



## IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PRANGILI"

COMUNE DI UTA

PROPONENTE



Iberdrola Renovables Italia Spa

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA**

**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE - PROGETTO DEFINITIVO**

OGGETTO:

Relazione Tecnica Generale

CODICE ELABORATO

**PD-R12**

2397E 10010

COORDINAMENTO



**BIA srl**

P.IVA 03983480926  
cod. destinatario KRRH6B9  
+ 39 347 596 5654  
energhiabia@gmail.com  
energhiabia@pec.it  
piazza dell'Annunziata n. 7  
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

**GRUPPO DI LAVORO S.I.A.**

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Giulio Casu  
Dott. Archeol. Fabrizio Delussu  
Fad System Srl  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Giorgio Lai  
Dott. Federico Locci  
Dott. Giovanni Lovigu

Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott. Agr. Nicola Manis  
Dott. Ing. Marco Angelo Luigi Murru  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott.Nat. Fabio Schirru  
Federica Zaccheddu

REDATTORE

Ing. Marco Angelo Luigi Murru

|      |               |                       |
|------|---------------|-----------------------|
| 00   | febbraio 2024 | Prima emissione       |
| REV. | DATA          | DESCRIZIONE REVISIONE |

## INDICE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Premessa .....  | 3  |
| 2      | Scopo della Relazione.....  | 4  |
| 3      | Normativa tecnica .....   | 4  |
| 4      | Quadro progettuale.....   | 6  |
| 4.1    | Layout dell'impianto .....  | 6  |
| 4.2    | Moduli su strutture di sostegno ad inseguimento - tracker .....                           | 8  |
| 4.3    | Moduli fotovoltaici .....   | 9  |
| 4.4    | Sistema di condizionamento della potenza - inverter.....                                  | 9  |
| 4.5    | Cabine di campo, di raccolta e sezionamento, di supervisione.....                         | 11 |
| 4.5.1  | <i>Caratteristiche costruttive delle cabine</i> .....                                     | 12 |
| 4.6    | Connessione alla rete elettrica .....   | 14 |
| 4.7    | Contributo alla corrente di corto circuito.....   | 16 |
| 4.8    | Cavi, rete di terra ed altri componenti .....   | 16 |
| 4.8.1  | <i>Cavi in corrente continua</i> .....  | 16 |
| 4.8.2  | <i>Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT</i> .....                    | 16 |
| 4.8.3  | <i>Cavi 36 kV</i> .....   | 17 |
| 4.9    | Preparazione delle aree per l'installazione dell'impianto .....                           | 18 |
| 4.9.1  | <i>Scavi</i> .....  | 18 |
| 4.9.2  | <i>Infissione dei pali per i tracker</i> .....  | 19 |
| 4.10   | Componente agronomica di progetto .....   | 19 |
| 4.10.1 | <i>Progetto agronomico</i> .....  | 19 |
| 4.10.2 | <i>Interventi di mitigazione</i> .....  | 19 |
| 4.11   | Recinzione, illuminazione e videosorveglianza, viabilità, acque superficiali .....        | 19 |
| 4.11.1 | <i>Recinzione</i> .....   | 19 |
| 4.11.2 | <i>Illuminazione e videosorveglianza</i> .....  | 20 |
| 4.11.3 | <i>Viabilità</i> .....  | 21 |
| 4.11.4 | <i>Smaltimento acque meteoriche</i> .....   | 22 |
| 4.12   | Cabine e cavidotti - Interferenze .....   | 22 |
| 4.12.1 | <i>Interferenze con l'installazione nell'area dell'impianto</i> .....                     | 22 |
| 4.12.2 | <i>Attraversamenti all'esterno dell'impianto di produzione</i> .....                      | 22 |
| 4.13   | Organizzazione del cantiere macchine - viabilità - rumore .....                           | 23 |
| 4.13.1 | <i>Cantiere interno parco</i> .....   | 23 |
| 4.13.2 | <i>Cantiere esterno parco</i> .....   | 24 |
| 4.13.3 | <i>Macchine operatrici</i> .....  | 26 |
| 4.13.4 | <i>Viabilità cantiere</i> .....   | 26 |
| 4.13.5 | <i>Rumore</i> .....   | 26 |
| 4.14   | Ciclo di vita dell'impianto, dismissione e ripristino dei luoghi.....                     | 27 |
| 5      | Campo fotovoltaico aree - cabine - potenze - producibilità .....                          | 27 |
| 5.1    | Dati geografici.....  | 27 |
| 5.2    | Producibilità dell'impianto fotovoltaico .....  | 28 |
| 6      | Rendimento energetico gas serra evitati .....   | 29 |
| 6.1    | Fonti fossili evitate.....  | 29 |
| 6.2    | Gas serra non immessi in atmosfera .....  | 29 |
| 7      | Costo dell'opera e ricadute occupazionali .....   | 30 |
| 7.1    | Costo complessivo .....   | 30 |
| 7.2    | Persone impiegate in fase di costruzione.....   | 30 |
| 7.3    | Persone impiegate in fase di esercizio, manutenzione ordinaria (valore previsionale)..... | 31 |

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 3 di 31                               |

## 1 Premessa

La Società **IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.a.**, attiva nel campo delle energie rinnovabili, per lo sviluppo, la costruzione e la gestione degli impianti, ha incaricato la società BIA S.r.l. per la progettazione dell'impianto agrivoltaico "Prangili", da **33,614 MW DC** e **29,458 MW AC**.

L'impianto fotovoltaico, connesso in rete con allaccio in alta tensione 36 kV, ha una potenza totale corrispondente al numero di pannelli, pari ad una potenza DC **33,614 MWp**, è suddiviso in 7 generatori (cabine inverter), cui corrisponde una potenza in AC pari a circa **29,458 MW** ed una produzione di energia annua pari a circa **56'319 MWh**, derivante da **48'020** moduli da 700 Wp ciascuno.

L'area agricola è di circa 74 ettari, i moduli insistono su una superficie complessiva messa a disposizione di circa 45 ettari della quale i pannelli occupano una superficie netta di circa 16 ettari.

Di seguito la tabella riepilogativa dell'impianto.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Superficie totale del terreno     | <b>circa 74 ettari</b>                     |
| Superficie messa disposizione     | <b>circa 45 ettari</b>                     |
| Superficie occupata dai moduli    | <b>circa 16 ettari</b>                     |
| Potenza pannello e tipologia      | <b>700 Wp - TRINA – VertexN bifacciali</b> |
| Numero totale moduli              | <b>48'020</b>                              |
| Potenza totale pannelli           | <b>33'614 kW</b>                           |
| Numero totale cabine inverter     | <b>7</b>                                   |
| Potenza totale uscita inverter AC | <b>29'458 kW</b>                           |
| Energia totale annua              | <b>56'319 MWh</b>                          |

**Tabella 1 - Dati sintetici impianto**

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato posato parallelamente a strade comunali e alla SP2, della lunghezza di circa 7 km ed il collegamento ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Uta.

Il progetto ricerca la coesistenza tra gli interventi necessari alla produzione di energia da fonti rinnovabili, la salvaguardia dei servizi ecosistemici e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale; con questo intento e assumendo come riferimento le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (pubblicate il 27 giugno 2022 dal MITE), prevede che la superficie interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, sia destinata alla semina di un prato-pascolo polifita stabile per il pascolamento libero degli ovini (prato-pascolo) ed erbai di graminacee per fienagione alternati a sulla. I pannelli fotovoltaici sono inseriti in tale contesto attraverso tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele nel comune di Uta, adeguata a questioni morfologiche ad accogliere questo tipo di strutture dinamiche.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 4 di 31                               |

Il layout d'insieme e la distanza tra le file di pannelli sono funzionali alla semina e conduzione del prato polifita stabile e al pascolo e pertanto alla prosecuzione delle attività agro-pastorali già in essere, oggetto di miglioramento attraverso le soluzioni argomentate nella relazione agronomica.

Lo specchio successivo riepiloga le caratteristiche essenziali dell'impianto.

## 2 Scopo della Relazione

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere le soluzioni tecniche progettuali per la realizzazione dell'opera, comprese le opere di connessione per l'immissione dell'energia prodotta dall'impianto di produzione nella Rete di Trasmissione Nazionale.

In merito al progetto suddetto, si descrive di seguito il dettaglio della parte impiantistica, fornendo le informazioni, che insieme a quelle contenute negli altri elaborati, permettono la valutazione dal punto di vista energetico, calcolando, su base annuale, le tonnellate di petrolio equivalente (tep) risparmiate (sostituite) e le tonnellate di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) evitate in atmosfera, infine fornisce le ricadute occupazionali per l'impianto a regime.

## 3 Normativa tecnica

Per quanto riguarda la parte tecnologica, le caratteristiche delle realizzazioni degli impianti in genere, dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- vincoli ambientali specifici del territorio in cui verranno inseriti;
- prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F;
- quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici";
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "installazione degli impianti";
- Modalità per la Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti;
- Delibere AEEG in materia di energia elettrica prodotta da impianti di generazione rinnovabile e non;
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Prescrizioni e indicazioni delle società per l'esercizio telefonico;
- Guida Tecnica Allegato Terna A.70 e A 68.
- Allegato A.2 - Guida agli schemi di connessione. Introduzione dello standard di connessione a 36 kV

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 5 di 31                               |

- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”.
- Deliberazione 18 ottobre 2021 439/2021/R/EEL
- Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UN.EL.-U.N.I./I.S.O.- CEE, in particolare quelle indicate in tabella:

| Classificazione CENELEC o IEC CEN o ISO | Classificazione CEI o UNI | Titolo della norma, specifica o guida   |
|---|---------------------------|---|
| NC                                      | CEI 0-2                   | <i>Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici</i>   |
| EN 61936 -1                             | CEI 99-2                  | <i>Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata - Parti Comuni</i>  |
| EN 50522                                | CEI 99-3                  | <i>Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.</i>   |
| IEC 60364                               | CEI 64-8                  | <i>Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua: 1-7</i>  |
| IEC / EN 61439-1                        | CEI 17-113                | <i>Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) parte 1: Regole generali</i>   |
| NC                                      | CEI 82-25                 | <i>Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione</i>   |
| EN 50530                                | CEI 82-35                 | <i>Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica</i>  |
| EN 62109                                | CEI 82-44                 | <i>Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni particolari per gli inverter</i>  |
| EN 50110-1                              | CEI 11-27                 | <i>Lavori su impianti elettrici</i>   |
| EN 50110-2                              | CEI 11-48                 | <i>Esercizio degli impianti elettrici Parte 2: Allegati nazionali</i>   |
|   | UNI 9795                  | <i>Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio</i>   |
| CEI EN 61000-6-2                        | CEI 210-54                | <i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali</i>  |
| CEI EN 61000-6-4                        | CEI 210-66                | <i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali</i>   |
| NC                                      | CEI 11-17                 | <i>Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica; linee in cavo.</i>   |
| NC                                      | CEI 20-65                 | <i>Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente</i> |
| NC                                      | CEI 20-22/2               | <i>Prove di incendio su cavi elettrici. Prova di non propagazione dell'incendio.</i>  |
| EN 60529                                | CEI EN 60529              | <i>Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)</i>  |
| NC                                      | CEI 0-16                  | <i>Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica</i>  |
| NC                                      | CEI 11-20                 | <i>Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria</i>  |

**Tabella 2** - Elenco principali norme settore elettrico

Di tutte le norme anche non espressamente citate dovrà essere considerato l'ultimo aggiornamento, compresi gli eventuali supplementi, modifiche ed integrazioni.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 6 di 31                               |

