

# RISORSESARDE s.r.l.

EX SS131 KM 10. 500 SN  
09028 SESTU (CA)  
P.IVA 04015180922

## R05 RELAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PER LE REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO  
94,99 MW CON ACCUMULO DI 10MW SITO NEL  
COMUNE DI UTA IN LOCALITA' "SU INZIRU"  
E CONNESSIONE AT ALLA RETE ELETTRICA

SITA NEL COMUNE DI UTA E DI ASSEMINI

Data: Dicembre 2023

### PROGETTAZIONE



### PROGETTISTA INCARICATO

Ing. Luca Demontis  
Via Ruggero Bacone 4  
09134 Cagliari  
lucademontis@sviluppo-ambiente.com

### GRUPPO DI LAVORO

Ing. Filippo Mocchi    Ing. Michela Marcis    Archeol. A. Luisa Sanna  
Arch. Michela Usala    Ing. Giulia Argiolas    Geol. Andrea Serreli  
Ing. Marco Muroni    Ing. Roberto Mura  
Ing. Jacopo Mulas    Ing. Michele Suella



## SOMMARIO

1.1	PREMESSA .....	3
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	6
1.3	NORME TECNICHE .....	7
2.	SOCIETÀ PROPONENTE.....	10
3.	INQUADRAMENTO DEL SITO E DELLE OPERE DI CONNESSIONE.....	10
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	10
4.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	11
5.	PARCO FOTOVOLTAICO E CONVERSIONE BT/MT .....	13
5.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	13
5.2	INVERTER DI STRINGA DISTRIBUITO PER CONVERSIONE DC/AC .....	15
5.3	COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO.....	18
5.4	CONDOTTURE ELETTRICHE .....	23
5.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	25
5.5	SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	25
6.	RETE DI MEDIA TENSIONE A 30 KV .....	27
6.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	27
6.2	CARATTERISTICHE DEI CAVI .....	27
6.3	PROFONDITA' DI POSA .....	28
6.4	RETE DI TERRA.....	29
6.5	CADUTA DI TENSIONE.....	30
6.6	CABINE ELETTRICHE .....	32
6.7	CABINE SERVIZI .....	32
7.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV (SSE) .....	33
7.1	SISTEMA A 150 kV.....	33
7.2	CARATTERISTICHE APPARATI.....	35
7.3	INTERRUTTORI AUTOMATICI .....	36
7.4	SEZIONATORI ROTATIVI ORIZZONTALI.....	37
7.5	TRASFORMATORI DI CORRENTE "TA" .....	38
7.6	TRASFORMATORI DI TENSIONE CAPACITIVI TVC .....	39

7.7 TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI "TVI" .....	40
7.8 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE .....	41
7.9 TRASFORMATORI DI POTENZA.....	42
7.10 SEZIONE 30 KV .....	42
7.11 CARPENTERIE METALLICHE .....	43
7.12 REATTANZA DI MESSA A TERRA .....	43
7.13 SERVIZI AUSILIARI .....	43
7.14 SERVIZI AUSILIARI IN C.A. ....	43
7.15 SERVIZI AUSILIARI IN C.C. ....	44
7.16 MISURE ENERGIA.....	44
7.17 TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI.....	45
7.18 OPERE CIVILI.....	45
7.19 RUMORE.....	47
8. IMPIANTO DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO.....	48
9. CRONOPROGRAMMA.....	48

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

La presente relazione tecnica illustra il progetto denominato "RisorseSarde" presentato dalla società **RISORSE SARDE S.R.L.** per la **realizzazione e gestione di un nuovo impianto fotovoltaico con potenza di picco 94,99 MW e capacità di storage 10 MW**, da realizzarsi nel Comune di Uta (CA), in zona Turistica "F" come da inquadramento urbanistico del Comune di Uta.

Il progetto prevede l'installazione di 153.216 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half-cell, della potenza di picco totale di 620 Wp cad., che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest), per una superficie captante di circa 428.286,22 m<sup>2</sup>.

Detto impianto, denominato "RisorseSarde" avrà una potenza massima di 95 MWp integrato con un sistema di accumulo da 10 MW. La potenza massima in immissione sarà pari a 95 MW e 10 MW in prelievo, così come previsto dal preventivo di connessione TERNA con codice pratica 202201629 protocollo P20220087649-07/10/2022

L'impianto sarà connesso alla rete di distribuzione elettrica nazionale in AT tramite un collegamento in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN 380/150 kV inserita in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca – Villasor"

La produzione energetica annuale della centrale è prevista pari a circa 182.773,44 MWh/anno, calcolato utilizzando il software PVsyst.



**PVsyst V7.4.2**  
VCO, Simulato su  
13/10/23 16:11  
con v7.4.2

**Progetto: Impianto fotovoltaico Uta\_Risorse Sarde\_95 MW**

Variante: Impianto Fotovoltaico UTA 95 MW

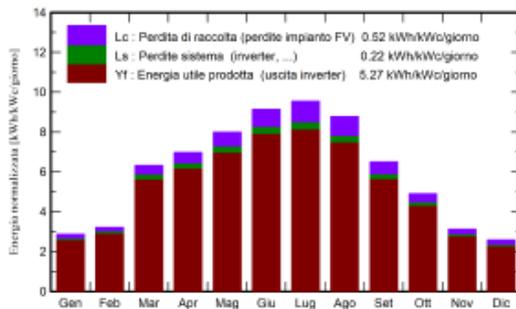
SVILUPPO AMBIENTE S.R.L. (Italy)

**Risultati principali**

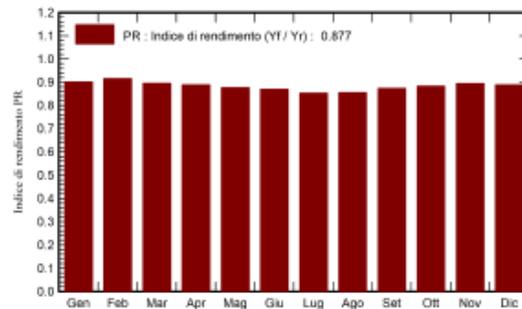
**Produzione sistema**

Energia prodotta (P50) 82773443 kWh/anno	Prod. Specif. (P50)	1924 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR	87.86 %
Energia prodotta (P90) 75549727 kWh/anno	Prod. Specif. (P90)	1848 kWh/kWp/anno		
Energia prodotta (P95) 73517254 kWh/anno	Prod. Specif. (P95)	1827 kWh/kWp/anno		

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio	PRTemp ratio
Gennaio	70.8	31.10	9.85	88.9	81.8	7914984	7622502	0.902	0.860
Febbraio	74.0	36.93	8.11	89.7	83.5	8114945	7803231	0.916	0.872
Marzo	154.2	51.35	12.71	195.9	186.6	17363367	16665763	0.895	0.881
Aprile	170.6	67.11	15.92	209.4	200.1	18429067	17668497	0.888	0.884
Maggio	202.0	68.73	18.32	247.8	237.8	21550204	20627924	0.876	0.883
Giugno	221.1	69.73	21.13	274.2	263.8	23647753	22641483	0.869	0.883
Luglio	236.8	66.88	26.34	296.3	285.8	25081495	24017185	0.853	0.883
Agosto	215.0	59.93	26.17	271.9	261.8	23056445	22096982	0.856	0.883
Settembre	154.3	54.85	22.26	194.9	186.1	16831755	16170480	0.873	0.883
Ottobre	120.2	43.56	18.72	152.0	143.6	13256775	12750583	0.883	0.877
Novembre	75.3	31.62	15.10	93.7	87.0	8255702	7956531	0.894	0.868
Dicembre	64.1	27.94	13.03	80.0	72.9	7013478	6752284	0.888	0.852
<b>Anno</b>	<b>1758.2</b>	<b>609.74</b>	<b>17.35</b>	<b>2194.8</b>	<b>2090.7</b>	<b>190515970</b>	<b>182773443</b>	<b>0.877</b>	<b>0.879</b>

