotto utente AT a 36 kV per collegare la cabina di smistamento alla cabina di sezionamento
- cabina elettrica utente al cui interno si prevede l'installazione di un quadro a 36 kV con funzioni di sezionamento e protezione della linea a 36 kV proveniente dalla cabina di smistamento d'impianto
- ultimo tratto di cavidotto interrato a 36 kV di collegamento tra la cabina utente e la Nuova Stazione Elettrica di Terna

Dal punto di vista elettrico, più moduli fotovoltaici vengono collegati a formare una serie, chiamata stringa; più stringhe vengono poi collegate in parallelo in un piccolo quadro posto sotto la struttura e da questo arrivano alle Power Station. Qui l'energia viene prima convertita dagli inverter che trasformano la corrente da continua in alternata e poi trasformata dai trasformatori BT/AT che innalzano la tensione da 630V a 36kV. Le Power Station saranno raggruppate in due dorsali AT indipendenti che andranno a collegarsi alla cabina elettrica utente di sezionamento.

La cabina di smistamento ed i locali dei servizi ausiliari saranno del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato, comprensive di vasca di fondazione. Invece i gruppi inverter-trasformatori saranno allestiti e predisposti in Container metallici prefabbricati (Power Station) descritti nei successivi paragrafi.

Sarà poi 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 cabine oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I.

L'impianto sarà completamente recintato e dotato di impianto antintrusione e di videosorveglianza controllato in loco e da remoto.

Si metterà inoltre in esecuzione un sistema di monitoraggio e controllo.

4.2.1 Caratteristiche dei moduli fotovoltaici e delle strutture di sostegno

I moduli previsti sono Huasan, Himalaya G12 Series da 720 Wp, in silicio monocristallino. Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP65 e posti in antiparallelo alle celle così da o danneggiamenti. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa e salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc. La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica. I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento mono-assiale (tracker) in configurazione bifilare ed ogni

tracker sarà composto da 26 moduli. I pannelli fotovoltaici avranno dimensioni di 2384 mm X 1303 mm X 35 mm ciascuno. Il progetto prevede l'installazione di 1.335 tracker (ovvero 34.710 moduli), per una potenza complessiva installata di 24,991 MWp.