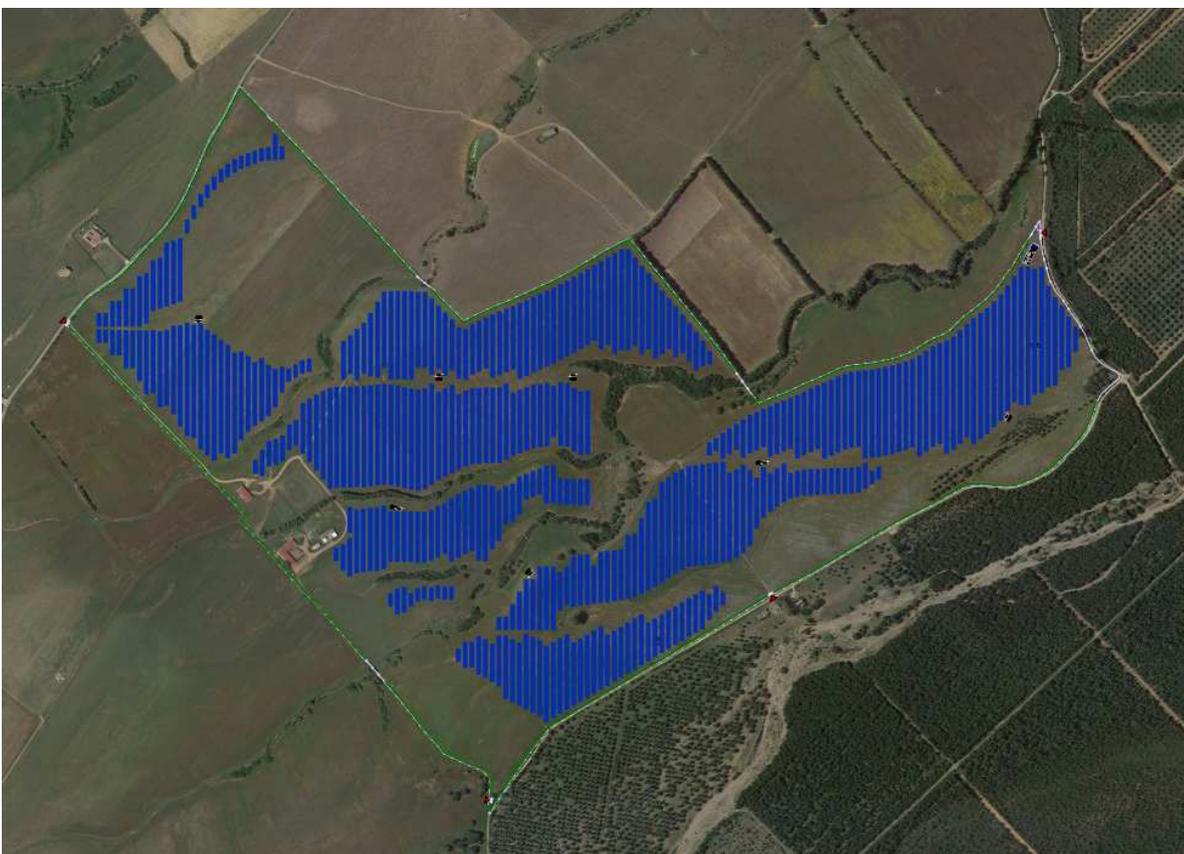
## 4 Quadro progettuale

### 4.1 Layout dell'impianto

In generale gli impianti fotovoltaici devono essere posizionati a massimizzare la captazione della radiazione solare durante le diverse giornate dell'anno facendo sì che il piano dei pannelli sia costantemente ortogonale alla direzione dell'irraggiamento. Gli unici impianti in grado di fare questo in maniera ottimale sono gli impianti ad inseguimento a due gradi di libertà; tuttavia, questi impianti hanno bisogno di superfici molto estese, in questo caso è invece opportuno procedere con inseguitori monoassiali con potenza pari a **19,6 kW**, per un totale di potenza pari a **33'614 kW**.

Insieme ai rispettivi collegamenti elettrici di potenza, viene definita una opportuna viabilità preferenziale per il raggiungimento delle cabine di campo (skid) e della cabina di raccolta e trasmissione, come rappresentato negli elaborati grafici.

Lo schema della distribuzione dei pannelli e delle cabine di campo è rappresentato, ai soli fini della forma dei terreni coinvolti, nell'estratto della figura sottostante, i dettagli sono individuabili nell'elaborato di progetto in adeguata scala: **PD-Tav06 - 2397C 20220 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su Ortofoto**.



**Figura 1** – Aree interessate dall'impianto agrivoltaico in progetto

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 7 di 31                               |

La rete per la raccolta dell'energia costituita dalle cabine di campo (skid) e la loro potenza è stata pensata in funzione della loro dislocazione, lo schema unifilare semplificato, che rappresenta questa connessione, è indicato nell'estratto della figura sottostante, maggiori dettagli sono individuabili nell'elaborato dedicato. Nello stesso schema, di cui si inserisce un estratto, sono indicate le varie parti rappresentate.

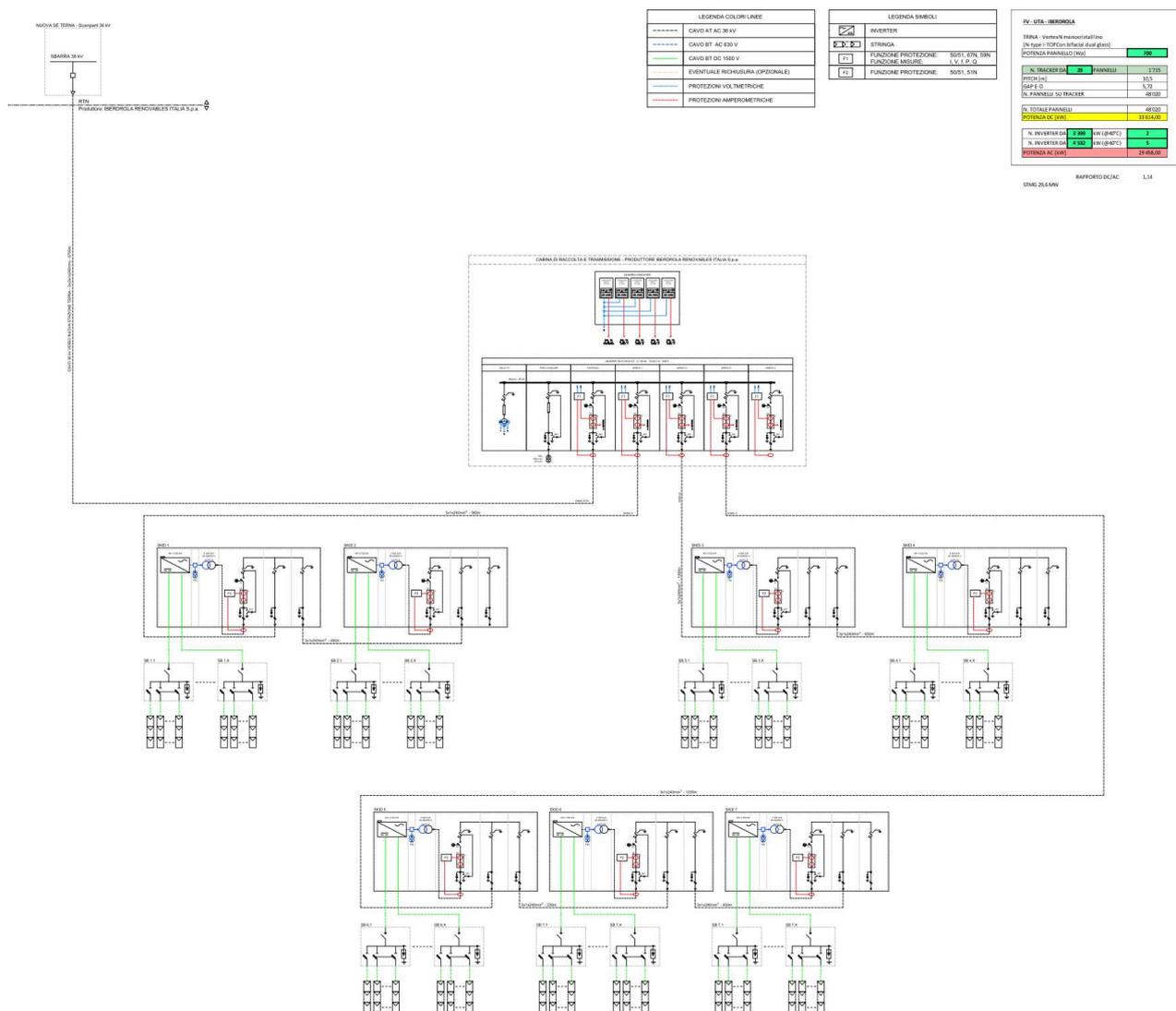


Figura 2 – Schema unifilare semplificato cabine nel campo FV

Maggiori dettagli sono apprezzabili sull'elaborato: **PD-Tav14 - 2397E 10090 00 - Schema Unifilare 36kV.**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 8 di 31                               |

## 4.2 Moduli su strutture di sostegno ad inseguimento - tracker

Il sistema di sostegno dei moduli ad inseguimento (tracker), è previsto con strutture infisse su file monopalo, con i pannelli montati in configurazione “portrait” (affiancamento sul lato più lungo), con due file per vela. Il fissaggio dei pannelli a terra sarà realizzato con infissione sul terreno tramite macchine battipalo. La soluzione individuata permette una buona ventilazione, un buon irraggiamento del terreno.

In generale gli inseguitori possono essere installati anche su terreni non piani, se le pendenze sono comprese entro il 10% che corrisponde ad angolazioni minori di 6°.

Il dimensionamento delle strutture tiene in conto i carichi statici (pesi dei componenti), le sollecitazioni dinamiche del vento e le caratteristiche del terreno sulla base dello studio geologico.

I dettagli strutturali saranno confermati e/o ridefiniti in fase di progettazione esecutiva, dopo la verifica della disponibilità sul mercato dei componenti scelti (moduli e strutture), insieme ad opportuni saggi sul terreno per validare le caratteristiche ai fini della portanza e della resistenza all'estrazione dei pali.