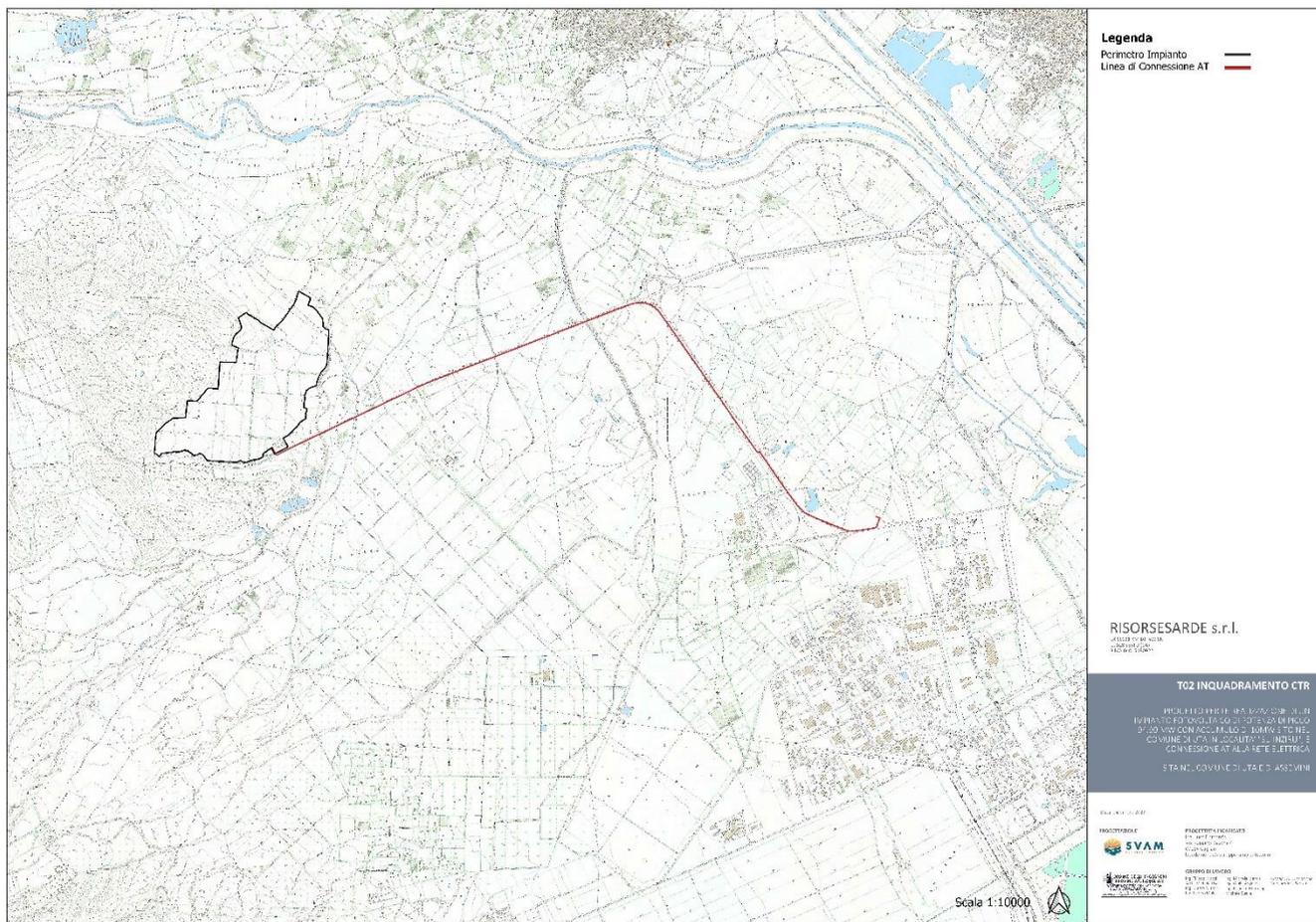
**Legenda**

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.	PRTemp	PR corretto dal tempo
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

Lo scopo del presente documento è la descrizione e il calcolo degli impianti elettrici che convogliano l'energia prodotta dal Parco Fotovoltaico, ubicato nel comune di Uta (CA), nella rete di trasmissione nazionale (RTN) con connessione in alta tensione AT.

Come descritto dal preventivo di connessione TERNA con codice pratica 202201629 protocollo P20220087649-07/10/2022 la connessione alla rete AT avverrà per mezzo di un collegamento in antenna a 150 kV su uno stallo a 150 kV all'interno della futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN 380/150 kV inserita in entrata – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca – Villasor", previo riclassamento a 380 kV della linea RTN 220 kV "Rumianca – Villasor"; ampliamento della sezione 380 kV dell'esistente SE RTN 380/220/150 kV di Rumianca e realizzazione della sezione 380 kV dell'esistente SE RTN 220/150 kV di Villasor, da raccordare alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

La progettazione e la realizzazione delle opere di riclassamento, ampliamento e realizzazione delle linee RNT e SE RTN Rumianca e Villasor indicate nel preventivo TERNA essendo opere elettriche comuni ad altri produttori, fanno parte di un altro iter autorizzativo e sono gestiti da un produttore capofila nominato da TERNA Spa in fase di tavolo tecnico, di conseguenza tali interventi sono esclusi dalla presente relazione.



Inquadramento delle opere di connessione in progetto su CTR.

## 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti fotovoltaici e relativi componenti devono ottemperare, in aggiunta alle disposizioni applicative per la connessione alla rete elettrica riportate nei preventivi di connessione dei gestori di rete e le eventuali prescrizioni impartite da autorità locali, comprese quelle dei VVFF, alle seguenti prescrizioni imposte dalle norme di riferimento:

**Legge n. 186 del 1/3/1968** - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici

**Legge n. 791/1977** - Attuazione della direttiva europea n. 73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione

**Decreto Legislativo n. 504 del 26/7/1995** - aggiornato 1/6/2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative

**Decreto Legislativo n. 493 del 14/8/1996** - Segnaletica di sicurezza e/ o salute sul luogo del lavoro

**Decreto Legislativo n. 615 del 12/11/1996** - Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993

**Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003** - attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità

**Legge n. 239 del 23/8/2004** - riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia

**Decreto Legislativo n. 311 del 29/12/2006** - disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo n. 192, del 19/08/2005 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia

**Decreto Legislativo n. 152 del 14/4/2006** – norme in materia ambientale

**Decreto Ministeriale n. 37/2008** - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

**Decreto Legislativo n. 81 del 9/4/2008** - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

**Decreto Legislativo n. 115 del 30/05/2008** - attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE

**Decreto legislativo n. 28 del 3/3/2011** - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

**Decreto del Presidente della Repubblica n. 115 del 1/8/2011** - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122

**Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012** – Ministero dell'Interno; "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324.

**Legge n. 116 del 11/8/2014** - conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge n. 91 del 24/06/2014, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea

**Decreto Ministeriale 03 agosto 2015** - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 in riferimento alla normativa regionale, si citano tra le altre:

**D.G.R. 5/1 del 28/01/2016;**

**D.G.R. 45/24 del 27/11/2017;**

**D.G.R. 53/14 del 28/11/2017;**

**D.G.R. n. 3/25 del 23/01/2018** "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28/2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011";

**D.G.R. 19/33 del 17/04/2018;**

**Legge Regionale n. 1 del 11/01/2019.**

**D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449** "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

**D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260** "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";

**D.M.LL.PP. 05/08/98** "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne";

**Circolare Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82** "Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolari del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68;

**Circolare** "Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT", trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73.

### 1.3 NORME TECNICHE

Per quanto riguarda il fotovoltaico e l'attività normativa nel CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), il Comitato Tecnico principale di riferimento è il CT82, "Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare", che ha lo scopo di preparare norme riguardanti la costruzione, le prescrizioni, le prove e la sicurezza di sistemi e componenti per la conversione fotovoltaica dell'energia solare, dalle celle solari fino all'interfaccia col sistema elettrico cui viene fornita l'energia. Il suo principale obiettivo è quello di favorire l'introduzione dei sistemi fotovoltaici nel mercato mediante l'armonizzazione normativa. Il CT82 è collegato al TC82 del CENELEC (Solar photovoltaic energy systems) e al TC82 dell'IEC (Solar photovoltaic energy systems).

Il CT82 predispone ed aggiorna periodicamente anche la Guida CEI 82-25, "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione".

Tra le principali Norme che si applicano al settore si evidenziano:

**CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

**CEI 0-16 e s.m.i.:** Regola tecnica di riferimento per la connessione (RTC) di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

**CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

**CEI 11-20:** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

**CEI EN 61439:** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:

- **CEI EN 61439-1 Parte 1:** Regole generali
- **CEI EN 61439-2 Parte 2:** Quadri di potenza

**CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

**CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI 20-13:** Cavi in isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** Protezione contro i fulmini serie composta da:

- **CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):** Principi generali;
- **CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):** Valutazione del rischio;
- **CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):** Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- **CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):** Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

**CEI 81-3:** Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

**CEI 13-4:** Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);

**EN 50470-1 ed EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI;

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);

**CEI EN 62271-202 (CEI 17-103):** Sottostazioni prefabbricate

**CEI EN 62271-200 (CEI 17-6 Ed.VI):** Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV

**CEI 0-21:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

**Deliberazione 84/2012/R/EEL 8 Marzo 2012:** 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 562/2012/R/EEL 20 Dicembre 2012:** Modifiche alla Deliberazione 84/2012/R/EEL 8 Marzo 2012

**Allegato A70 di Terna:** Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita.

- CEI 7-6** Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici;
  - CEI 99-2** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni - I Ed. 2011;
  - CEI 99-3** Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. - I Ed. 2011;
  - CEI 11-4** Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
  - CEI 99-27** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica: Linee in cavo;
  - CEI 11-25** Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
  - CEI 11-27** Lavori su impianti elettrici;
  - CEI EN 50110-1-2** esercizio degli impianti elettrici;
  - CEI 33-2** Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
  - CEI 36-12** Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
  - CEI 57-2** Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
  - CEI 57-3** Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
  - CEI 64-2** Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
  - CEI 11-32** Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria;
  - CEI 103-6** fascicolo 4091 Edizione agosto 1997, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
  - CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed.;
- Codice di Rete TERNA.**

## 2. SOCIETÀ PROPONENTE

La Società proponente è **RISORSE SARDE S.r.l.** con sede legale a Sestu (CA) 09028, ex SS131 KM 10. 500 SN, che opera nel territorio regionale occupandosi costruzioni nel settore impiantistico del campo delle energie rinnovabili, sia nel settore pubblico che in quello privato, che con la realizzazione del nuovo impianto in permetterà di ampliare l'attività aziendale sul campo della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili consentendo di avere significative ricadute economiche e sociali derivate dalle attività di costruzione e manutenzione in fase di esercizio per l'impianto per la produzione di energia rinnovabile in particolare dalla fonte solare.