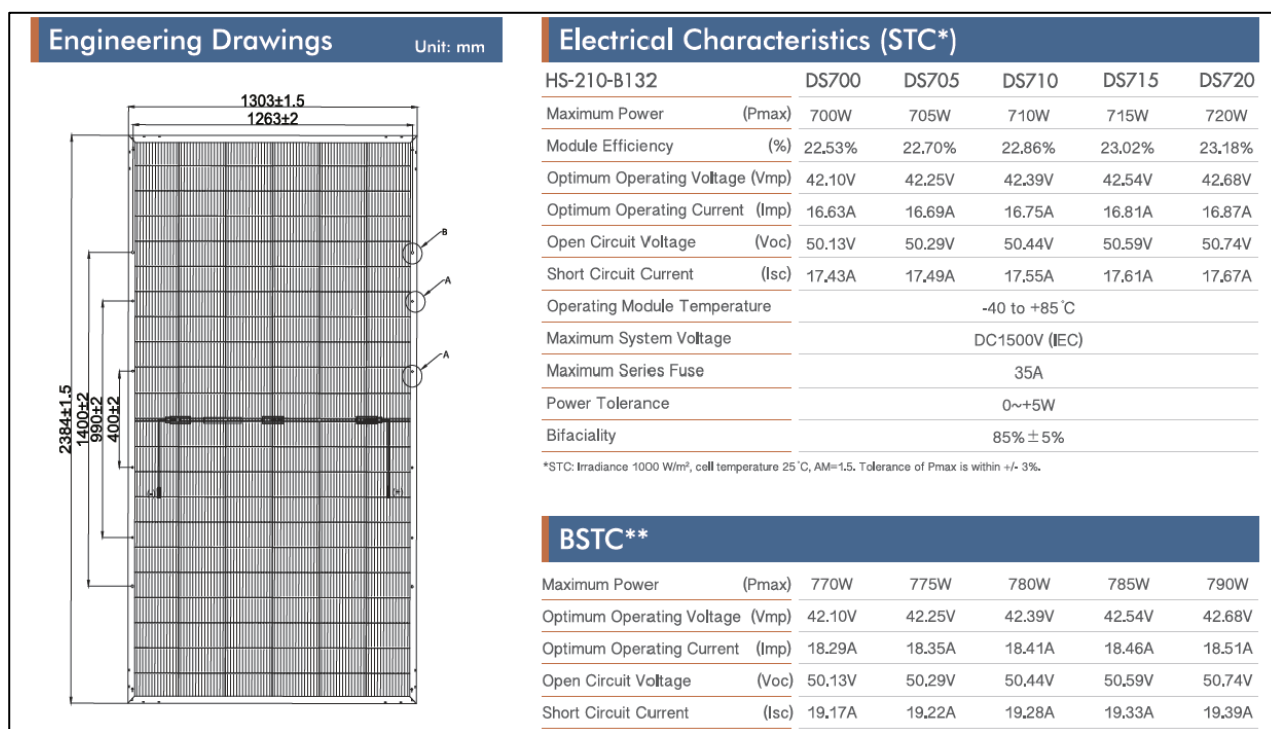


Figura 2: Specifiche dei moduli fotovoltaici scelti

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento mono-assiale (tracker) formato da robusti pali infissi nel terreno su cui sono montati le travi con i "porta moduli" inclinabili. Il sistema è movimentato da un azionamento lineare controllato da un programma astronomico in grado di inseguire il sole durante tutto l'arco della giornata, soluzione che garantisce una maggiore efficienza del sistema, massimizzando l'energia prodotta. Sulla struttura meccanica degli inseguitori sono montati i pannelli fotovoltaici; il movimento automatico permette ai pannelli di essere sempre orientati in modo ottimale rispetto al sole, limitando così le perdite per effetto della riflettività. La stessa struttura è realizzata appositamente per accogliere i moduli fotovoltaici con le caratteristiche di tenuta al vento necessarie per la zona d'installazione.

L'inseguitore monoassiale è caratterizzato da una tipologia d'inseguimento azimutale su singolo asse con sistema di controllo autoconfigurante basato sul programma astronomico con backtracking per il controllo dell'ombreggiamento reciproco. Il range di rotazione va da + 55° a - 55° con un errore massimo d'inseguimento di 1,87°. Il sistema di azionamento è caratterizzato da un attuatore lineare da 230 V con grado di protezione IP55 controllato da un quadro centrale in grado di comunicare con un numero elevato di blocchi inseguitori.

L'algoritmo di inseguimento è basato sul cosiddetto orologio astronomico, ovvero, spiegato in maniera del tutto generale, un orologio che mostra, in aggiunta all'ora corrente, informazioni di carattere astronomico. Queste possono includere la posizione del Sole e della luna nel cielo, l'età e la

fase della luna, la posizione del Sole sull'eclittica, il tempo siderale e altri dati come i nodi lunari, utili nella predizione delle eclissi ed una mappa celeste rotante. Nel nostro caso, ovviamente, sarà di interesse solamente la posizione del Sole nel cielo, con la quale, tramite un apposito algoritmo, si potrà comandare il movimento degli inseguitori al fine di ottimizzare la captazione.

Le strutture di sostegno (infisse al suolo) e di movimento dei tracker saranno in acciaio galvanizzato secondo normativa ISO 1461:2009.

Per la realizzazione delle strutture di supporto non si prevedono opere in calcestruzzo e verranno evitati livellamenti e riporti lasciando invariata la natura del terreno, il che faciliterà enormemente la dismissione dell'impianto a fine vita utile.



Figura 3: Inseguitori monoassiali Est-Ovest



Figura 4: Profilo inseguitori monoassiali Est-Ovest

L'altezza totale delle strutture (H) dal suolo sarà di 6,59 mt, l'altezza minima dei moduli fotovoltaici da terra (D) è pari a 2,45 mt. La distanza tra i tracker (I) è pari a 9,00 mt ed è stata calcolata in modo tale che, al momento in cui i moduli si trovano in posizione orizzontale, vi sia lo spazio necessario al passaggio delle macchine agricole per tutte le operazioni necessarie alla coltivazione.