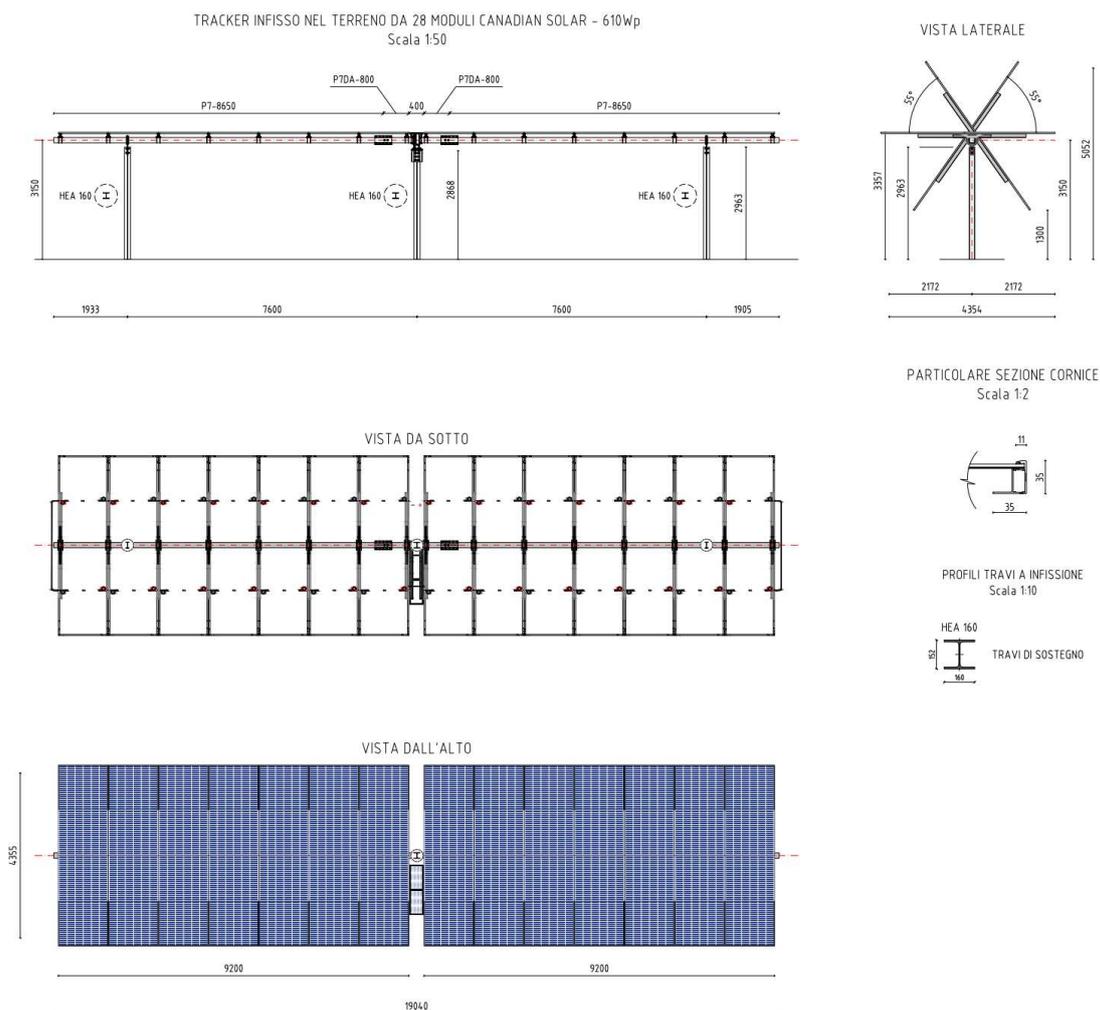


Figura 3 – Tipico struttura supporto pannelli ad inseguimento (tracker)

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 9 di 31                               |

Maggiori dettagli sono apprezzabili sull'elaborato: **PD-Tav07 - 2397C 20230 00 - Tipici Pannelli e Tracker e PD-R10.1 2397C 20090 00 - Calcoli di dimensionamento strutture - Tracker.**

Il layout con tracker mono-assiali ad asse di rotazione nord-sud consente di ottimizzare la produzione di energia elettrica, inseguendo la posizione giornaliera del sole con appositi motori, riduttori e schede di controllo installate a bordo dei tracker. Per gestire le diverse conformazioni delle superfici del terreno si sono adottati, per quanto possibile, inseguitori di lunghezza e numero di pannelli standard, in particolare saranno utilizzati 1'715 tracker da 28 moduli da 700 W, per cui i tracker avranno una potenza nominale di 19,6 kW dc.

### 4.3 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati sono del tipo monocristallino, questa tipologia è una soluzione progettuale che, per le caratteristiche generali, è fra le più interessanti sul mercato.

Nella tabella seguente sono elencate le caratteristiche principali.

| Parametro                                      | Sigla e/o valori caratteristici | UM |
|--|---------------------------------|----|
| Costruttore e sigla modello                    | TRINA Vertex N Bifacciale       | -  |
| Tipologia                                      | Silicio monocristallino         | -  |
| Dimensioni                                     | 2384 x 1303 x 33                | mm |
| Peso   | 38,3                            | kg |
| Numero di celle                                | 132                             | -  |
| Potenza nominale massima con STC ( $P_{max}$ ) | 700                             | W  |
| Efficienza del modulo                          | 22,5                            | %  |
| Tensione di esercizio ottimale ( $V_{mp}$ )    | 40,5                            | V  |
| Corrente di esercizio ottimale ( $I_{mp}$ )    | 17,29                           | A  |
| Tensione di circuito aperto ( $V_{oc}$ )       | 48,6                            | V  |
| Corrente di corto circuito ( $I_{sc}$ )        | 18,32                           | A  |
| Temperatura di esercizio                       | -40 ~+85°C                      | °C |
| Tensione massima di sistema                    | 1500                            | V  |

**Tabella 3** - Caratteristiche dei moduli fotovoltaici previsti

Per maggiori dettagli vedasi Datasheet di prodotto allegato al Progetto.

### 4.4 Sistema di condizionamento della potenza - inverter

Per la conversione dell'energia prodotta, da continua in alternata, sono stati previsti inverter di tipo centralizzato completi internamente dei componenti accessori, quali filtri e dispositivi di protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Gli inverter individuati sono della Sungrow, i due modelli che verranno utilizzati sono:

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 10 di 31                              |

- SG3300UD di potenza 3'399 kVA;
- SG4400UD di potenza 4'532 kVA;

con potenze a 40 ° C, temperatura di riferimento tipiche delle macchine elettriche di potenza.

Questi inverter sono inseriti nel campo fotovoltaico all'interno dei rispettivi **Skid**, comprendendo pertanto sia la parte di conversione, sia la parte di trasformazione BT/AT a raccogliere l'energia delle stringhe, che vengono convogliate agli ingressi degli inseguitori MPPT, tramite quadri DC di campo di concentrazione.

Di seguito le caratteristiche principali delle due tipologie di inverter scelti.

#### INVERTER TIPO 1

| Parametro                                  | Sigla e/o valori caratteristici        | UM              |
|--|--|-----------------|
| Tipologia                                  | Inverter centralizzato                 | -               |
| Costruttore e sigla modello                | Sungrow Power Supply Co. <b>3300UD</b> | -               |
| Efficienza massima                         | 99,00                                  | %               |
| Efficienza parametri Europei               | 98,80                                  | %               |
| <b>Parametri in ingresso (DC)</b>          |  |                 |
| Massima tensione di ingresso               | 1500                                   | V <sub>DC</sub> |
| Massima corrente in ingresso               | 4305                                   | A               |
| Massima corrente di corto circuito (DC)    | 10584                                  | A               |
| Tensione di avvio                          | 905                                    | V               |
| Campo di tensione degli inseguitori MPPT   | 895-1500                               | V               |
| Numero ingressi stringa                    | 15                                     | -               |
| <b>Parametri in uscita (AC)</b>            |  |                 |
| Potenza apparente nominale                 | <b>3399 a 40 °C (3300 a 45 °C)</b>     | kVA             |
| Potenza attiva massima                     | 3795                                   | kW              |
| Tensione nominale                          | 630                                    | V               |
| Frequenze nominali                         | 50/60                                  | Hz              |
| Corrente massima                           | 3480                                   | A               |
| Campo di regolazione cosφ                  | (rif. diagramma P – Q dell'inverter)   | -               |
| Massima distorsione armonica totale IEE519 | < 3%                                   |                 |

**Tabella 4** - Caratteristiche dell'inverter 1

#### INVERTER TIPO 2

| Parametro                                  | Sigla e/o valori caratteristici        | UM              |
|--|--|-----------------|
| Tipologia                                  | Inverter centralizzato                 | -               |
| Costruttore e sigla modello                | Sungrow Power Supply Co. <b>4400UD</b> | -               |
| Efficienza massima                         | 99,00                                  | %               |
| Efficienza parametri Europei               | 98,80                                  | %               |
| <b>Parametri in ingresso (DC)</b>          |  |                 |
| Massima tensione di ingresso               | 1500                                   | V <sub>DC</sub> |
| Massima corrente in ingresso               | 5740                                   | A               |
| Massima corrente di corto circuito (DC)    | 14112                                  | A               |
| Tensione di avvio                          | 905                                    | V               |
| Campo di tensione degli inseguitori MPPT   | 895-1500                               | V               |
| Numero ingressi stringa                    | 20                                     | -               |
| <b>Parametri in uscita (AC)</b>            |  |                 |
| Potenza apparente nominale                 | <b>4532 a 40 °C (4400 a 45 °C)</b>     | kVA             |
| Potenza attiva massima                     | 5060                                   | kW              |
| Tensione nominale                          | 630                                    | V               |
| Frequenze nominali                         | 50/60                                  | Hz              |
| Corrente massima                           | 4640                                   | A               |
| Campo di regolazione cosφ                  | (rif. diagramma P – Q dell'inverter)   | -               |
| Massima distorsione armonica totale IEE519 | < 3%                                   |                 |

**Tabella 5** - Caratteristiche dell'inverter 2

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 11 di 31                              |

Per maggiori dettagli vedasi il datasheet: **2397G 50010 00 - Schede tecniche componenti elettrici principali**, allegato al Progetto.

I dettagli dei collegamenti nel layout sono individuabili negli unifilari di figura 2 e nello schema a blocchi di figura 9, maggiori dettagli sono leggibile negli elaborati grafici allegati al progetto.

#### **4.5 Cabine di campo, di raccolta e sezionamento, di supervisione**

La localizzazione degli inverter viene normalmente individuata con un compromesso: averli il più possibile baricentrici in riferimento alle rispettive stringhe e comunque sul percorso della viabilità, per non sottrarre ulteriore superficie utile a moduli e attività agricola.

L'uscita in corrente alternata trifase di ogni inverter, arriva protetto da canale e carter nella sezione BT affiancata alla cabina di campo (Skid), e dopo trasformazione BT/AT esce sulla rete, interna al campo, al livello di tensione 36 kV.

Ogni cabina di campo contiene al suo interno il quadro di gestione in corrente continua costituito da un numero di dispositivi di protezione e sezionamento, ai quali arrivano le linee provenienti dai quadri di concentrazione DC.

In uscita dall' inverter, un quadro con interruttore generale trasferisce su apposita sbarra BT l'energia raccolta dalla zona di riferimento per lo Skid, fino al trasformatore elevatore BT/AT, che la porta dal livello 630 V a quello a 36'000 V, tensione adatta al trasferimento dell'energia sia all'interno del *campo* fotovoltaico sia per il trasferimento (tramite la Cabina di Raccolta e Trasmissione) fino alla sezione 36 kV di connessione, della Nuova Stazione Elettrica RTN a 150/36 kV di proprietà Terna S.p.A.

Ciascuna cabina di zona contiene al proprio interno il quadro 36 kV che, oltre alla protezione del trasformatore BT/AT, contiene il sezionatore per il collegamento alla cabina di raccolta.

Le cabine hanno al loro interno diversi altri componenti di impianto e accessori, quali: l'impianto di terra ed equipotenziale, un trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari, un UPS per i servizi di cabina sotto continuità, l'impianto di illuminazione, le prese di servizio e manutenzione, i ventilatori, il sistema di protezione e monitoraggio e telecontrollo, il sistema di sgancio in emergenza.