La crescita aziendale e il particolare momento relativo alla necessaria transizione energetica in corso ha spinto l'azienda a partire con lo sviluppo del progetto del suo primo impianto fotovoltaico di grandi dimensioni per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie per la costruzione e l'esercizio dello stesso.

Al fine di incrementare la propria attività è stata analizzata l'aria di disponibilità della società ricadente in Comune di Uta, in Provinciale di Cagliari dove si è acquisito attraverso contratto preliminare di compravendita il titolo di proprietà dell'area per la presentazione e realizzazione del progetto proposto.

Alla società **Sviluppo Ambiente s.r.l.**, con sede legale in Via Montebello 27 - 20100 Milano, P.IVA 12012170960 e sede operativa in Via Ruggero Bacone 4 - Cagliari, è stato conferito incarico professionale per la progettazione di un impianto fotovoltaico a terra che ha provveduto alla stesura degli elaborati grafici inerenti al progetto in oggetto di intervento.

## 3. INQUADRAMENTO DEL SITO E DELLE OPERE DI CONNESSIONE

### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito su cui verrà realizzato l'impianto si trova nel territorio comunale di UTA (CA). Il comune è situato a 6 m sul livello del mare, appartenente alla regione del Campidano di Cagliari e conta circa 8.756 abitanti. Il territorio comunale si estende su una superficie di 134,71 km<sup>2</sup> e confina con i Comuni di Assemini, Capoterra, Decimomannu, Siliqua (SU), Villaspeciosa (SU). Il sito, ubicato in un terreno in zona turistica F, occupa una superficie di circa 120 ettari.

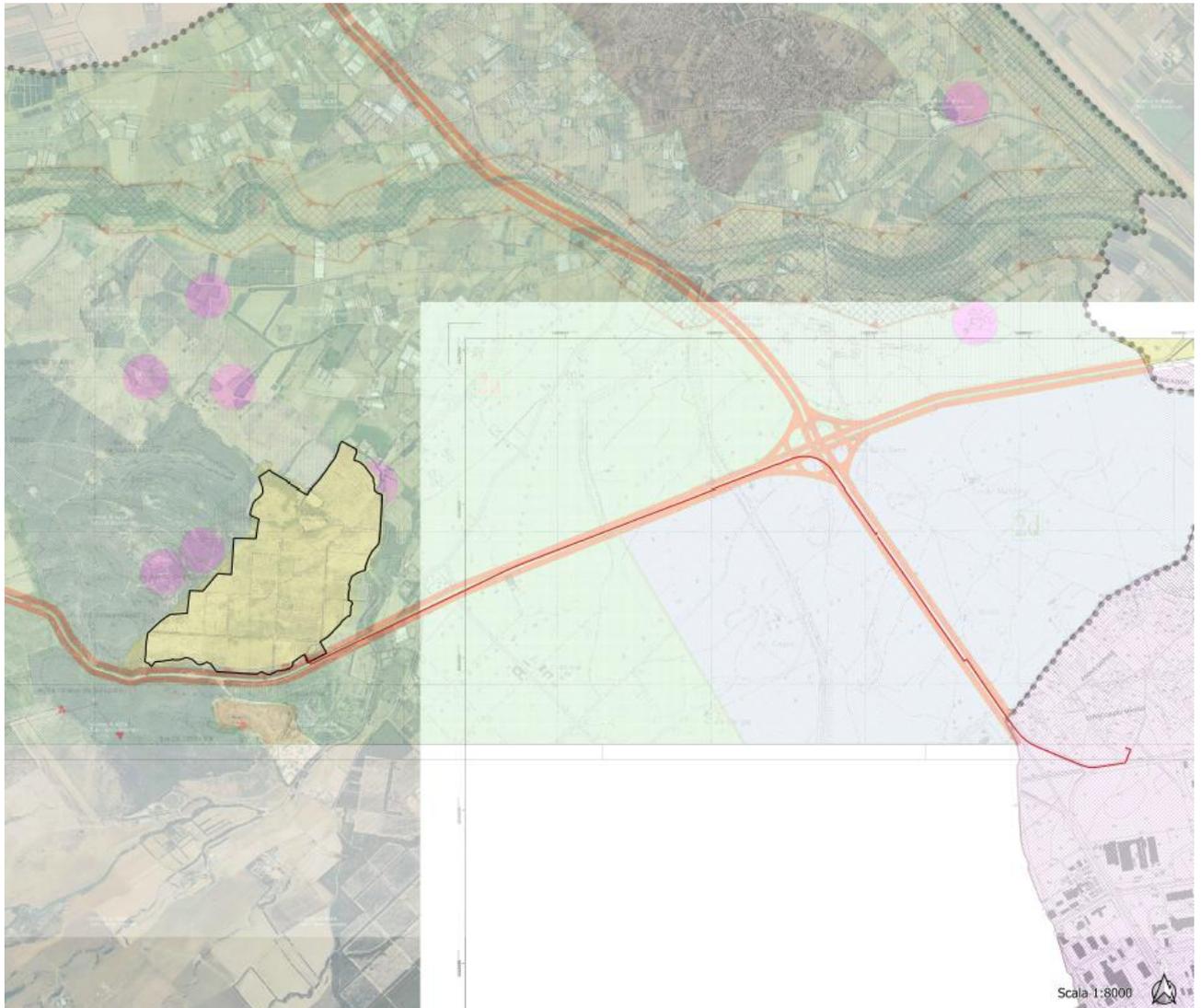
I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine 39°15'28.8"N, Longitudine 8°55'16.2"E.
- Altezza media di 48 m s.l.m.
- Carta d'Italia in scala 1:25.000 edita dall'IGM fogli n. 556 sez. II Ass.
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 556 – 120, 557 – 110.

La linea di connessione AT insiste nei Comuni di Uta e Assemini.

Dalla nuova Sotto Stazione Utente (comune di Uta) si svilupperà un cavo interrato AT 150 kV sino a raggiungere lo stallo nella nuova Stazione Elettrica che verrà realizzata in località Macchiareddu nel comune di Assemini.

L'intera tratta di linea AT 150 kV ricade nella pertinenza di viabilità pubblica, Provinciale (S.P. n°2) per il tratto in uscita dalla Sotto Stazione Utente in prossimità del parco fotovoltaico, per poi proseguire sulla "Strada Consortile Macchiareddu" sino all'arrivo alla "VI Strada Est" in località Macchiareddu dove verrà realizzata la futura SE RTN gestita da Terna Spa.



Inquadramento delle opere di connessione in progetto su P.U.C.

#### 4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

La realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale permette di realizzare una generazione distribuita dell'energia. L'impianto consentirà:

- la produzione d'energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante;
- nessun inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibile fossile;
- l'occupazione locale.

L'Impianto Fotovoltaico sarà realizzato in un'area di circa **120 ha**, nel territorio comunale di Uta.

L'intero Impianto sarà installato a terra secondo una geometria ben definita e illustrata negli elaborati grafici progettuali e nelle relazioni tecniche.