Di seguito si elencano i vantaggi che hanno portato alla scelta del Tracker mono-assiale:

- basso errore di puntamento anche con tempo variabile;
- insensibile all'invecchiamento, polveri, deiezioni;
- uniforme posizionamento inseguitori;
- assenza ombreggiamento;
- massima efficienza con radiazione diretta;
- minor frequenza guasti;
- ridotto consumo energetico;
- ridotta usura motore

4.2.2 Caratteristiche delle Power Station

Presso l'impianto saranno installate 7 Power Station Sungrow SG-MV di differente potenza. Si tratta di container metallici realizzati in acciaio resistenti agli agenti atmosferici che contengono un trasformatore BT/AT che innalza la tensione fino a 36 kV, un'unità principale RMU, un trasformatore ausiliario e un quadro di distribuzione ausiliario, un pannello di bassa tensione e cablaggi interni. Le pareti e il tetto della cabina sono isolati al fine di garantire una perfetta impermeabilità all'acqua e un corretto isolamento termico. I container saranno posati su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale. Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati provvedimenti per rendere tutti i dispositivi installati facilmente accessibili per l'ispezione, la manutenzione e la riparazione. Le Power Station sono totalmente prefabbricate e assemblate in fabbrica per un facile trasporto e posa.

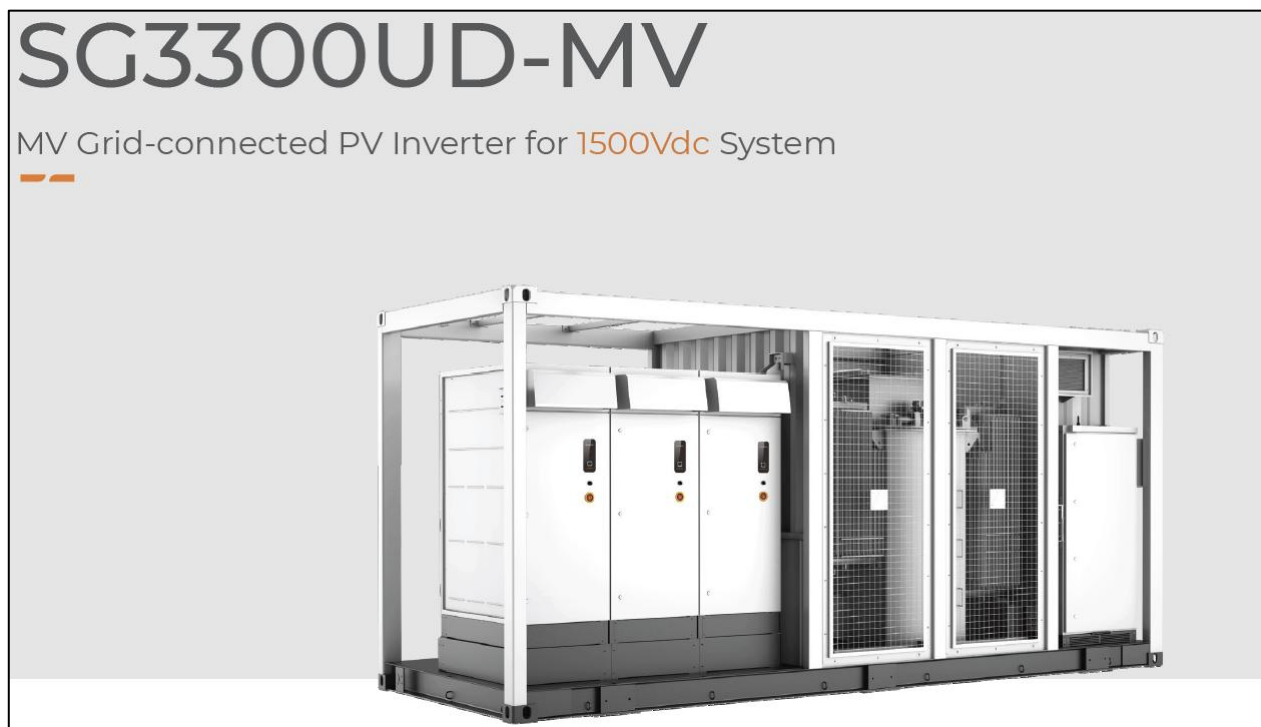


Figura 5: Power Station di progetto

4.2.3 Caratteristiche della componente agricola

Trattandosi di un impianto agrivoltaico, il progetto integra l'aspetto produttivo agricolo con la produzione energetica da fonte rinnovabile al fine di fonderli in una iniziativa unitaria ecosostenibile. La definizione della soluzione impiantistica per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica è stata guidata dalla volontà della Società Proponente di perseguire la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del contesto agricolo di inserimento dell'impianto. Nella progettazione dell'impianto è stato quindi incluso, come parte integrante e inderogabile, dell'iniziativa, la definizione di un piano di dettaglio di interventi agronomici. La componente agricola sarà sviluppata nella relazione pedo-agronomica "FL_MOL_R.03" a cui si rimanda.