**PD-Tav05 - 2397C 20210 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su CTR**, sono rappresentate tutte le cabine dell'impianto.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 12 di 31                              |

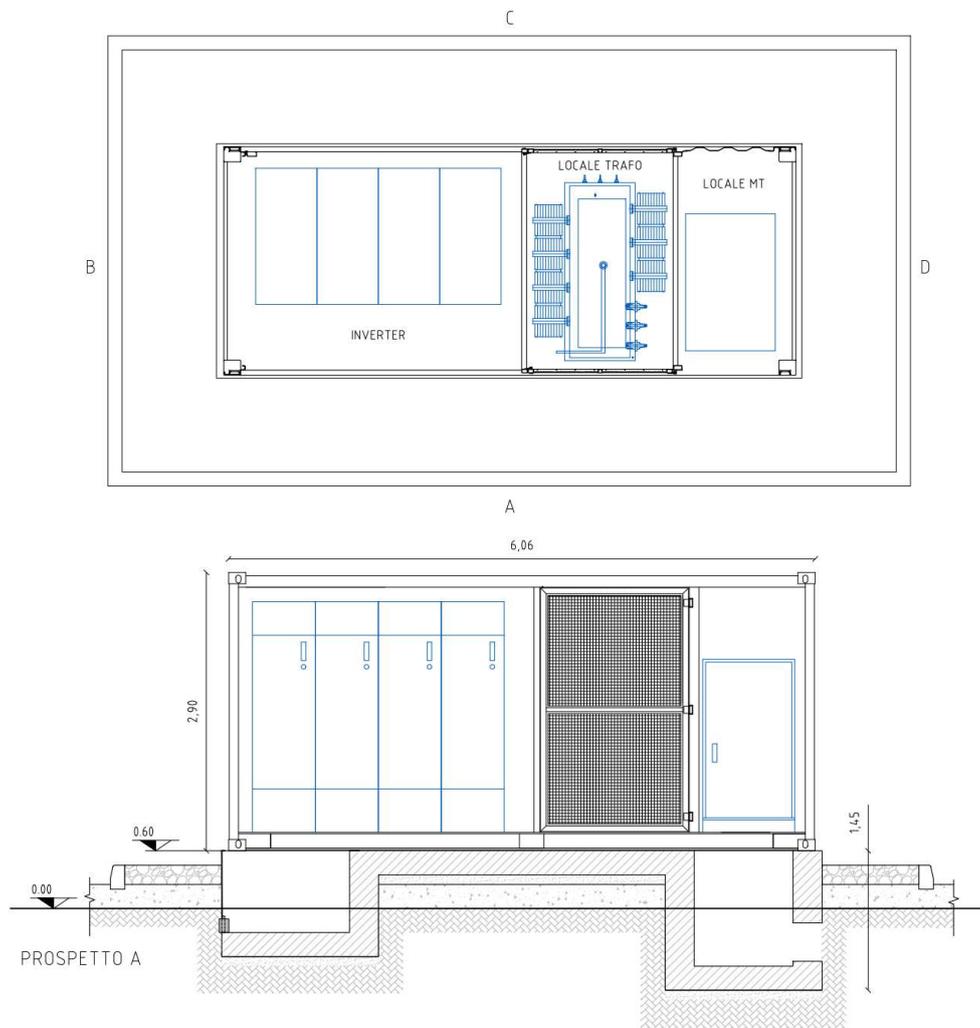
#### 4.5.1 Caratteristiche costruttive delle cabine

Le cabine sia quelle dedicate alla parte elettrica di potenza, sia quelle per il control room, verranno realizzate in stabilimenti dedicati per prefabbricati e verranno consegnate in cantiere pronte al collegamento DC lato inverter, AT lato rete di trasferimento e per la parte dati.

##### 4.5.1.1 Cabine di campo (Skid)

Ciascuna di queste cabine è costituita dai diversi componenti, che globalmente avranno dimensioni esterne indicative: 6058 x 2896 x 2438 [mm], al loro interno sono contenuti il quadro 36 kV di tipo entra esce con le protezioni del trasformatore di potenza AT/BT, il quadro BT ed il trasformatore BT/BT per gli ausiliari.

Nella figura sottostante è rappresentato un estratto che rappresenta gli skid previsti che hanno stesse dimensioni, pur con potenze differenti.



**Figura 4 – Cabina di Campo - Pianta e prospetti**

Maggiori dettagli sono visibili nel documento:

**PD-Tav08 - 2397C 20240 00 - Skid di campo 36kV-BT - Pianta e Prospetti**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 13 di 31                              |

#### 4.5.1.2 Cabina di Raccolta e Trasmissione (CRT)

Questa cabina contiene i quadri 36 kV con gli scomparti per linee di arrivo dal campo e gli scomparti per le linee di trasmissione fino alla Stazione Elettrica Terna.

La cabina che insiste nell'area Nord-Est avrà anche uno scomparto 36 kV per il trasformatore servizi ausiliari AT/BT ed un gruppo elettrogeno di emergenza per tutta l'area di Stazione Produttore.

Oltre al locale 36 kV, in questo edificio sono presenti: una sala contatori e di controllo, un locale Servizi Ausiliari, un locale per il TSA, un locale per il Gruppo Elettrogeno.

Le dimensioni esterne totali del locale sono indicativamente: 32,00 x 6,50 x 4,50 [m], nella figura sottostante è rappresentato un estratto di quanto contenuto nell'elaborato dedicato.



**Figura 5 – Cabina di Raccolta e Trasmissione**

Maggiori dettagli sono visibili nell'elaborato:

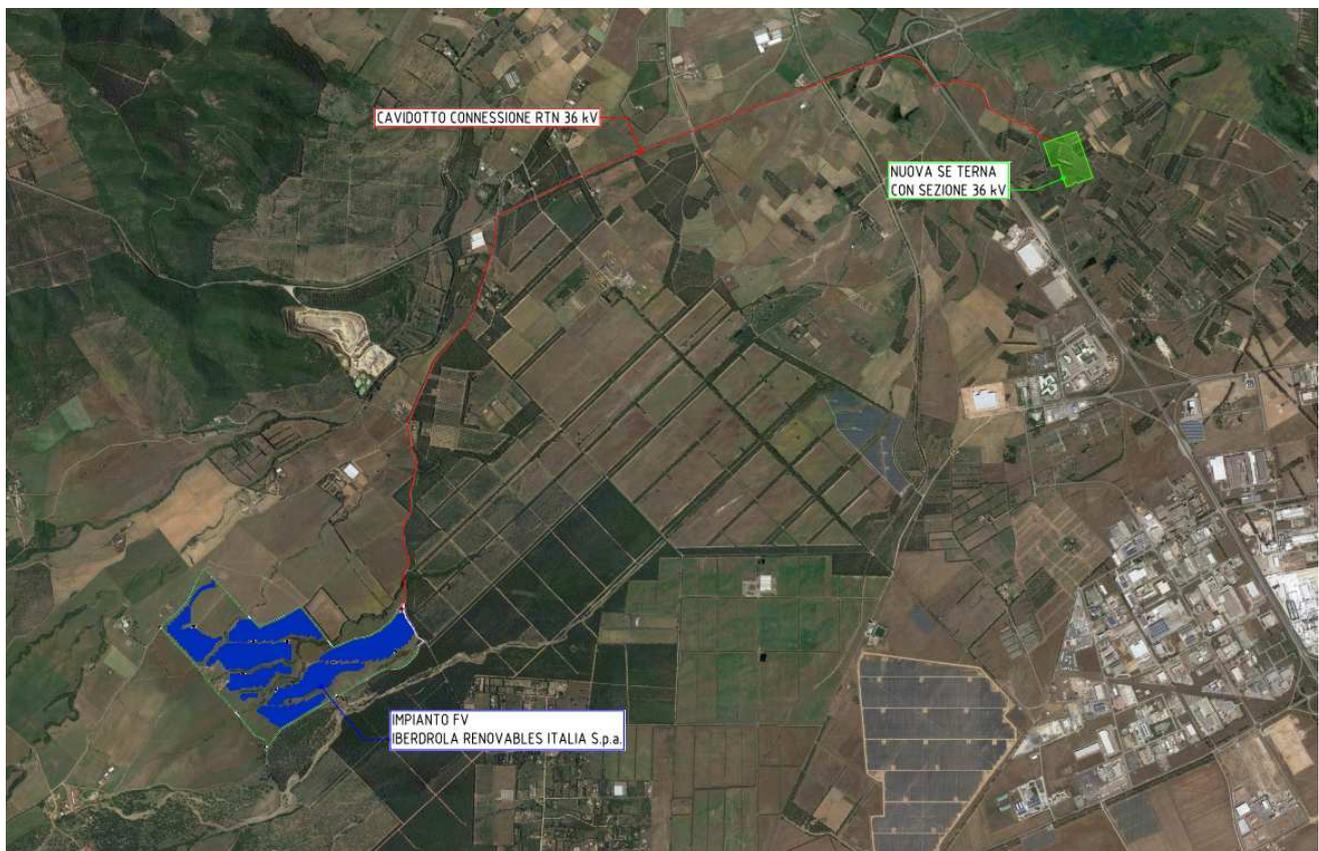
**PD-Tav09 - 2397C 20250 00 - Edificio di raccolta e trasmissione 36kV.**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 14 di 31                              |

La posizione di tutte queste cabine è rappresentata nel documento: **PD-Tav05 - 2397C 20210 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su CTR.**

#### 4.6 Connessione alla rete elettrica

Considerata la potenza importante dell'impianto, è necessario che essa sia immessa nella rete in alta tensione, pertanto, ci sarà una prima rete di cavi 36 kV interrato che raccolgono l'energia delle cabine di campo e le convogliano ad una cabina di Raccolta e Trasmissione, dalla quale un altro cavo interrato AT provvede a trasportare l'energia in alta tensione, fino allo scomparto 36 kV dedicato nella Nuova Stazione 150/36 kV prevista da Terna.



**Figura 6** - Connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Per un miglior dettaglio, vedasi documenti: **PD-Tav12 - 2397C 20070 00 - Planimetria connessione alla RTN**

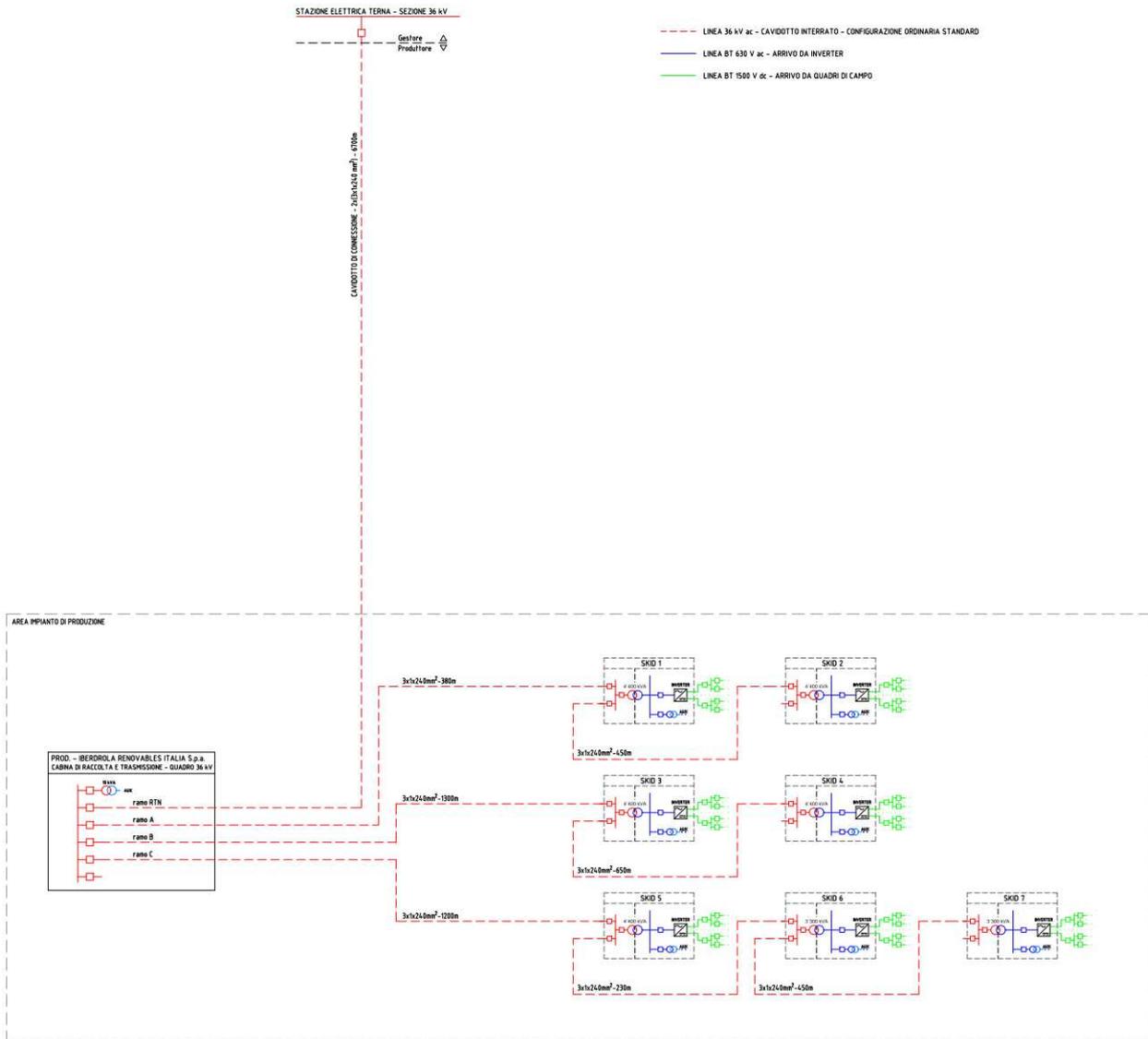
In vicinanza della nuova SE Terna, si provvederà un locale prefabbricato, nel quale alloggiare un quadro di sezionamento, al fine di utilizzarlo per abbreviare i tempi per la ricerca di eventuali guasti sulla linea di trasmissione a 36 kV.