Gli impianti elettrici saranno costituiti da:

- *Parco Fotovoltaico*: composto da 2 campi complessivi di produzione (dorsale A e dorsale B), suddivisi in 10 sotto campi per ogni dorsale per un totale di 20 sottocampi che trasformano la radiazione solare in energia elettrica. Detti sottocampi sono dotati di inverter distribuiti in campo che convertono l'energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici da corrente continua (DC) in alternata (AC); ogni inverter verrà convogliato versione la cabina di campo. Ogni sottocampo sarà gestito da n. 19 inverter distribuiti da 250 kW. Ogni sottocampo sarà gestito da una cabina di campo dove all'interno di essa sarà predisposto un Quadro di Media Tensione (30 kV), un Quadro Power Center a servizio dei sottocampi; un quadro BT che gestisce i servizi ausiliari di cabina e l'eventuale gestione dei motori dei tracker; un trasformatore in resina MT/BT (30/0,8 kV) e un trasformatore BT/BT (0,8 / 0,4 kV) per i servizi ausiliari;
- *Rete di media tensione a 30 kV*: rete di trasmissione della produzione elettrica dei gruppi di conversione alla Stazione di Trasformazione 30/150 kV, collegamento tra cabine di campo e cabina di raccolta;
- *Stazione di trasformazione 30/150 kV (SSE)*: insieme di apparati per la trasformazione dell'energia elettrica proveniente dal parco fotovoltaico al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e di misura dell'energia prodotta;
- *Impianto di accumulo elettrochimico* posizionato nei pressi della SSE per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco fotovoltaico;
- *Stallo di consegna TERNA a 150 kV (IR - impianto di rete per la connessione)*: è il nuovo stallo di consegna a 150 kV che verrà realizzato nella futura stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV della RTN di proprietà TERNA Spa;

## 5. PARCO FOTOVOLTAICO E CONVERSIONE BT/MT

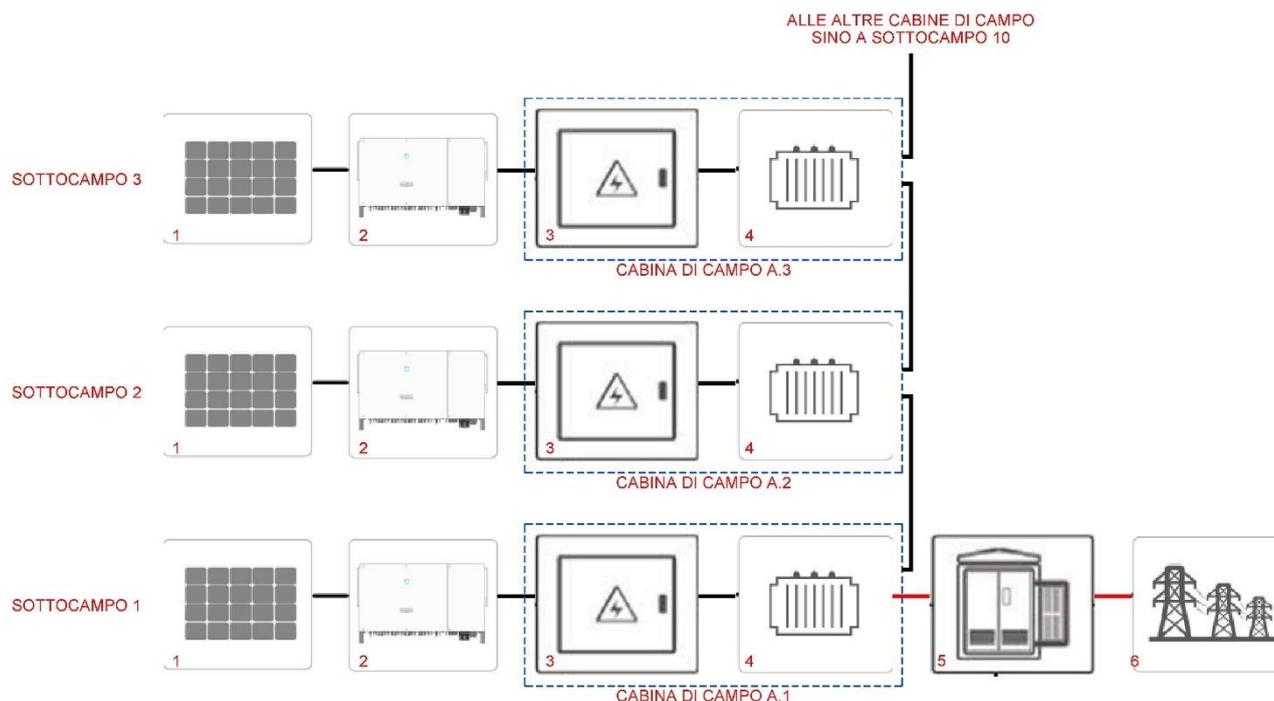
### 5.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il parco fotovoltaico sarà costituito da un totale di n. 153.216 moduli fotovoltaici di potenza 620Wp cadauno per una potenza totale installata pari a 94.993,92 kWp. L'impianto di produzione sarà suddiviso in stringhe singolarmente sezionabili.

Da un punto di vista elettrico il parco fotovoltaico è stato suddiviso in 2 campi (A e B) uguali e funzionalmente indipendenti tra loro.

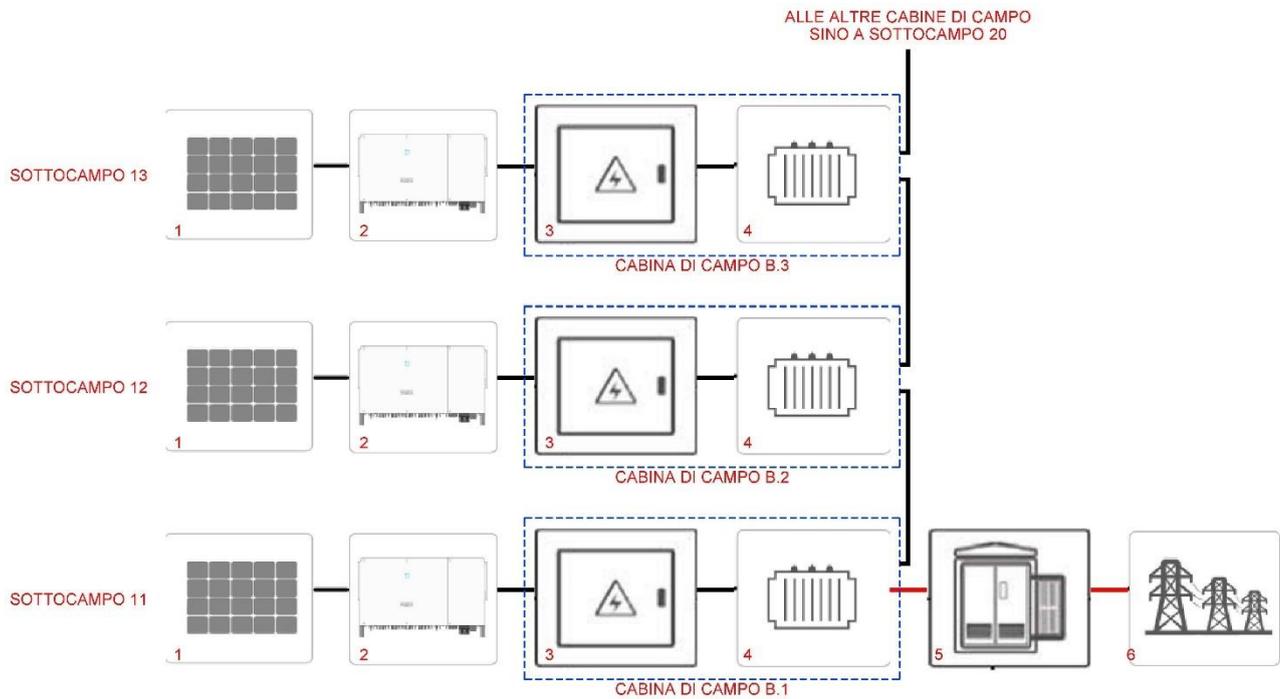
Al fine di ottimizzare il collegamento del parco fotovoltaico alla SSE si sono creati n. 2 circuiti, con tensione 30kV, di seguito riportati:

- il campo A sarà suddiviso in n.10 sottocampi collegati (entra-esce) per mezzo delle loro cabine di campo (trasformazione BT/MT) creando la DORSALE A (rete a 30kV) per il collegamento alla SSE tramite cabina di raccolta;
- il campo B, identico al campo A, sarà suddiviso in n.10 sottocampi collegati (entra-esce) per mezzo delle loro cabine di campo (trasformazione BT/MT) creando la DORSALE B (rete a 30kV) per il collegamento alla SSE tramite cabina di raccolta;