4.2.4 Linea interrata di collegamento alla Stazione Utente di sezionamento

La connessione alla rete avverrà tramite elettrodotto interrato a 36 kV per il collegamento elettrico della Cabina di Smistamento agli appositi apparati previsti all'interno del Locale Quadri A.T. dell'Edificio Utente ubicato in prossimità della nuova SE di Terna.

Il percorso dell'elettrodotto esterno a 36 kV ha una lunghezza di circa 16,5 km ed è stato volutamente individuato privilegiando la posa interrata dei cavi sotto la sede stradale relativa a viabilità asfaltata già esistente e di una certa importanza, determinando così il minimo impatto su terreni di proprietà privata o pubblica.

Lungo il percorso dell'elettrodotto sono state individuate diverse interferenze con il reticolo idrografico e con altri sottoservizi e infrastrutture che sono state risolte mediante il ricorso alla tecnica della perforazione teleguidata (directional drilling) ovvero TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) la cui finalità è quella di aggirare l'interferenza "sottopassandola" ad una profondità di interrimento dell'elettrodotto tale da garantire, in ciascun caso, un ampio margine di sicurezza (franco) rispetto alla stessa. Per maggiori approfondimenti si faccia riferimento alla relazione sulle interferenze dei cavidotti "FL_MOL_R.06" e agli elaborati grafici "FL_MOL_R.12.A" e "FL_MOL_R.12.B".

4.2.5 Stazione Utente di Sezionamento

La configurazione elettrica dell'impianto prevede la realizzazione di una cabina elettrica utente nei pressi della futura SE "Portomaggiore", al cui interno si prevede l'installazione di un quadro a 36 kV con funzioni di sezionamento e protezione della linea a 36 kV proveniente dalla cabina di smistamento e da cui partirà il tratto finale di cavidotto, della lunghezza di circa 80 m, fino alla futura SE RTN.