Tale quadro non avrà protezioni a bordo ma soltanto organi di sezionamento, non sarà pertanto necessario un sistema di alimentazione permanente, sarà eventualmente previsto solo un quadro ausiliari per

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 15 di 31                              |

illuminazione e manutenzione, che sarà alimentato all'occorrenza tramite gruppo elettrogeno portatile; quindi, sarà prevista una presa per il collegamento di quest'ultimo.

Di seguito viene rappresentato lo schema a blocchi della rete a partire dal livello BT dc, BT ac, fino al livello 36 kV, che comprende la tratta di connessione alla RTN.



**Figura 7** – Schema a blocchi della connessione fino alla RTN

Per maggiori dettagli, sulla connessione AT, vedasi elaborato:  
**PD-Tav13 - 2397E 10080 00 - Schema a Blocchi 36kV, BTac, BTdc**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 16 di 31                              |

#### **4.7 Contributo alla corrente di corto circuito**

La corrente di corto circuito dovuta al contributo degli inverter sulla sezione BT del fotovoltaico, riportata al livello 36 kV è trascurabile rispetto ai parametri a monte della rete 36 kV (determinati dai livelli AT della stazione Terna) ed ai conseguenti valori di dimensionamento adottati per i componenti.

Anche i dispositivi di protezione previsti nei quadri BT, nei quadri 36 kV e nella seziona AT, hanno valori della tenuta termica ed elettrodinamica congruente con la corrente di corto circuito nel punto specifico dell'impianto in cui sono installati.

Calcoli di questo ordine sono pertanto irrilevanti ai fini del dimensionamento dei componenti, pure per l'influenza della potenza di cortocircuito sul nodo di rete.

La sua influenza ai fini della tensione e della frequenza sarà oggetto del load-flow in fase esecutiva, con le caratteristiche dei componenti effettivamente installati per confermare la rispondenza ai vari allegati del Codice di Rete, che verranno verificati prima della connessione.

#### **4.8 Cavi, rete di terra ed altri componenti**

Le caratteristiche dei cavi di collegamento, della rete di terra, dei componenti accessori necessari per il funzionamento dell'impianto e per il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza dovranno rispettare quanto previsto nelle norme. Di seguito si descrivono le diverse tipologie previste in funzione dei livelli di tensione che saranno presenti nelle diverse parti dell'impianto fotovoltaico.

##### **4.8.1 Cavi in corrente continua**

Per collegare i pannelli in stringhe fino all'ingresso degli inverter, per la tensione prevista, sono previsti cavi per il funzionamento fino a 1500 Vcc, del tipo FG21M21 o equivalente.

##### **4.8.2 Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT**

All'interno delle cabine di campo (skid), dalla sezione ac degli inverter a 630 V, l'energia in alternata viene trasferita al trasformatore BT/AT, ed elevata direttamente alla tensione di raccolta e trasmissione 36 kV.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 17 di 31                              |

### 4.8.3 Cavi 36 kV

#### 4.8.3.1 Caratteristiche principali dei cavi 36 kV

La rete 36 kV prevista per la raccolta dell'energia elettrica proveniente dalle cabine del campo Fotovoltaico sarà realizzata con tipologia di cavo in categoria III,  $U_0/U$  20.8/36 kV da 240 mm<sup>2</sup> in alluminio, oppure  $U_0/U$  26/45 kV da 240 mm<sup>2</sup> in rame, a seconda di quello che sarà disponibile sul mercato.

Le caratteristiche di isolamento e di portata, dei cavi significativi, sono indicate in tabella.

| DESCRIZIONE  | UM              | ARE4H5EX | RG7H1R |
|--|-----------------|----------|--------|
| Sezione  | mm <sup>2</sup> | 240      | 240    |
| Portata di corrente a 293 K (20°C) cavi interrati a trifoglio posa | A               | 372      | 510    |
| Tensione nominale $U_0/U$  | kV              | 20.8/36  | 26/45  |

Tabella 6 - Cavi MT tripolari 36 kV

I cavi con sezioni inferiori a 240 mm<sup>2</sup> non sono stati descritti, in quanto sono utilizzati solo per il trasformatore ausiliari della Cabina di Raccolta e Trasmissione o all'interno degli skid, che verranno forniti montati, cablati e certificati dai rispettivi costruttori.

#### 4.8.3.2 Modalità di posa dei Cavi

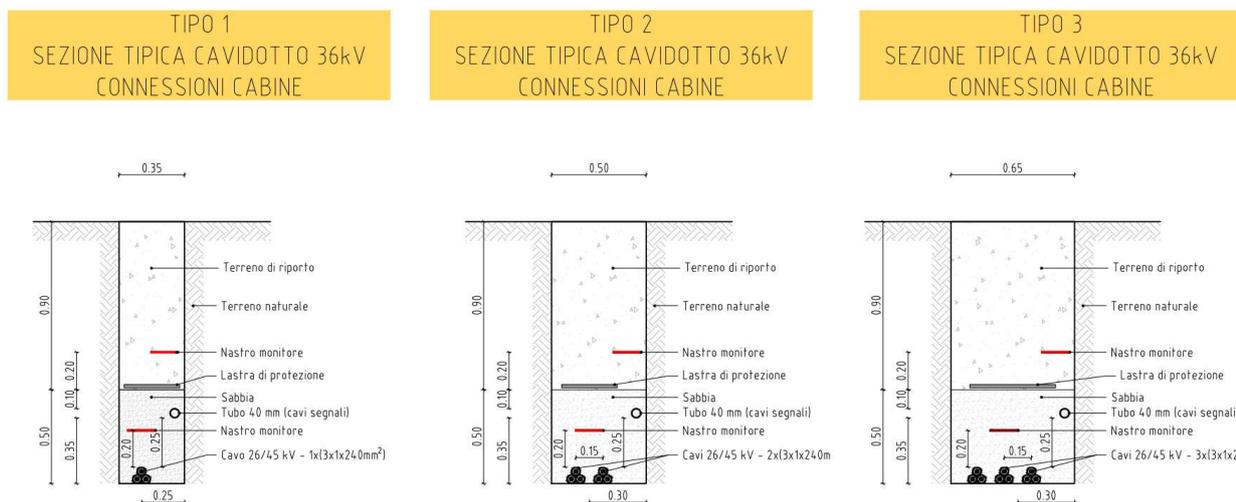


Figura 8 – Tipici per la posa interrata dei cavi 36 kV nell'area dell'impianto di produzione

Maggiori dettagli sono individuabili nell'elaborato: **PD-Tav10 - 2397E 10100 00 - Planimetria percorso cavi 36kV e tipici posa cavidotti interni**, nel quale sono rappresentate percorsi e sezioni di posa.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 18 di 31                              |

#### 4.9 Preparazione delle aree per l'installazione dell'impianto

Per rendere compatibile l'installazione dei pannelli nell'area d'interesse è necessario che la pendenza dei terreni sia contenuta, l'ideale sarebbe avere aree perfettamente pianeggianti o al più già orientate verso sud.

Per la conformazione del terreno esistente, anche per minimizzare l'impatto, questo non può essere fatto con un unico piano, ma con diverse sub aree che mantengano al proprio interno una pendenza compatibile con l'installazione dei tracker e l'orientamento dei pannelli, che essendo fissati su strutture ancorate a pali direttamente infissi nel terreno, non impediscono lo scorrimento delle acque.

L'ipotesi di livellamento eseguita è fatta sulla base di livelli cartografici, il progetto esecutivo permetterà una maggior precisione, tuttavia non ci sono grandi volumi da escavare e riempire ed in ogni caso essi andranno gestiti in compensazione, non si prevede in ogni caso di importare terre dall'esterno del sito.

##### 4.9.1 Scavi

Per i cavidotti sono previsti scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici, gli scavi avranno ampiezza variabile tra 35 e 65 cm (eccezionalmente fino 80), con profondità di circa 140 cm. La larghezza dello scavo dipenderà dal numero di terne di cavi (36 kV), di cavi DC o cavi per telecomunicazioni (fibre ottiche) che dovranno essere posati, come evidenziato nei tipici di posa dei paragrafi precedenti.

Nella realizzazione si dovrà avere cura di sistemare temporaneamente il materiale inerte su uno dei due bordi di scavo, in modo da lasciare l'altro libero per la posa dei corrugati e/o dei cavi elettrici che verranno posati all'interno dello scavo. Ove si attui la posa diretta del cavo (es cavi 36 kV esterni al campo fotovoltaico), senza la protezione di cavidotto in apposito corrugato, si dovrà predisporre un letto di posa in sabbia, atto a proteggere i cavi da danneggiamenti meccanici. La sabbia dovrà essere stesa entro lo scavo prima e subito dopo la posa del cavo stesso. Sopra il secondo strato di sabbia, dovrà essere predisposta apposito nastro monitore, a segnalare la presenza del cavidotto in tensione.

Gli scavi saranno effettuati con mezzi meccanici, in maniera da evitare scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non pregiudichino i lavori.

I materiali derivanti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o dove non possibile, in altri posizione del sito individuati nel cantiere. In generale lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro, quelli in eccedenza per la realizzazione delle fondazioni delle cabine e degli scavi per i cavidotti potranno essere utilizzati per il livellamento dell'area di installazione. Trattandosi di scavi poco profondi, in terreni naturali lontani da strade, sarà possibile evitare la realizzazione delle paratoie, verificando in fase esecutiva, a cura della Direzione dei Lavori e del Responsabile per la Sicurezza, che la natura del terreno sia sufficientemente compatta.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 19 di 31                              |

#### **4.9.2 Infissione dei pali per i tracker**

I tracker hanno la caratteristica di poter essere infissi attraverso i pali nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in calcestruzzo (cls), compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alle prove penetrometriche dettagliate che verranno confermate in fase esecutiva.