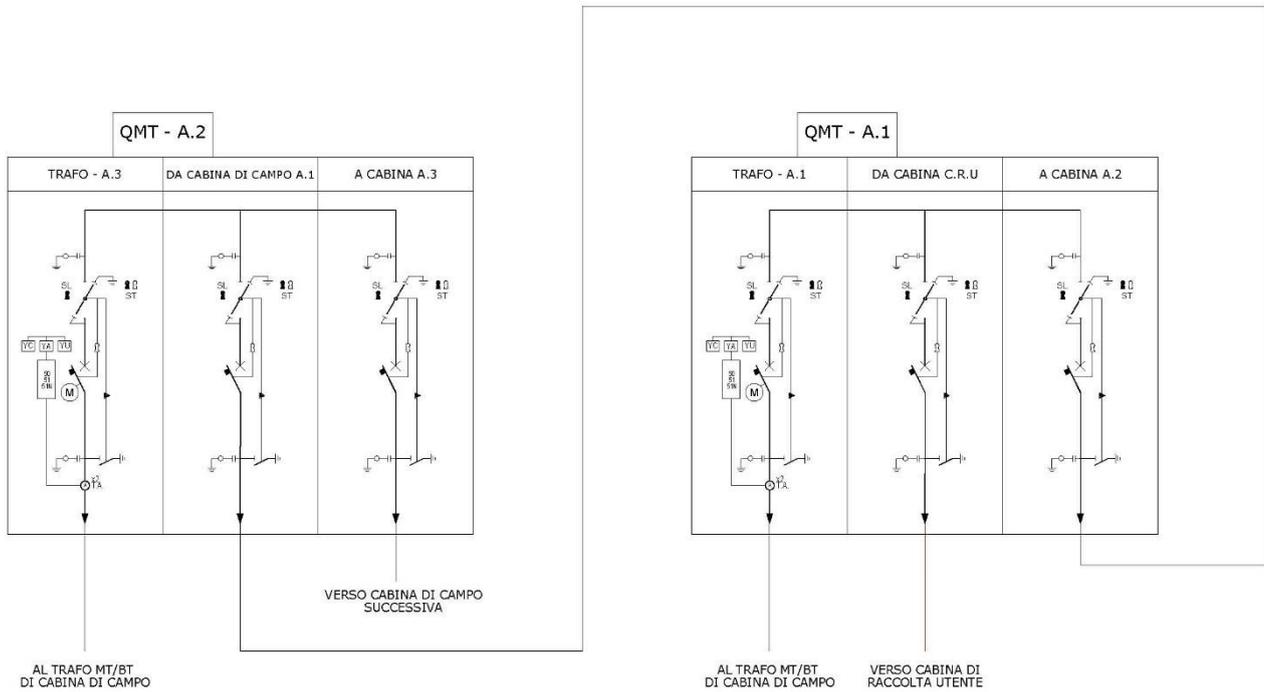
Esempio di collegamento DORSALE A – Sottocampi da 1 a 10

1. Stringhe fotovoltaiche
2. Inverter distribuito Sungrow SG250HX
3. Quadro BT "POWER CENTER" all'interno della cabina di campo
4. Trasformatore BT/MT (0,8/30 kV) all'interno della Cabina di campo
5. Cabina di raccolta
6. SSE per trasformazione MT/AT (30/150 kV) per poi immissione su rete AT RTN di TERNA Spa



Esempio di collegamento DORSALE B – Sottocampi da 11 a 20

1. Stringhe fotovoltaiche
2. Inverter distribuito Sungrow SG250HX
3. Quadro BT "POWER CENTER" all'interno della cabina di campo
4. Trasformatore BT/MT (0,8/30 kV) all'interno della Cabina di campo
5. Cabina di raccolta
6. SSE per trasformazione MT/AT (30/150 kV) per poi immissione su rete AT RTN di TERNA Spa



Esempio di collegamento (entra – esci) tra cabine di campo lato MT 30 kV

## 5.2 INVERTER DI STRINGA DISTRIBUITO PER CONVERSIONE DC/AC

Il sistema di conversione DC/AC avviene per mezzo di inverter di stringa multi MPPT distribuito in campo per sistemi a 1500 Vdc del tipo Smart-String, di marca Sungrow modello SG250HX-V113 con potenza nominale pari a 250kWp a 30°C, o altra marca e modello similare in commercio.



#### RESA ELEVATA

- 12 MPPT con efficienza massima 99%
- Corrente massima MPPT 30A per compatibilità moduli da 500+Wp
- Funzione anti-PID integrata

#### BASSI COSTI

- Compatibile con cavi in Alluminio o Rame
- Abilitato per connettori CC 2 in 1
- Power line communication (PLC) opzionale
- Funzione erogazione potenza reattiva notturna

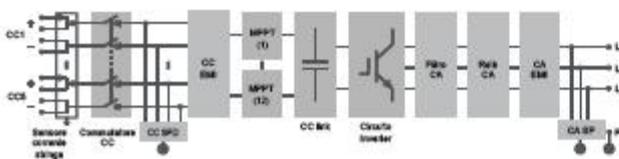
#### GESTIONE INTELLIGENTE

- Messa in servizio e aggiornamento firmware da remoto
- Funzione scansione curva IV e diagnosi
- Tecnologia senza fusibili con monitoraggio intelligente delle correnti di stringa

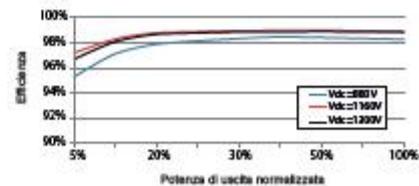
#### SICUREZZA

- Protezione IP66 e classe C5 anticorrosione
- SPD tipo II sia per CC che CA
- Conforme a norme di sicurezza e codici di rete globali

#### TOPOLOGIA



#### CURVA DI EFFICIENZA



Designazione	SG250HX - V113
<b>Ingresso (CC)</b>	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V - 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V - 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
<b>Uscita (CA)</b>	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 - 55 Hz, 60 Hz / 55 - 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo - 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
<b>Efficienza</b>	
Efficienza max.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
<b>Protezione</b>	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
<b>Dati Generali</b>	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 - 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , opzionale 10 mm <sup>2</sup> )
Tipo di collegamento CA	Terminali OT (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N, 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

Dati tecnici inverter SG250HX-V113

Gli inverter sono collegati a loro volta alla cabina di campo BT/MT. E' stato adottato l'impiego di tale inverter prodotto e commercializzato dalla società Sungrow, restando inteso che potranno essere utilizzati altri inverter di marca e modello similare presenti in commercio.

La soluzione prevede lo smistamento degli inverter in campo, a bordo delle strutture trackers dove verranno posati i moduli fotovoltaici.

In uscita dall'inverter, i cavi in corrente AC verranno convogliati all'interno della cabina di campo di campo, all'interno di un quadro BT (Power Center) con relativi quadri di sezionamento, adibito al collegamento degli inverter, collegato ad un trasformatore per l'elevazione in MT.

Tutta la componentistica al fine delle verifiche alle Norme in vigore del Paese di installazione rispetterà le normative vigenti (a titolo informativo ma non esaustivo CEI 14-4, 14-27, 14-34 , CEI 28-3 , CEI EN 60296).

### 5.3 COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO

Il progetto prevede l'installazione di 153.216 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half cell che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra  $-55^\circ$  (est) e  $+55^\circ$  (ovest), per una superficie captante di circa 428.286,22 m<sup>2</sup>.

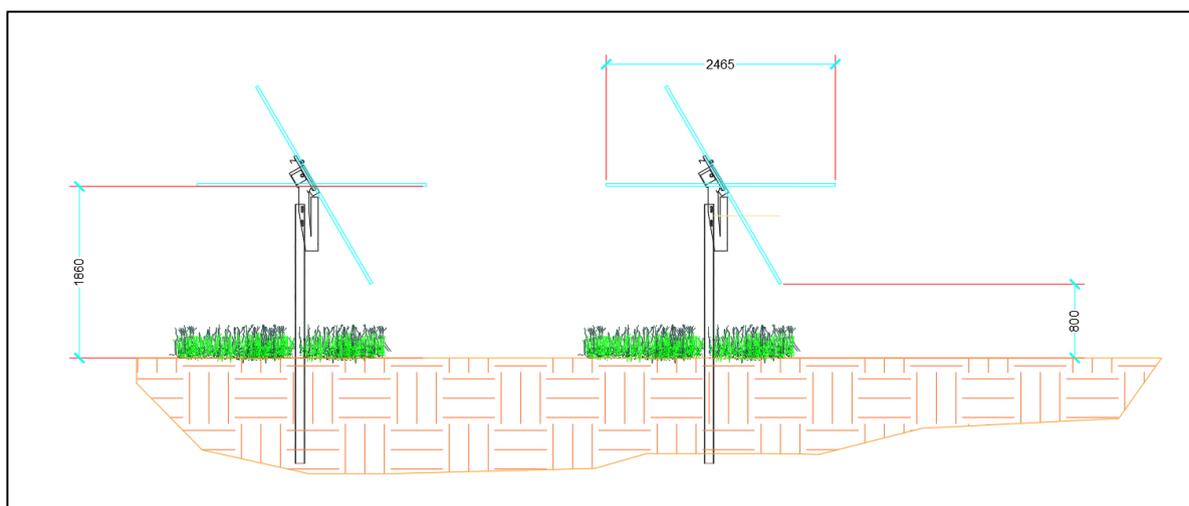
La potenza di picco prevista dell'impianto è di 94.99 MWp, ottenuta utilizzando moduli aventi ciascuno una potenza di picco totale di 620Wp.