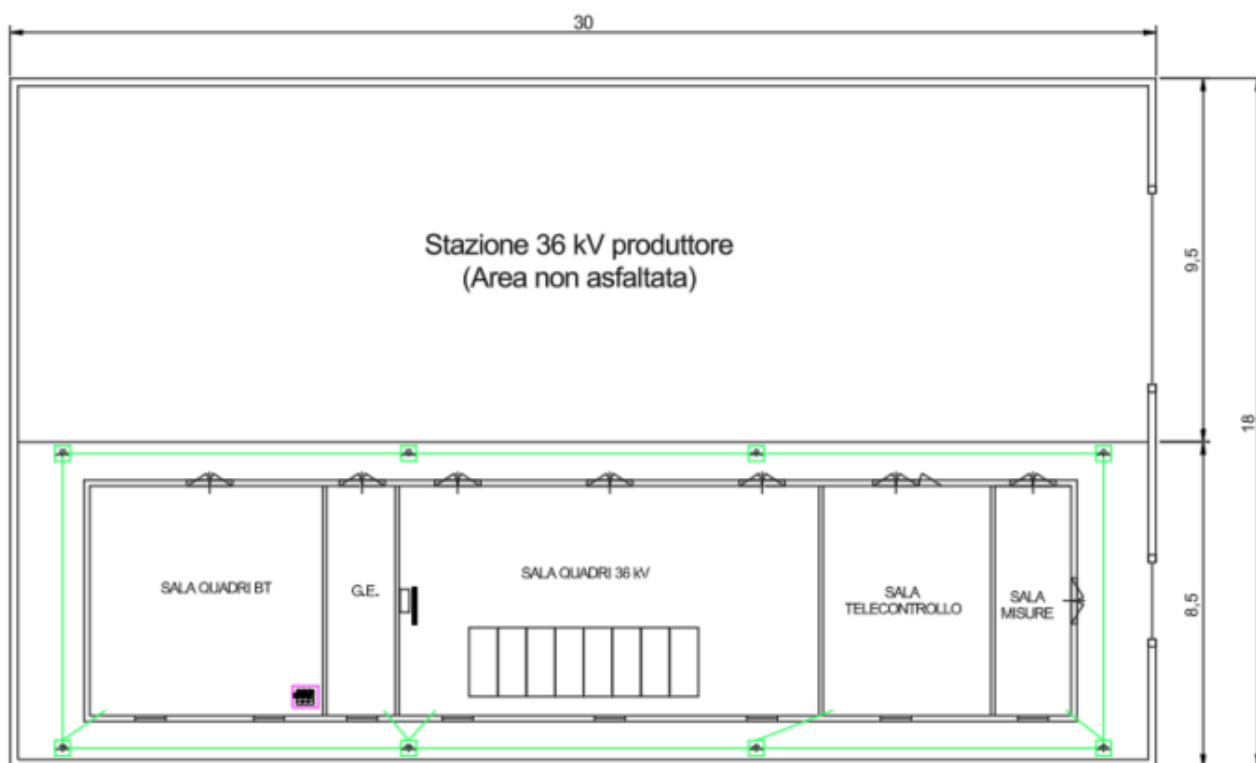


Figura 6: Cabina elettrica utente di sezionamento

Oltre e agli scomparti a 36 kV saranno installati anche gruppi di misura e servizi ausiliari, questi ultimi saranno alimentati tramite un generatore per i servizi ausiliari che sarà installato all'interno della cabina. Per la configurazione elettrica si faccia riferimento all'elaborato "FL_MOL_G.32 – Schema elettrico unifilare impianto di utente e rete".

4.2.6 Linea interrata di collegamento alla nuova SE Terna

L'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/132/36 kV della RTN denominata “Portomaggiore” da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Ferrara Focomorto – Ravenna Canala” e alla linea RTN a 132 kV “Portomaggiore – Bando”.

Per la connessione del quadro generale presente nella cabina di smistamento con il quadro presente nella cabina elettrica utente di sezionamento e per il collegamento tra quest'ultima e la sezione a 36 kV della futura SE di Terna verranno usati cavi del tipo RG7H1R – 36 kV forniti nella versione unipolare.

5. Progetto delle linee elettriche

Nella definizione delle linee elettriche si è tenuto conto dei seguenti criteri fondamentali progettuali:

- perseguire la semplicità costruttiva al fine di limitare difficoltà di costruzione e contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato in modo da occupare la minor porzione di territorio e non superare certi limiti di convenienza economica;
- mantenere il tracciato del cavo di connessione il più possibile all'interno delle strade esistenti per mantenere il più possibile invariata la conformazione territoriale;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico.

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati progettati tenendo conto dell'obiettivo di qualità.

Per il dimensionamento dei cavi dell'elettrodotto in oggetto si è tenuto conto in primis del criterio di massima portata di corrente e poi della massima caduta di tensione agli estremi delle linee.

Per soddisfare il primo criterio si è tenuto conto di una corrente di impiego pari alla massima corrente transitante nelle linee. La corrente di impiego nominale per la corrente alternata I_b è calcolata con la seguente formula:

$$I_n = \frac{P_{max}}{\sqrt{3}V_n}$$

La portata I_z è invece opportunamente ridotta in funzione delle condizioni di posa dell'elettrodotto e della compresenza di più cavi.

La formula utilizzata è la seguente:

$$\Delta V_{\%} = \frac{l S (r \cos\phi + x \sin\phi)}{n V_n^2}$$

5.1 Linee AT in c.a – Condizioni di posa e installazione

5.1.1 Premessa

Le linee di Alta Tensione sono state distinte in:

- linee a 36 kV interne all'impianto di collegamento tra le Power Station e la Cabina di Smistamento: una linea ad antenna connette 5 Power Station e una linea ad antenna connette 2 Power Station.
- linea a 36 kV di connessione dell'impianto dalla cabina di Smistamento alla Cabina di Sezionamento posta a circa 16,5 km dall'impianto e in prossimità della Nuova Stazione Elettrica di Smistamento di Terna: la rete di distribuzione di Alta Tensione è composta da una linea che arriva al quadro di Alta Tensione della cabina di sezionamento
- linea a 36 kV di connessione tra la Cabina di Sezionamento e la sezione a 36 kV della Nuova SE Terna di lunghezza di circa 80 metri.

5.1.2 Cavi

Seguendo i criteri sopraindicati, i cavi di collegamento interni all'impianto fino alla cabina di smistamento e la linea di collegamento tra la cabina di smistamento e la cabina di sezionamento sono stati dimensionati secondo la Tabella seguente.