In generale le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento, di neve e altri carichi accidentali, previste nel sito di installazione.

I pali, che avranno profili in acciaio HEA 160 e IPE 90, per massimizzare la superficie di contatto con il terreno - la cui profondità di posa dipende dal tipo di terreno - saranno infissi nel terreno per mezzo di apposito "battipalo".

#### **4.10 Componente agronomica di progetto**

##### **4.10.1 Progetto agronomico**

L'obiettivo del progetto è quello di combinare la produzione energetica con la produzione agricola e l'attività zootecnica esistente.

Il campo solare permette la piena compatibilità con le attività di pascolo ovino e di prosecuzione delle attività agricole conciliando contemporaneamente in questo modo l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica. In tal senso si prevedono dei prati pascoli permanenti e la coltivazione degli erbai temporanei. Gli animali potranno pascolare liberamente tra i pannelli solari e disporre di strutture utili a proteggerli dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare nel periodo estivo.

In riferimento alla tipologia di impianto proposto la Società proponete ha previsto un sistema agrivoltaico non avanzato, le cui definizioni ed il dettaglio dell'analisi sono ampiamente trattate all'interno del documento specialistico: **BS-FVVT-RP6 - Relazione agropedologica FV Pringili.**

##### **4.10.2 Interventi di mitigazione**

Per la mitigazione perimetrale è prevista la piantumazione di mirto con il duplice scopo di mitigazione ecologica come l'impianto arboreo ad ulivo da realizzare nel settore sud esterno dal campo solare. Viene inclusa la superficie di interesse apistico e le arnie.

#### **4.11 Recinzione, illuminazione e videosorveglianza, viabilità, acque superficiali**

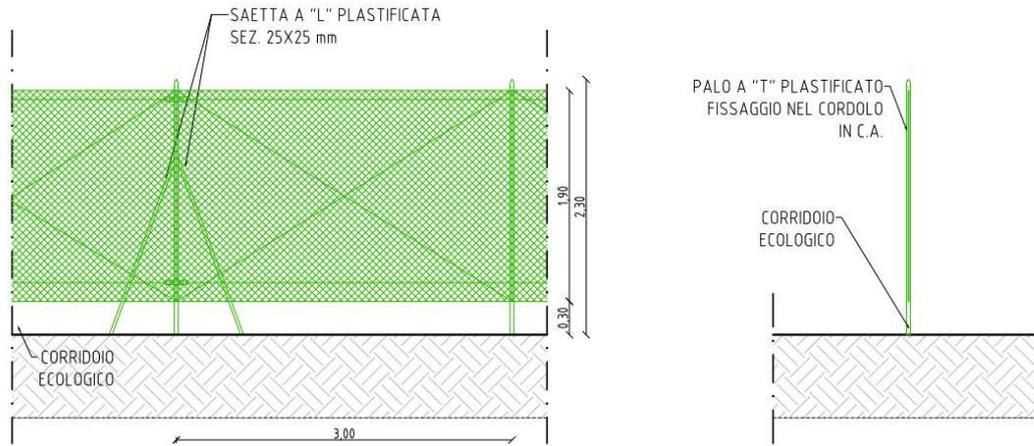
##### **4.11.1 Recinzione**

Intorno a tutte le aree nelle quali saranno installati i pannelli fotovoltaici ci sarà una recinzione, al fine di delimitare la proprietà, essa sarà costituita da rete metallica romboidale, maglia 5 x 5 cm, altezza 2 m, plastificata verde, ancorata ad elementi metallici.

Al fine di garantire la continuità dei corridoi ecologici alle specie faunistiche, la recinzione sarà dotata di idonee aperture e/o dovrà essere sollevata da terra di almeno 30 cm.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 20 di 31                              |

Quanto descritto è rappresentato nella figura sottostante.

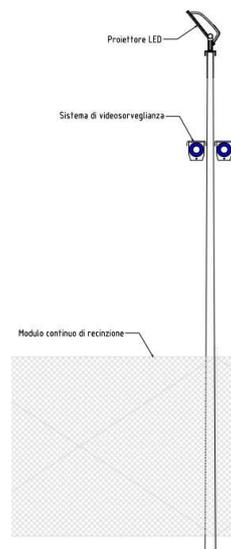


**Figura 9 – Dettaglio recinzione - Prospetto e sezione**

Maggiori dettagli sono visibili sull'elaborato di progetto: **PD-Tav05 - 2397C 20210 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su CTR.**

#### **4.11.2 Illuminazione e videosorveglianza**

Per inibire furti ed atti vandalici i perimetri recintati saranno controllati da sistema antintrusione tramite sorveglianza con telecamere, con sensore di movimento, in grado di funzionare nel campo dell'infrarosso per la visione notturna e di attivare automaticamente l'accensione dell'impianto di illuminazione, il sistema è composto da punti di rilevamento montati su pali perimetrali al lotto.



**Figura 10 – Palo di supporto per corpo illuminante e telecamere**

I pali, con a bordo corpi illuminanti e telecamere, saranno distribuiti su tutta la recinzione, come indicato nell'elaborato: **PD-Tav05 - 2397C 20210 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su CTR.**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 21 di 31                              |

Il sistema di accensione/spegnimento può essere gestito a tempo, con parzializzazione 50 %, al fine di ridurre l'inquinamento luminoso, con l'attivazione automatica del sensore di movimento della telecamera di sorveglianza, anche tramite accensione individuale o totale da remoto, tramite il sistema di videosorveglianza. La soluzione verrà meglio dettagliata in fase esecutiva, in funzione della tipologia da implementare effettivamente.

Nell'intorno delle cabine di campo (skid) e della Cabina di raccolta e trasmissione degli stessi, saranno posizionati i corpi illuminanti, necessari alla gestione e manutenzione anche notturne, plafoniere collegamenti e comandi saranno adatti al luogo di installazione (interno o esterno), saranno previste anche opportune lampade di emergenza, aventi autonomia adatta allo specifico luogo ed alla funzione.

All'interno della Cabina di Raccolta e Trasmissione saranno installati gli opportuni corpi illuminanti per le operazioni di manutenzione, controllo e monitoraggio sia impiantistico sia degli accessi, per questa ultima funzione si saranno opportuni schermi che riporteranno la visione in sequenza ciclica di tutte le telecamere, tale visione sarà duplicata e potrà essere monitorata anche in remoto dalla sala di controllo Iberdrola.

#### **4.11.3 Viabilità**

Per quanto riguarda la viabilità, all'interno dei campi fotovoltaici, in generale il passo tra le file dei pannelli è sufficiente a permettere ai mezzi, sia in fase di costruzione sia in fase di esercizio e manutenzione di muoversi all'interno delle aree, mantenendo la velocità entro i valori tipici da rispettare per i cantieri.

Per garantire la viabilità a mezzi importanti anche quando i tracker sono in funzione è prevista una viabilità principale costituita da percorsi perimetrali ed alcuni trasversali, che di fatto utilizza quella esistente opportunamente mantenuta.

Le strade seguiranno in linea di massima i perimetri del layout rappresentato nella suddivisione dei sottocampi; in generale, per minimizzare gli impatti, sulle stesse strade ci saranno le vie cavi ed i canali principali per lo scorrimento delle acque superficiali.

Questo permette di avere percorsi stabili adatti anche al traffico pesante, altamente drenanti, contemperando le esigenze di valenza paesaggistica e di eco-sostenibilità con la funzionalità ed affidabili nel tempo.

La conformazione opportuna della sezione di queste strade, l'ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti coordinandoli con la viabilità, permette la gestione delle acque superficiali in modo da non erodere il piano stradale e diminuire il più possibile la manutenzione delle stesse.

Per quanto riguarda le superficie coinvolte nella realizzazione della viabilità, l'effetto previsto, benché riduca buona parte delle funzioni ecosistemiche nelle superfici interessate, non può essere considerato come

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 22 di 31                              |

irreversibile in quanto le aree non saranno impermeabilizzate. Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità e indirettamente il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi nell'arco della durata dell'impianto e infine la sottrazione di aree agricole

Maggiori dettagli sono descritti nel documento specialistico citato.

#### **4.11.4 Smaltimento acque meteoriche**

I movimenti di terra, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, saranno quelli indispensabili al livellamento, lasciando inalterati o migliorando i regimi di scorrimento delle acque superficiali, ripristinando gli scorrimenti già previsti, con la rimozione, ove necessario, dello strato superficiale del terreno e degli arbusti. Informazioni supplementari sulle acque superficiali nelle condizioni esistenti, possono reperirsi nei documenti specialistici: **PD-R07 - Relazione Geologica** e **PD -R02- Relazione di compatibilità Idraulica**.

#### **4.12 Cabine e cavidotti - Interferenze**

Nella predisposizione del layout di progetto si è tenuta in considerazione la presenza degli elementi interferenti rappresentandole negli elaborati progettuali.

##### **4.12.1 Interferenze con l'installazione nell'area dell'impianto**

All'interno del perimetro dell'impianto fotovoltaico sono state considerate alcune zone di rispetto, ad esempio un'apposita fascia di rispetto per la linea aerea MT esistente, in prossimità di queste zone e fasce non verranno installati tracker o cabine, come evidenziato nel documento:

**PD-Tav06 - 2397C 20220 00 - Planimetria distribuzione pannelli e cabine su Ortofoto.**

Per i collegamenti elettrici e la viabilità le interferenze sono invece gestite come di seguito specificato.

##### **4.12.2 Attraversamenti all'esterno dell'impianto di produzione**

Il cavidotto per la connessione a 36 kV sarà interrato secondo un tracciato che, allo scopo di non determinare movimenti terra in parti private, verrà posato in parte lungo alcune vie comunali di Uta, presenti per l'accessibilità alle zone rurali, ripristinandole dopo la posa, e una parte importante andrà a costeggiare la SP 2 (Pedemontana) per raggiungere la Nuova Stazione Elettrica 150/36 kV pianificata da Terna.

I tipici di attraversamento, che per le caratteristiche grafiche non sono apprezzabili nel formato del presente documento, vengono rappresentati in dettaglio nell'elaborato: **PD-Tav12 - 2397C 20070 00 - Planimetria connessione alla RTN**

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 23 di 31                              |

## 4.13 Organizzazione del cantiere macchine - viabilità - rumore

### 4.13.1 Cantiere interno parco

Per quanto concerne l'organizzazione del cantiere, si ipotizza di suddividerlo in due comparti Est e Ovest, dedicando a ciascun'area, una zona di accesso, controllo e di sorveglianza notturna, in generale a seconda dello stato di avanzamento delle varie fasi, saranno previste le baracche e le aree parcheggi per i mezzi di cantiere.

La viabilità sarà organizzata in modo da renderla congruente con la viabilità definitiva del parco fotovoltaico, da collegare tramite apposite strade dedicate per l'accesso ai cantieri dei singoli sottocampi fotovoltaici.