I moduli saranno installati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e tilt massimo variabile tra  $-55^\circ$  e  $+55^\circ$ , che avranno la funzionalità di fare da supporto per la posa dell'impianto fotovoltaico.

La soluzione tecnologica proposta prevede un sistema ad inseguitore solare in configurazione monoassiale per un totale di:

- 353 Tracker da 7 moduli
- 354 Tracker da 14 moduli
- 161 Tracker da 21 moduli
- 5086 Tracker da 28 moduli

In questo modo nella posizione a  $\pm 55^\circ$  i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,80 m e un'altezza massima di circa 2.9 m. La distanza prevista tra le file di pannelli sarà circa 4.3 m.



Sezione tracker e moduli

L'installazione di pannelli fotovoltaici sulle strutture basculanti (trackers monoassiali), permette contestualmente di utilizzare la stessa area impegnata, sia per le attività di pastorizia o attività agricola sia per la produzione di energia elettrica derivante dalla fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede l'utilizzo di moduli monocristallini tipo TOPCON Ja Solar di potenza 620 Wp e dimensioni 2465x1134mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, con un peso totale di 34,6 kg ciascuno.

Ogni singolo tracker ospita n. 7, 14, 21 e 28 moduli disposti in singola fila che formano strutture indipendenti di lunghezza rispettivamente pari a 8.84m, 16.91m, 24,99m, e 33,09m con larghezza pari a 2,465 m.

Da un punto di vista elettromeccanico l'impianto fotovoltaico è costituito da n.2 due circuiti, dorsale A e dorsale B, su ogni dorsale verranno collegate n.10 cabine di campo dove ogni cabina di campo gestirà n.1 sottocampo fotovoltaico.

Le cabine di campo saranno collegate tra loro con connessione MT (30 kV) in entra-esce.

Entrambe le dorsali confluiscono nella cabina di raccolta, collocata in prossimità della sottostazione elettrica MT/AT, dalla quale partiranno i cavidotti a MT (30 kV) verso la sottostazione utente dove avverrà la trasformazione al livello di tensione 150 kV per la connessione alla RTN di Terna Spa.

Il campo fotovoltaico dimensionato sulla dorsale A alimenterà i sottocampi fotovoltaici 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10; il campo fotovoltaico dimensionato sulla dorsale B alimenterà i sottocampi fotovoltaici 11-12-13-14-15-16-17-18-19-20.

Ogni cabina di campo gestirà 19 inverter distribuiti.

Ciascuna "cabina di campo" di ogni sottocampo sarà costituita da un quadro BT (Power Center) con relativi quadri di sezionamento adibito al collegamento degli inverter, collegato ad un trasformatore per l'elevazione in MT, un quadro MT costituito da due o tre celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nella cabina terminale - e partenza linea), un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e l'eventuale alimentazione dei motori dei trackers.

La progettazione dei cabinati è stata considerata anche in termini di ingombro volumetrico; la distanza dei trackers dalle aree destinate ad ospitarli è stata infatti fissata in modo che il cabinato non generi effetti di ombreggiamento sui moduli con conseguente perdita di producibilità dell'impianto.

Di seguito si riporta il dettaglio delle caratteristiche costruttive dei sottocampi costituenti il parco fotovoltaico:

Sottocampi da 1 a 9 per Dorsale A e da 11 a 19 per Dorsale B

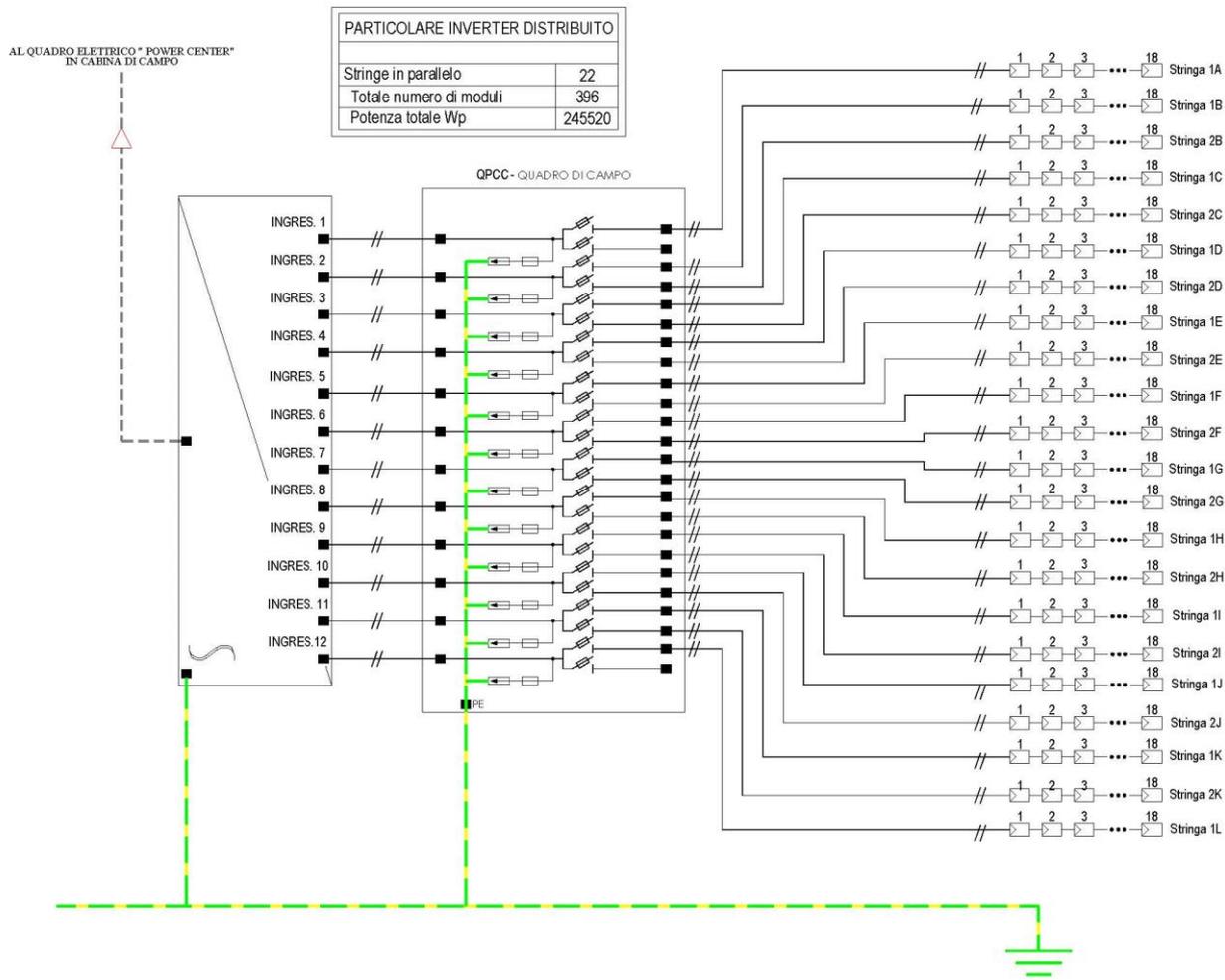
<b>Suddivisione delle stringhe per inverter</b>				
<b>Inverter</b>	<b>N. Stringhe</b>	<b>Moduli per stringa</b>	<b>N. moduli totali</b>	<b>POTENZA PER INVERTER [Wp]</b>
Inverter 1	22	18	396	245.520
Inverter 2	22	18	396	245.520
Inverter 3	22	18	396	245.520
Inverter 4	22	18	396	245.520
Inverter 5	22	18	396	245.520
Inverter 6	22	18	396	245.520
Inverter 7	22	18	396	245.520
Inverter 8	22	18	396	245.520

Inverter 9	22	18	396	245.520
Inverter 10	22	18	396	245.520
Inverter 11	22	18	396	245.520
Inverter 12	22	18	396	245.520
Inverter 13	22	18	396	245.520
Inverter 14	22	18	396	245.520
Inverter 15	22	18	396	245.520
Inverter 16	24	18	432	267.840
Inverter 17	24	18	432	267.840
Inverter 18	24	18	432	267.840
Inverter 19	24	18	432	267.840
<b>POTENZA TOTALE 4754,16 kWp</b>				