Nome	Lunghezza (km)	Posa	Tipo	Formazione	Potenza (MW)	Corrente d'impiego (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Linea Est	0,67	Direttamente interrato	RG7H1R 26/48 kV	1x(3x1x300) in Cu	17,6	282	575	0,10%
Linea Ovest	1,26	Direttamente interrato	RG7H1R 26/48 kV	1x(3x1x300) in Cu	6,6	106	575	0,07%
Linea fino a CdS	16,5	Direttamente interrato	RG7H1R 26/48 kV	2x(3x1x300) in Cu	24,2	388	966	1,86%
Linea da CdS a Terna	0,08	Direttamente interrato	RG7H1R 26/48 kV	1x(3x1x630) in Cu	24,2	388	836	1,87%

Tabella 2: Dimensionamento cavi AT a 36 KV

5.1.3 Superamento delle interferenze del cavidotto di connessione col reticolo idraulico

L'elettrodotto in oggetto sarà posato in scavi opportunamente dimensionati e direttamente interrato. La profondità minima di posa dei cavi sarà tale da rispettare e garantire la distanza minima di 1,2 m misurati dall'estradosso superiore del cavo. In caso di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Esecuzione dello scavo:

- scavo a sezione obbligata con profondità dal p.c. e larghezza indicati nei disegni di progetto;
- posa dei conduttori, fibre ottiche e corda di terra;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa in opera di nastro segnalatore del tracciato;
- rinterro con terreno di scavo;
- dove necessaria posa di segnalazione.

Per dettagli riguardo la posa dei cavi, le sezioni di scavo e il superamento delle interferenze col reticolo idraulico si faccia riferimento all'elaborato "FL_MOL_G.12.A" e alla relazione tecnica "FL_MOL_R.06"

5.1.4 Superamento delle interferenze del cavidotto di connessione con altre condutture interrato

Le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti AT-BT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo";
- DM 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

Eventuali prescrizioni aggiuntive saranno comunicate dai vari enti a cui sarà richiesto il coordinamento dei sottoservizi.

Nell'eseguire l'incrocio o il parallelismo tra due cavi direttamente interrati, la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,3 m. Quando almeno uno dei due cavi è posto dentro manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare alcuna distanza minima.

Per i dettagli delle interferenze con linee TLC, GAS, rete ferroviaria e rete elettrica, riscontrate dal portale del MIMIT denominato SINFI, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico "FL_MOL_G.12.B" e alla relazione tecnica "FL_MOL_R.06".

5.1.5 Giunti e connettori

Essendo i tratti di elettrodotto estesi in lunghezza è previsto l'utilizzo di giunti e connettori per collegare le pezzature di cavo contigue. Tali giunti provvederanno:

- Alla connessione dei conduttori di due pezzature di cavo mediante manicotti metallici chiamati connettori;

- All'isolamento del conduttore e al ripristino dei vari elementi di cavo;
- A controllare la distribuzione del campo elettrico, per evitare concentrazioni localizzate che possono provocare in breve tempo alla perforazione del giunto;
- Al mantenimento della continuità elettrica tra gli schermi metallici dei cavi;
- Alla protezione dall'ambiente nel quale il giunto è posato.

Per l'installazione dei connettori sui cavi AT in rame, particolarmente sensibili all'ossidazione, a differenza del rame dove si produce una pellicola di ossido protettivo, e dove la presenza di aria nei trefoli genera un processo corrosivo irreversibile, sono previste compressioni (punzonature) molto profonde per realizzare una deformazione omogenea dei due componenti assiemati.

I connettori si distinguono per materiali costituenti e foggia, secondo l'impiego a cui sono destinati.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500-1000 m l'uno dall'altro. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione della lunghezza delle pezzature del cavo, delle interferenze sotto il piano di campagna e di eventuali vincoli per il trasporto.

5.1.6 Terminali e capocorda

I terminali, che costituiscono generalmente le estremità di una linea in cavo, nonché gli elementi di connessione alle apparecchiature, devono consentire:

- La connessione del conduttore, mediante capocorda;
- La sigillatura del cavo contro il possibile ingresso di acqua o umidità;
- La protezione dell'isolante dalle radiazioni UV, dagli agenti atmosferici e comunque dall'ambiente circostante;
- Per i cavi AT il controllo della distribuzione del campo elettrico.

Per realizzare le connessioni dei conduttori dei cavi si utilizzano capicorda, che possono essere con attacco ad occhiello o a codolo.

5.1.7 Protezione e segnalazione dei cavi

Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso in esame saranno utilizzati cavi di tipo armato "AIRBAG". Sarà previsto superiormente il nastro segnaletico posato ad almeno 20 cm dalla protezione del cavo.

5.1.8 Fibre ottiche

È prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio del cavidotto, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo secondo le modalità descritte nei tipici allegati.