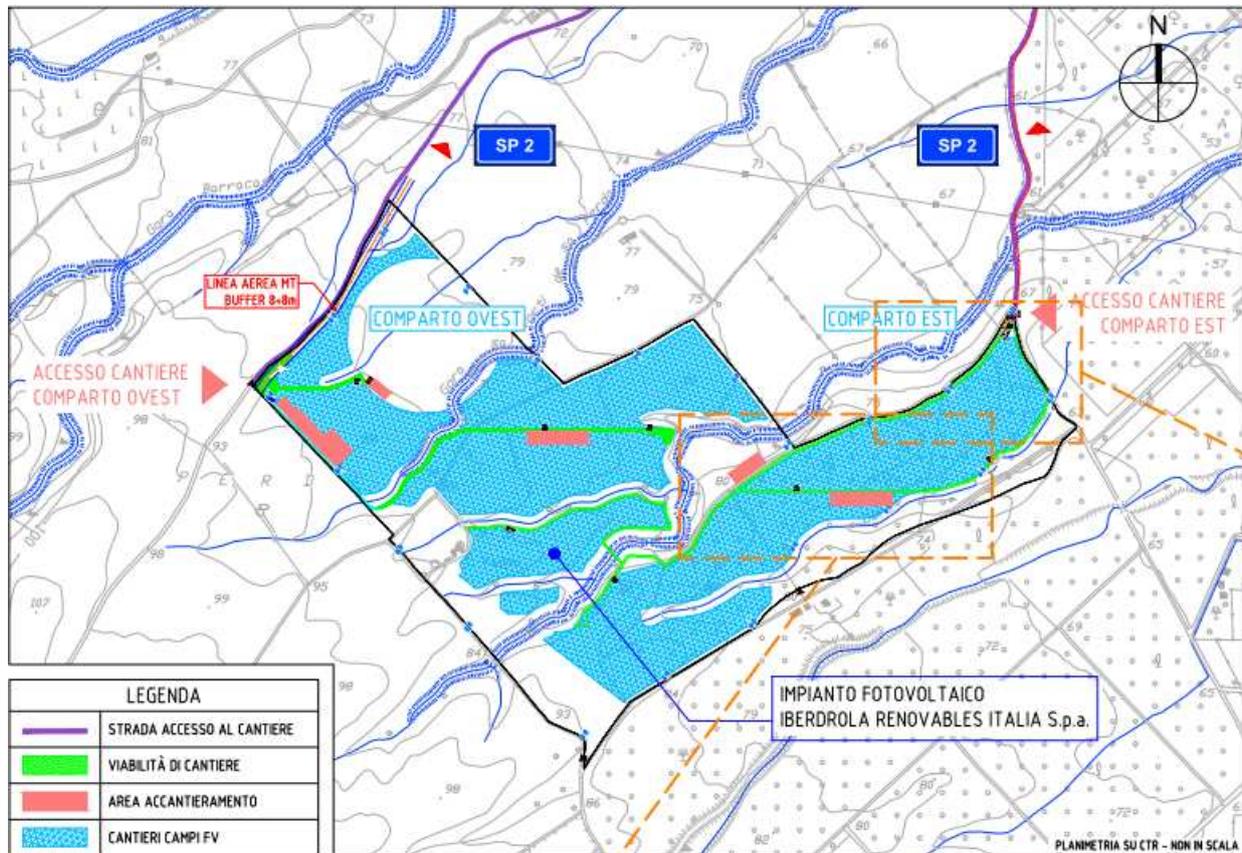
Le aree di cantiere saranno recintate, avranno un accesso controllato (con badge o addetto) e vi saranno localizzati i baraccamenti, i parcheggi per il personale, i parcheggi dei mezzi di cantiere, le postazioni di cantiere, un'area per lo stoccaggio di pannelli e materiali e un'area per lo stoccaggio dei rifiuti.

Di fatto l'esperienza pregressa evidenzia il difficile controllo notturno contro i furti, anche con la ronda periodica, pertanto è fortemente suggerito di procedere immediatamente alla realizzazione recinzione definitiva, con anche l'installazione di tutti i pali dedicati a illuminazione e telecamere di sorveglianza previsti a regime. Il sistema di sorveglianza andrà alimentato dall'energia di cantiere e collegato con le antenne 4/5G dedicate, che possono essere quelli dei providers già definiti poi per il funzionamento a regime dell'impianto.

In generale, il layout sarà organizzato con le seguenti zone:

- Zona Direzionale: con uffici per il committente, la direzione lavori ed il coordinamento della sicurezza, un ufficio di cantiere per l'impresa affidataria delle opere civili ed uno per l'affidataria delle opere elettriche, una sala riunioni comune, servizi igienici.
- 
- Zona Operativa: con spogliatoi e servizi igienici per gli addetti, l'infermeria, una sala ristoro per pause brevi con tettoia all'aperto, un refettorio/mensa per le pause lunghe.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 24 di 31                              |



**Figura 11** – Layout cantiere

In generale ciascuna delle sub-aree di suddivisione di lavoro, costituirà un cantiere satellite dei due comparti principali: comparto Est e Ovest, nei quali ci saranno tutti gli spazi per la Direzione dei Lavori, del Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione ed i vari Capi Cantiere delle diverse Imprese. Ogni comparto sarà dotato dei servizi minimi: un box per impresa se verrà ritenuto necessario, un bagno chimico, una o più postazioni di lavoro libere, con zona di stoccaggio breve e montaggio.

In generale per ogni comparto il cantiere sarà organizzato secondo opportuna viabilità interna, studiata, in fase esecutiva per ridurre al minimo le interferenze.

#### **4.13.2 Cantiere esterno parco**

Per la realizzazione dell'elettrodotto esterno in cavo sono individuabili le seguenti fasi:

- esecuzione degli scavi, per le parte di costeggiamento della strada;
- stesura e posa del cavo;
- realizzazione dei giunti;
- reinterro dello scavo fino al ripristino del piano.

Per la posa longitudinale con scavo, l'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo prevista per la lunghezza del percorso, larga circa 1m per una profondità variabile, mediamente fino a 1,4 m. Ove la Direzione dei Lavori lo ritenesse opportuno, la profondità di posa potrà essere aumentata o

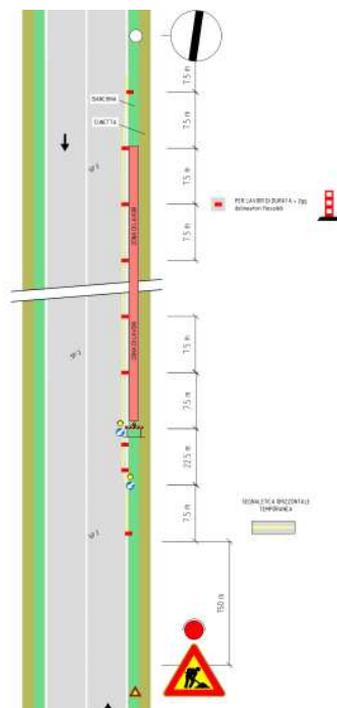
|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 25 di 31                              |

anche diminuita, utilizzando in questo secondo caso, un'opportuna protezione meccanica aggiuntiva (es. bauletti in calcestruzzo).

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono previste tecnologie di scavo con prodotti in grado di contaminare rocce e terre, nelle aree a verde o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. In ogni caso durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In merito all'interessamento di aree da parte dell'elettrodotto, a riferimenti legislativi sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè quelle necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto, in fase esecutiva saranno concordate nel dettaglio con la direzione tecnica dei proprietari delle strade e parti private. Anche ciascuna di queste aree sarà recintata dotata di opportuna cartellonistica per indicare il cantiere e regolare l'accesso e, all'interno, per individuare pericoli e prescrizioni delle aree di lavoro.

Per quanto riguarda i lavori sul tratto di strada provinciale SP2, indicato in figura 13, verranno attuate le specifiche procedure dedicate agli interventi sulle strade aperte al traffico.



**Figura 12** – Layout cantiere area SP2

Maggiori dettagli posso essere apprezzati nel documento: *PD-Tav04 – 2397S 08010 00 – Planimetria di cantiere.*

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 26 di 31                              |

Per le modalità di posa e attraversamento con il cavidotto esterno al parco, relativo al collegamento alla RTN, non ci sono criticità, le sezioni di fatto sono quelle tipiche già rappresentate precedentemente, i cui dettagli sono rilevabili nel documento PD-Tav12 - 2397C 20070 00 - Planimetria connessione alla RTN 36kV.

#### **4.13.3 Macchine operatrici**

Per le lavorazioni da eseguirsi in cantiere verranno utilizzate diverse macchine, in generale mobili, in particolare, indicativamente saranno presenti:

- 3 mezzi tra gommati e cingolati (ruspe e pale meccaniche) per il movimento e livellamento terra;
- Rullo compressore (per il solo compattamento strade interne al campo fotovoltaico)
- 3 trivelle e/o battipali per l'infissione dei supporti di sostegno delle strutture dei pannelli;
- 3 camion per trasporto del terreno, delle apparecchiature, dei pannelli e delle strutture;
- 1 Betoniera con autopompa per i getti di fondazione SKID e cabina di raccolta e trasmissione;
- 1 autocisterna per rifornimento betoniera/impastatrice e per irrorazione strade per abbattimento polvere;
- 6 veicoli per il trasporto delle attrezzature e del personale.

#### **4.13.4 Viabilità cantiere**

La viabilità sarà organizzata in maniera da ottimizzare le opere ed i tempi di esecuzione, in particolare verranno realizzate da subito quelle strade e le canalizzazioni in terra stabilizzata o tout-venant, che saranno utilizzate già in fase di cantiere e che resteranno funzionali alla viabilità dell'impianto anche in fase di esercizio.

Questo sforzo iniziale diminuirà in maniera determinante la necessità di provvedere alla irrorazione continua delle vie, per diminuire la polverosità, durante il transito dei mezzi di cantiere.

#### **4.13.5 Rumore**

Per quanto riguarda il Rumore e le Vibrazioni, questi sono da associare essenzialmente alle fasi di cantiere, per l'utilizzazione delle macchine operatrici richiamate nel paragrafo precedente, considerato che le lavorazioni con le macchine saranno effettuate principalmente in orari diurni e che la zona circostante è di tipo prettamente agricolo, non si prevede un impatto importante, in ogni caso qualora fosse necessario, per quanto riguarda il superamento sporadico dei limiti di immissione nei confronti dei soli ricettori abitativi, potranno essere adottate delle barriere mobili fonoassorbenti, per maggiori dettagli si rimanda al documento: *VIA-R03-Relazione Acustica*.

In fase di esercizio dell'impianto essendo i componenti e le macchine tutte statiche, non ci sono impatti significativi. Le uniche fonti di rumore degne di nota sono:

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 27 di 31                              |

- l'attivazione temporanea dei ventilatori delle cabine di campo, che sono interne al parco ed hanno un livello di emissione che verrà in parte schermato dai pannelli stessi;

#### 4.14 Ciclo di vita dell'impianto, dismissione e ripristino dei luoghi

Per un corretto approccio ambientale va considerato che, al diminuire dell'efficienza dell'impianto al di sotto di valori accettabilità (oggi l'efficienza dei moduli monocristallini diminuisce di valori inferiori a 0,7 % all'anno), deve esserne prevista la dismissione e lo smantellamento in tutte le sue parti.

Al contempo sempre nell'ottica del rispetto ambientale e del risparmio delle fonti di energia primaria per la produzione di materie prime pregiate, deve essere predisposta la selezione ed il recupero delle varie parti di installazione, ad esempio il silicio, il rame, l'alluminio e l'acciaio, per i quali le valorizzazioni sono ben definibili in funzione dei valori di mercato al momento del recupero.

In generale, per la dismissione sono previste 16 settimane con 5 squadre (di 4 persone cadauna) per un totale di 20 persone. Per maggiori dettagli vedasi documento **PD-R09 - 2397C 20080 00 - Piano Computo e Cronoprogramma Dismissione**.