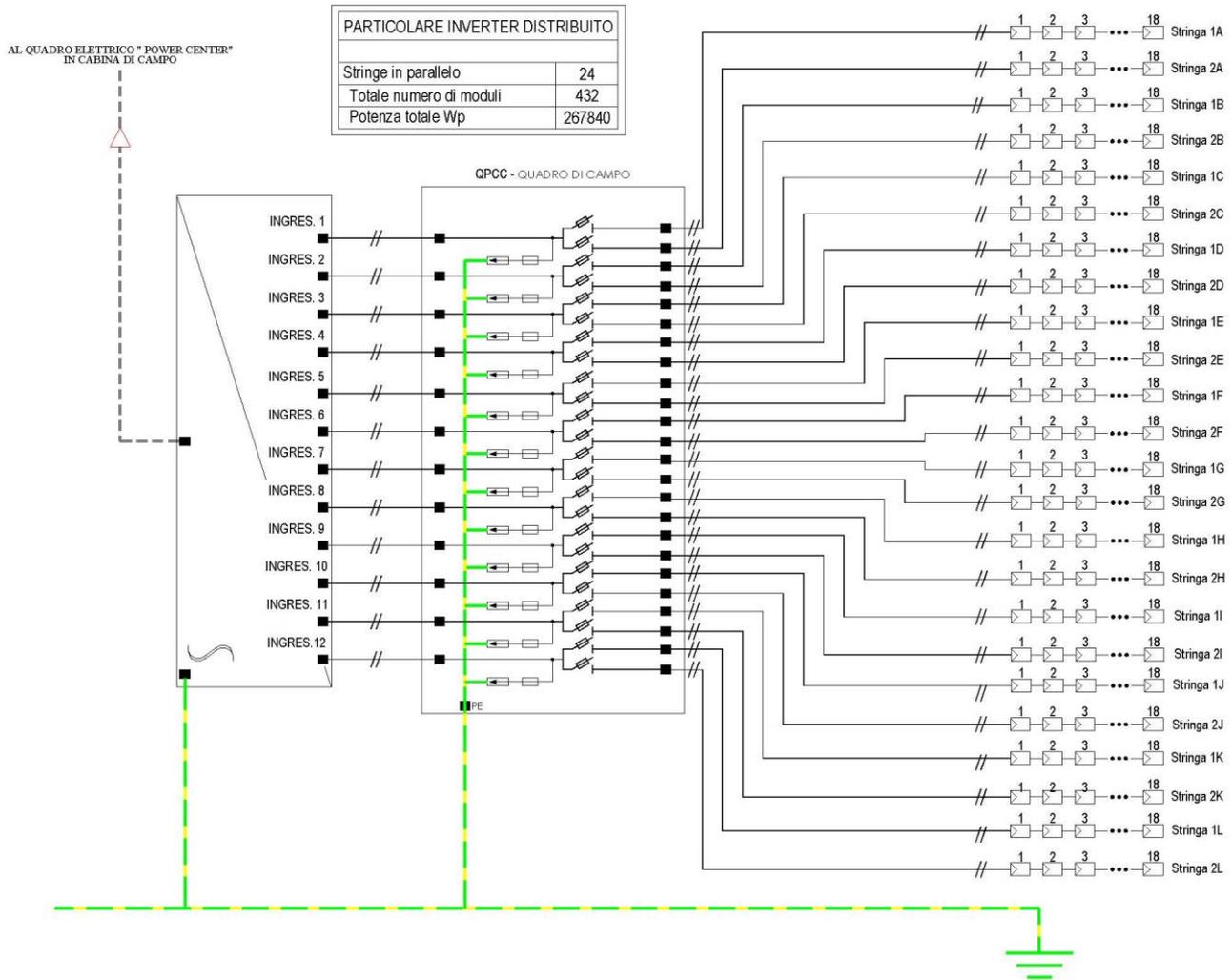
Sottocampo 10 per Dorsale A e sottocampo 20 per Dorsale B

<b>Suddivisione delle stringhe per inverter</b>				
Inverter	N. Stringhe	Moduli per stringa	N. moduli totali	POTENZA PER INVERTER [Wp]
Inverter 1	22	18	396	245.520
Inverter 2	22	18	396	245.520
Inverter 3	22	18	396	245.520
Inverter 4	22	18	396	245.520
Inverter 5	22	18	396	245.520
Inverter 6	22	18	396	245.520
Inverter 7	22	18	396	245.520
Inverter 8	22	18	396	245.520
Inverter 9	22	18	396	245.520
Inverter 10	22	18	396	245.520
Inverter 11	22	18	396	245.520
Inverter 12	22	18	396	245.520
Inverter 13	22	18	396	245.520
Inverter 14	22	18	396	245.520
Inverter 15	22	18	396	245.520
Inverter 16	22	18	396	245.520
Inverter 17	22	18	396	245.520
Inverter 18	24	18	432	267.840
Inverter 19	24	18	432	267.840

**POTENZA TOTALE 4709,52 kWp**



Particolare di collegamento inverter con 22 stringhe



Particolare di collegamento inverter con 24 stringhe

Riepilogo campo fotovoltaico 1 (Dorsale A) e Campo fotovoltaico 2 (Dorsale B)

Campo fotovoltaico (Dorsale)	Inverter	Stringhe	N. di moduli per stringa	Numero totale di moduli da 620 W	Pinst (kWp)
1 (A)	190	4256	18	76.608	47.496,96
2 (B)	190	4256	18	76.608	47.496,96
<b>TOTALE</b>	<b>380</b>	<b>8512</b>	<b>18</b>	<b>153.216</b>	<b>94.993,92</b>

## 5.4 CONDOTTURE ELETTRICHE

### CAVI DI BASSA TENSIONE

I cavi che collegano le stringhe di moduli all'inverter prevedono un percorso di posa sia all'aperto (fissati alle strutture di supporto dei pannelli) che interrato entro tubazioni in PE protettive (cavidotto corrugato interrato). Pertanto si prevede l'impiego di cavi di tipo solare PV1-F 1,5kVDC di colore rosso per il positivo e nero per il negativo aventi le seguenti caratteristiche:

Conduttori	Rame stagnato elettrolitico CEI EN 60228;
Isolante	Elastomero reticolato
Guaina esterna	Elastomero reticolato
Colore della guaina	Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013
Durata del cavo	> 20 anni (IEC 60216)
Resistenza elettrica	relativamente alla sezione (CEI EN 60228)
Tens. Nominale	U <sub>0</sub> /U: 0,6/1 kVac 0,9/1,5 kVdc
Tensione max concatenata	1,2 kVac 1,8 kVdc
Tensione di prova	4 kVac 9,6 kVdc
Temperatura d'esercizio	- 40 °C ÷ + 120 °C
Temperatura di corto circuito	250 °C

moduli fotovoltaici sono dotati di cavo con sezione minima di 10 mm<sup>2</sup> del tipo PV1-F, adatto ad operare in esterno e connessi tra loro ove necessario da analogo cavo.

- $I_B = 1,25 \cdot I_{SC} = 17,45 \text{ A}$
- $I_Z (@80^\circ\text{C}) = 60 \text{ A}$  (posa in aria)
- $I_n = 20 \text{ A}$  (In del fusibile di stringa, per la protezione delle stringhe essendo in numero >3)
- $I_B \leq I_Z (@80^\circ\text{C})$
- $I_n \leq 2,5 \cdot I_{SC}$

### Specifiche cavi in corrente alternata BT

Per le connessioni elettriche della sezione di impianto in corrente alternata si prevede l'impiego di cavi unipolari del tipo ARG16R16-0.6/1 KV aventi conduttore in alluminio, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina in PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Conduttore	Corda di alluminio rigida, classe 2
Isolante	Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità
Riempitivo	Mescola di materiale non igroscopico

Colore della guaina	Mescola di PVC di qualità Rz
Temperatura nominale U0/U	Grigio
Temperatura massima di esercizio	0,6/1kV
Temperatura minima di esercizio	90° C
Temperatura minima di posa	-15°C in assenza di sollecitazioni meccaniche
Temperatura massima di corto circuito	0° C
Sforzo massimo di trazione	250°C fino alla sezione da 240 mm <sup>2</sup> , oltre 220°C
Raggio minimo di curvatura	50 N/mm <sup>2</sup>

#### Collegamento tra inverter e quadro di parallelo AC

Tale collegamento verrà realizzato attraverso un percorso interrato dall'inverter fino alla cabina di trasformazione. Per la realizzazione dei cavidotti si utilizzeranno le seguenti sezioni di conduttore: Inverter: cavo ARG16R16-0.6/1 KV in formazione 3x(1x70 mm<sup>2</sup>).

- $I_B \text{ max} = 152 \text{ A};$
- $I_N = 160 \text{ A};$
- $I_Z (@30^\circ\text{C}) = 204 \text{ A}$  (posa interrata).