In sede di progetto esecutivo e comunque prima che si dia inizio alla realizzazione dell'opera ed in particolare prima dell'installazione della rete di comunicazioni elettroniche in fibre ottiche a servizio dell'elettrodotto, si procederà all'ottenimento dell'autorizzazione generale espletando gli obblighi stabiliti dal Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche"; in particolare si procederà alla presentazione della dichiarazione, conforme al modello riportato nell'allegato n. 14 al suddetto decreto, contenente l'intenzione di installare o esercire una rete di comunicazione elettronica ad uso privato; ciò costituisce denuncia di inizio attività ai sensi dello stesso D.Lgs.259/2003 art. 99, comma 4.

5.1.9 Controlli e verifiche

Le verifiche da effettuare saranno di due tipologie:

- controlli in corso d'opera;
- controlli ai fini del collaudo comprese le verifiche elettriche.

Per quanto riguarda la prova di tensione applicata sui cavi a 36 kV, se espressamente richiesto, sarà effettuata la prova alla tensione a Norma CEI di 3Uo (efficaci) ed alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e lo schermo metallico per la durata di 15 minuti.

5.2 Linee BT in c.c

L'utilizzo della Bassa Tensione in corrente continua sarà limitato alla sola connessione delle stringhe fotovoltaiche alle Power Station.

5.3 Linee BT in c.a

Gli elettrodotti in Bassa Tensione in corrente alternata saranno impiegati per l'alimentazione dei sistemi di sicurezza e dei servizi ausiliari e di controllo dell'impianto. Il loro dimensionamento e posizionamento sarà determinato in sede di progetto esecutivo.

5.4 Impianti speciali

5.4.1 Sistema antintrusione

L'impianto agrivoltaico e la Cabina Utente di Sezionamento saranno dotati di sistemi antintrusione per proteggerli da accessi non autorizzati e da potenziali minacce esterne. Questo sistema utilizza una combinazione di sensori, rilevatori di movimento e telecamere di sorveglianza per monitorare

l'area circostante l'impianto. In caso di tentativo di intrusione, il sistema attiva allarmi sonori e visivi e invia notifiche immediate al personale di sicurezza. L'integrazione con tecnologie avanzate permette un monitoraggio continuo e una risposta rapida a qualsiasi evento sospetto, garantendo così un elevato livello di sicurezza e protezione per l'intero impianto.

5.4.2 Sistema di monitoraggio

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) viene utilizzato per effettuare una costante supervisione dell'impianto e risulta essenzialmente costituito da:

- un insieme di sensori e/o convertitori, che effettuano misurazioni e/o variazioni di grandezze fisiche (ad esempio tensione e corrente, potenza in uscita dal gruppo di conversione);
- un insieme di microcontrollori (PLC o computer) che effettuano misurazioni tramite i sensori a cui sono collegati e memorizzano i valori misurati in una memoria locale;
- uno o più computer supervisor che periodicamente raccolgono i dati dai microcontrollori, li elaborano, memorizzano ed eventualmente fanno scattare un allarme.

Lo SCADA risulta quindi necessario per le seguenti funzioni:

- Acquisizione dati;
- Rappresentazione del dato
- Storicizzazione del dato
- Gestione degli allarmi
- Interazione con sistemi di livello superiore

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti. Esso sarà costituito da un cavo in fibre ottiche.

6. Opere civili

6.1 Opere di movimentazione terra

Come indicato nella Relazione Preliminare di utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo "FL_MOL_R.17" a cui si rimanda per dettagli, i principali interventi di scavo saranno dovuti a:

- Posa in opera Power Station impianto fotovoltaico;
- Posa in opera LSA impianto fotovoltaico;
- Posa in opera manufatti ricovero agricolo;
- Posa in opera cabina di smistamento;
- Posa in opera cabina utente di sezionamento
- Esecuzione di scavi a sezione per le trincee in cui saranno posati i cavi;
- Esecuzione di scavi a sezione per la realizzazione della viabilità;

È prevista una movimentazione di terre e rocce di 34.367,50 mc.

6.2 Viabilità di servizio

Per l'esecuzione dei tratti di viabilità interna all'impianto si effettuerà uno scotico del terreno, ricoprendolo con un misto di cava. La sezione tipo sarà costituita da una piattaforma stradale di 4 metri di larghezza massima, formata da materiale di rilevato e uno spessore di misto di cava. La viabilità di accesso sarà realizzata nel rispetto della normativa vigente. Per ulteriori dettagli si faccia riferimento all'elaborato "FL_MOL_G.08".