### 5 Campo fotovoltaico aree - cabine - potenze - producibilità

Come è evidente dagli elaborati planimetrici e dagli schemi a blocchi, la potenza suddivisa in funzione delle zone disponibili, le cabine, così come gli inverters, sono stati configurati in funzione delle potenze nelle diverse zone; sottostante una tabella riepilogativa di detta suddivisione, in sottocampi, con numero dei pannelli, potenze e numero delle cabine.

| Superficie Moduli Totali | Pannelli da 700 W | Strutture totali da 28 pannelli | Cabine Inverter totali | P <sub>DC</sub> totale | P <sub>AC</sub> totale |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| [m <sup>2</sup> ]        | [n]               | [n]                             | [n]                    | [kW]                   | [kW]                   |
| 149'167                  | 48'020            | 1'715                           | 7                      | 33'614,00              | 29'458,00              |

**Tabella 7** - Campi, Sottocampi, P<sub>DC</sub>, P<sub>AC</sub>, e Cabine

#### 5.1 Dati geografici

I dati relativi al sito in cui è installato l'impianto (coordinate) sono i seguenti:

|             |              |
|-------------|--------------|
| Comune di   | Uta          |
| Latitudine  | 39,230 °     |
| Longitudine | 9,914 °      |
| Altitudine  | da 60 a 90 m |
| Azimuth     | 0° (sud)     |

**Tabella 8** - Dati geografici Impianto Agrivoltaico Uta - Is Prangili

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 28 di 31                              |

## 5.2 Producibilità dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, connesso in rete con allaccio in alta tensione 36 kV, ha una potenza totale corrispondente al numero di pannelli, pari ad una potenza DC **33,614 MWp**, è suddiviso in 7 generatori (cabine inverter), cui corrisponde una potenza in AC pari a circa **29,458 MW** ed una produzione di energia annua pari a circa **56'319 MWh**, derivante da **48'020** moduli da 700 Wp ciascuno.

L'area agricola è di circa 74 ettari, i moduli insistono su una superficie complessiva messa a disposizione di circa 45 ettari della quale i pannelli occupano una superficie netta di circa 16 ettari.

Di seguito la tabella riepilogativa per la parte Fotovoltaica.

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Superficie occupata dai moduli    | <b>circa 16 ettari</b> |
| Numero totale moduli              | <b>48'020</b>          |
| Potenza totale pannelli           | <b>33'614 kW</b>       |
| Numero totale cabine inverter     | <b>7</b>               |
| Potenza totale uscita inverter AC | <b>29'458 kW</b>       |
| Energia totale annua              | <b>56'319 MWh</b>      |

**Tabella 9** - Dati riepilogativi Impianto Agrivoltaico Uta - Is Prangili

Nella tabella seguente sono riportati i parametri più significativi per la producibilità dell'impianto, in particolare si evidenziano i valori di produzione media mensile (su base annuale). I valori inseriti sono approssimati, ma indicativi sulla effettiva producibilità media attesa, che, di fatto, sarà fortemente legata alla manutenzione dell'impianto, in particolare alla pulizia periodica della superficie dei moduli, che prevede ovviamente anche l'impiego di personale del luogo.

|                  | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | T_Amb<br>°C | GlobInc<br>kWh/m <sup>2</sup> | GlobEff<br>kWh/m <sup>2</sup> | EArray<br>kWh | EArray<br>kWh | E_Grid<br>kWh | PR<br>ratio | EffSysR<br>% |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| <b>Gennaio</b>   | 65,1                          | 31,59                         | 9,07        | 84,1                          | 77,9                          | 2'213'866     | 2'213'866     | 2'185'608     | 773,000     | 17,42        |
| <b>Febbraio</b>  | 74,4                          | 37,41                         | 9,31        | 92,8                          | 87,7                          | 2'542'725     | 2'542'725     | 2'510'388     | 805,000     | 18,13        |
| <b>Marzo</b>     | 131,4                         | 54,38                         | 12,17       | 170,0                         | 162,9                         | 4'683'037     | 4'683'037     | 4'631'943     | 811,000     | 18,26        |
| <b>Aprile</b>    | 152,7                         | 73,93                         | 14,79       | 189,4                         | 181,9                         | 5'337'267     | 5'337'267     | 5'278'100     | 829,000     | 18,69        |
| <b>Maggio</b>    | 193,8                         | 84,71                         | 18,99       | 243,8                         | 235,7                         | 6'772'792     | 6'772'792     | 6'698'772     | 818,000     | 18,42        |
| <b>Giugno</b>    | 222,5                         | 75,42                         | 23,69       | 286,1                         | 278,3                         | 7'783'377     | 7'783'377     | 7'697'768     | 800,000     | 18,04        |
| <b>Luglio</b>    | 227,0                         | 76,39                         | 26,95       | 293,5                         | 285,4                         | 7'863'140     | 7'863'140     | 7'776'561     | 788,000     | 17,76        |
| <b>Agosto</b>    | 198,2                         | 73,22                         | 26,92       | 254,9                         | 246,5                         | 6'846'055     | 6'846'055     | 6'774'302     | 791,000     | 17,82        |
| <b>Settembre</b> | 144,4                         | 62,24                         | 22,58       | 184,9                         | 177,5                         | 4'961'124     | 4'961'124     | 4'904'994     | 789,000     | 17,78        |
| <b>Ottobre</b>   | 109,5                         | 48,21                         | 19,51       | 140,4                         | 133,7                         | 3'764'074     | 3'764'074     | 3'721'125     | 789,000     | 17,77        |
| <b>Novembre</b>  | 67,7                          | 28,10                         | 14,18       | 89,0                          | 83,3                          | 2'312'281     | 2'312'281     | 2'282'325     | 763,000     | 17,20        |
| <b>Dicembre</b>  | 55,5                          | 00:57                         | 10,63       | 72,1                          | 67,0                          | 1'883'138     | 1'883'138     | 1'856'864     | 767,000     | 17,27        |
| <b>Anno</b>      | 1642,3                        | 670,17                        | 17,45       | 2100,9                        | 2017,9                        | 56'962'878    | 56'962'878    | 56'318'750    | 797,000     | 17,97        |

**Tabella 10** - Producibilità dell'impianto agrivoltaico Uta- Is Prangili

Va precisato che la producibilità di **56'319 MWh /anno** è un valore di simulazione, calcolato con riferimento

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 29 di 31                              |

alle coordinate dell'impianto, tenendo conto per quanto possibile anche della situazione realistica all'orizzonte, in ogni caso tale valore è da considerarsi probabilistico, con le incertezze sulle variabili meteo e prestazioni delle apparecchiature che, in funzione delle scelte in fase esecutiva, potrebbero introdurre ulteriori variazioni.

## 6 Rendimento energetico gas serra evitati

### 6.1 Fonti fossili evitate

Come visto al paragrafo precedente, la produzione stimata è pari a **56'319** [MWh/anno], considerando il coefficiente di conversione, come aggiornato nella Delibera EEN 3/08, pari a 0,187 tep/MWh, abbiamo che le tonnellate equivalenti di petrolio tep non utilizzate, sono:

$$56'318'750 \text{ [kWh]} \cdot 0,187 \times 10^{-3} \text{ [tep/kWh]} = 10'531,61 \text{ [tep]}$$

### 6.2 Gas serra non immessi in atmosfera

L'energia elettrica prodotta da fotovoltaico, proprio perché evita l'utilizzazione della quantità equivalente di petrolio sopra calcolata, consente di calcolare (considerando di fatto i rapporti stechiometrici per la combustione), la quantità di biossido di carbonio corrispondente che si sarebbe invece prodotta con la fonte fossile di riferimento.

Utilizzando tale valore di conversione da tep a tonnellate di CO<sub>2</sub>, si ha:

$$3,17 \text{ [t / tep]} \cdot 10'531,61 \text{ [tep]} = 33'358,19 \text{ [t]}$$

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 30 di 31                              |

## 7 Costo dell'opera e ricadute occupazionali

### 7.1 Costo complessivo

Il costo dell'opera considerando tutte le componenti: fornitura e posa in opera dell'impianto e spese generali, è stimato pari a circa **25 M€**.

### 7.2 Persone impiegate in fase di costruzione

Facendo riferimento alle indicazioni dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili ANCE, individuando come categoria prevalente dei lavori la OG9, Impianti per la produzione di energia elettrica, la cui incidenza minima sulle opere della mano d'opera è di almeno il 14,23 %, considerando anche l'attenzione da porre per lo sviluppo del cavidotto AT, possiamo assumere un valore del 18 %.

Con queste ipotesi si procede al calcolo degli uomini giorno, riepilogato nella tabella seguente.

| Descrizione                              |                      | UM            | Note                      |
|--|----------------------|---------------|---------------------------|
| <b>IMPORTO LAVORI</b>                    | <b>24'921'000,00</b> | [€]           |                           |
| Incidenza % MANODOPERA                   | 18%                  | [%]           |                           |
| Incidenza manodopera                     | 4'485'780,00         | [€]           |                           |
| Costo orario medio operaio               | 33,00                | [€]           |                           |
| Costo medio giornata operaio (8 ore)     | 264,00               | [€]           |                           |
| Calcolo Uomini Giorno                    | 16'991,59            | [uomini]      |                           |
| Numero squadre                           | 20,00                | [-]           |                           |
| Numero componenti squadre                | 4,00                 | [-]           | ip. squadre da 4 persone  |
| Totale uomini                            | 80,00                | [uomini]      |                           |
| Giorni totali                            | 212,00               | [giorni]      | arrotondati               |
| Giorni lavorativi (ip. anno costruzione) | 251,00               | [giorni lav.] | Ipotesi costruzione: 2025 |
| Anni lavorativi                          | 0,84                 |               |                           |
| Totale tempo impiegato                   | 10,57                | [mesi]        |                           |
| <b>Totale tempo arrotondato</b>          | <b>11</b>            | <b>[mesi]</b> |                           |

Tabella 11 - Uomini giorno e tempistiche

Dal calcolo di cui sopra con 20 squadre (di 4 persone cadauna) si prevedono circa 11 mesi di lavori.

**Totale 80 persone impiegate per circa 11 mesi.**

È escluso da questo calcolo il personale di ingegneria per Progettazione, Direzione dei Lavori, Sicurezza e Commissioning impianto.

|   |   |  |
|---|---|--|
| PROGETTAZIONE:<br><b>BIA S.r.l.</b><br>via dell'Annunziata, 7<br>09123 – Cagliari (CA)                                    | CLIENTE:<br><b>Iberdrola Renovables Italia S.p.a.</b> | NUMERO DOCUMENTO:<br><b>2397E 10010 00</b> |
| OGGETTO:<br>IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA<br>- RELAZIONE TECNICA - |   | Pag. 31 di 31                              |

### 7.3 Persone impiegate in fase di esercizio, manutenzione ordinaria (valore previsionale)

Per l'esercizio dell'impianto di produzione

| Descrizione Attività                                      | h/anno        | gg lav./anno | Persone  |           |
|---|---------------|--------------|----------|-----------|
|   |               |              | min      | max       |
| Interventi agronomici aree pannelli                       | 8'404         | 1050         | 3        | 5         |
| Lavaggi pannelli  | 3'025         | 378          | 1        | 2         |
| Manutenzione elettromeccanica: cabine quadri, inverter    | 3'361         | 420          | 1        | 2         |
| Sevizio di guardiana (diurna 4h) e dedicata notturna (8h) | 4'380         | 365          | 1        | 2         |
| <b>Totali</b>   | <b>19'170</b> | <b>2'214</b> | <b>6</b> | <b>11</b> |

**Tabella 12** - Personale per la manutenzione in esercizio

Dal calcolo in tabella per la manutenzione e gestione ordinaria si prevedono da 6 a 11 persone, non necessariamente contemporanee e di diverse specializzazioni. Sono altresì previste altre ricadute sul territorio per la manutenzione straordinaria, non calcolabili a priori.