6.3 Recinzioni perimetrali

La recinzione si prevede che sarà realizzata con paletti e reti plastificate di colore verde di altezza massima pari a 2,20 m e sarà rialzata da terra di 20 cm per permettere il transito della microfauna.

Il cancello di ingresso, per ogni lotto, sarà realizzato in acciaio zincato, sorretto da pilastri in scatolare metallico. Le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di realizzazione e manutenzione. Il cancello di ingresso sarà posizionato in maniera da agevolare l'ingresso dei mezzi all'area di impianto.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento all'elaborato "FL_MOL_G.08".

6.4 Opere in conglomerato cementizio

Le uniche opere in calcestruzzo armato dell'impianto agrivoltaico saranno le platee dove verranno poggiate le Power Station, le Cabine degli Ausiliari e la Cabina di Smistamento.

Inoltre, sarà prevista una platea in cls per la cabina utente di sezionamento ubicata nei pressi della nuova SE di Terna.

7. Stima della producibilità

7.1 Criterio di stima dell'energia prodotta

Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSyst, software di riferimento per il settore fotovoltaico implementato dall'Università di Ginevra, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni, su base di dati di irraggiamento del sito resi disponibili da dati Meteonorm. Nel software PVSyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sui relativi tracker, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV, inverter, cavi e trasformatori).

7.2 Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento. Il sito in esame non è soggetto a fenomeni di ombreggiamento significativo da parte di edifici, alberi, tralicci o altri elementi di tipo puntuale quali antenne, fili ecc...

La sporcizia sui pannelli, dovuta a polvere, terra ed agenti atmosferici, in condizioni ordinarie di manutenzione avrà un'incidenza inferiore al 5%. Per cui, si considera un fattore di riduzione per ombreggiamenti (K) pari a 0,95, che corrisponde ad una perdita di produttività del 5%.

Di seguito si riporta il diagramma solare, relativo alla località oggetto dell'intervento.

I diagrammi riportano le traiettorie del Sole (in termini di altezza e azimut solari) nell'arco di una giornata, per più giorni dell'anno. I giorni, uno per mese, sono scelti in modo che la declinazione solare del giorno coincida con quella media del mese. Nel riferimento cartesiano, gli angoli azimutale e dell'altezza solari sono riportati rispettivamente sugli assi delle ascisse e delle ordinate.

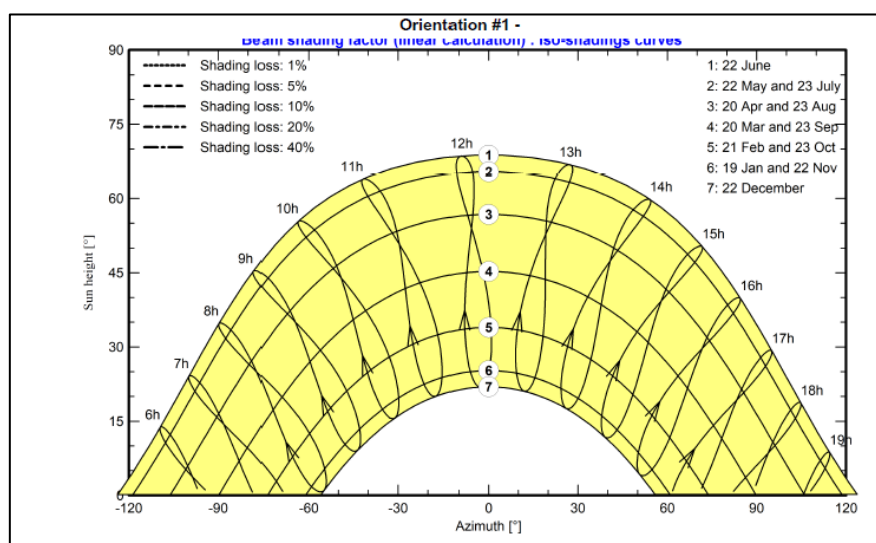


Figura 7: Diagramma solare polare

7.3 Producibilità attesa

La producibilità attesa è modellizzata per mezzo del software PVSYST 8, implementato dall'Università di Ginevra, per mezzo del quale è possibile calcolare la producibilità attesa partendo dai dati meteo e dalle caratteristiche costruttive dell'impianto.

La valutazione di produzione per l'impianto in esame è la seguente: 40.700 MWh/anno.