Per cui risulta

- $I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 152 \leq 160 \leq 204.$

#### Collegamento tra quadro di parallelo AC e barre BT del trasformatore

Tale collegamento verrà realizzato utilizzando cavi del tipo ARG16R16-0.6/1 KV in formazione 3x(8x1x240+(4X240) mm<sup>2</sup>)

- $I_B \text{ max} = 1520 \text{ A};$
- $I_N = 2000 \text{ A}$  - regolazione 1800 A (protezione interruttore automatico QE.FV);
- $I_Z (@30^\circ\text{C}) = 1700 \text{ A}$  (posa in tubo in aria)  $I_B \leq I_N \leq I_Z.$

Per cui risulta

- $I_B \leq I_N \leq I_Z \quad 1520 \leq 1800 \leq 1700.$

#### Specifiche conduttori di protezione

Il dimensionamento dei conduttori di protezione viene effettuato considerando le sezioni dei conduttori di fase, a

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
 \end{aligned}$$

segue si riporta la regola prevista dalla normativa CEI 64-8:

dove:

- $S_f$  è la sezione del conduttore di fase (mm<sup>2</sup>);

- *SPE è la sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>).*

#### 5.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

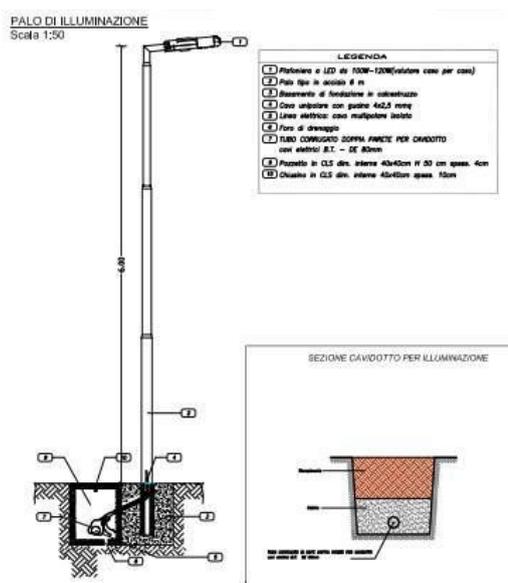
L'impianto di illuminazione è previsto su tutto il perimetro dell'impianto e sarà realizzato con pali tra loro distanti circa 20 m e di altezza di 6m, adatto ad illuminare il perimetro dell'area. Essi saranno dotati di lampade del tipo cut-off e di elevata efficienza a led, della potenza massima di 71W.

È stata prevista una alimentazione continua per i punti di accesso e per le aree a maggiore frequentazione, come le strade esterne, mentre la restante parte si doterà di sensori di movimento in grado di accendersi in vicinanza di una sagoma avente caratteristiche simili a quelle umane. Scopo di tale scelta è quello di rendere minimo l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso, oltre a salvaguardare la fauna selvatica presente in zona.

Il sistema d'illuminazione sarà alimentato da una trifase a 400V, che potrà essere servita da gruppo di continuità e relative batterie di accumulo, in modo da ridurre i consumi energetici e sfruttare la generazione di energia da fonte rinnovabile. Il sistema sarà alimentato dai trasformatori 0,6/0,4 kV presenti in ognuna delle 6 cabine di campo.

Di seguito si riportano le due tipologie scelte per i pali di illuminazione e videosorveglianza.

Tali tipologie saranno realizzate con pali zincati, verniciati, in grado di portare il corpo illuminante e le telecamere, e verranno disposti ad una distanza di 20 m intervallando un palo di illuminazione ed uno di illuminazione con due telecamere e rilevatore di movimento.



Palo di illuminazione.

#### 5.5 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

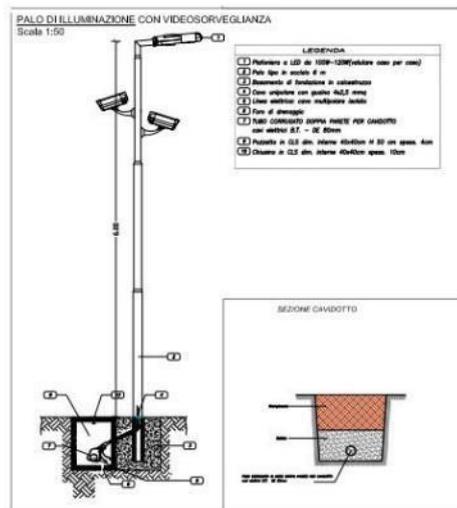
L'impianto di videosorveglianza sarà realizzato utilizzando le strutture dell'impianto di illuminazione. Si avrà l'istallazione di telecamere sui pali di illuminazione serviti dal gruppo di continuità, lungo tutto il perimetro, posizionate ad una altezza minima di 5 m di altezza, lungo il perimetro dell'impianto, con sistema di monitoraggio da una centrale in luogo remoto.

Le telecamere di videosorveglianza saranno di tipo professionale con led infrarossi (con visione perfetta anche in assenza di luce) con 480 linee tv. Dotata di filtro IR meccanico automatico che permette di avere colori fedeli durante il giorno e la visione IR in notturna e in maniera completamente automatica.

Le telecamere saranno disposte sui vari pali a 180 ° in modo da garantire un'ampia visualizzazione su tutto il perimetro dell'impianto.

Grazie alla tecnologia ad infrarossi, potranno rilevare e registrare anche in assenza di illuminazione notturna. Infatti, nelle zone meno importati l'illuminazione sarà accesa solo in presenza di sagome in movimento o in caso di attivazione manuale dell'accensione.

La telecamera dovrà avere una buona visualizzazione su una distanza di almeno 30m con un angolo di visualizzazione di 150°, tale da coprire adeguatamente il perimetro dell'area di impianto controllato.



Palo di illuminazione con due telecamere.

Le telecamere dovranno registrare i movimenti, inviando un segnale di allarme e una registrazione dovranno controllare l'intero perimetro della recinzione, con particolare attenzione ai punti critici, realizzati in prossimità delle cabine elettriche e nelle zone di attraversamento. Le telecamere saranno collegate ad un sistema di registrazione, DVR, posizionato in cabina di consegna e controllabile, tramite rete, anche da remoto.

Le telecamere saranno dotate di sensore di movimento ed a infrarosse. Solo per quelle poste in prossimità di cabine ed accessi, si potranno installare telecamere PTZ motorizzate (Pan – movimento orizzontale, Tilt – movimento verticale e Zoom). L'impianto di videosorveglianza dovrà essere realizzato mediante l'impiego di telecamere dotate di rilevamento di movimento.



Telecamera night and day.

La tecnologia AHD è la più recente evoluzione che riguarda il mondo della sorveglianza.

La caratteristica principale rispetto alle obsolete CCTV analogiche è la presenza di sensori CMOS Megapixel che consentono riprese nitide prive di disturbi con un'elevata capacità di elaborazione d'immagine sia di giorno che di notte. Ad esempio, la nuova tecnologia Vultech AHD permette di raggiungere risoluzioni in Live di HD960p -1.3MPX (1280X960) prima ottenibili solo con tecnologia IP. Caratteristica fondamentale di questa telecamera AHD Vultech è la funzione DUAL-MODE. Tramite il telecomando OSD sarà possibile cambiare in qualsiasi momento la tecnologia della telecamera, scegliendo AHD (Digitale) o Analogia tradizionale.

## 6. RETE DI MEDIA TENSIONE A 30 KV

### 6.1 DESCRIZIONE GENERALE

La rete di media tensione a 30 kV sarà composta da n. 2 circuiti (dorsale A e dorale B) con posa completamente interrata. Il tracciato planimetrico della rete di collegamento tra il parco fotovoltaico e la SSE è mostrato nelle tavole allegate. Oltre alle tavole del tracciato vi sono ulteriori elaborati, su alcuni dei quali vengono riportati lo schema unifilare, con indicazione della lunghezza e della sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo, e le sezioni tipiche descrittive delle modalità e delle caratteristiche di posa interrata.

### 6.2 CARATTERISTICHE DEI CAVI

La rete a 30 kV sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo RG7H1R (o equivalente) è un cavo tripolare ad elica visibile di media tensione in **rame** rigido di classe 2 con uno strato di semiconduttore estruso, isolato in **HEPR**, schermo con nastro di rame, guaina in **PVC**.

Le caratteristiche elettriche di portata e resistenza dei cavi sono riportate nella seguente tabella (portata valutata per posa interrata a 1,2 m di profondità, temperatura del terreno di 20° C e resistività termica del terreno di 1 K\*m /W):

Sezione [mmq]	Portata [A]	Resistenza [Ohm/km]
50	205	0,494
70	255	0,342
95	300	0,246
120	355	0,196
150	385	0,159
185	440	0,128
240	510	0,0985
300	570	0,0797
400	650	0,0638
500	735	0,0517
630	835	0,0425

Caratteristiche elettriche cavo MT

### 6.3 PROFONDITA' DI POSA

I cavi verranno posati con e poi segnalati con nastro monitor (segnalatore).

La posa avverrà su terreni privati nella disponibilità del produttore, la profondità di posa dovrà essere comunque non inferiore a 1,2 m. I cavi verranno posati in una trincea ottenuta mediante scavo a sezione obbligata.

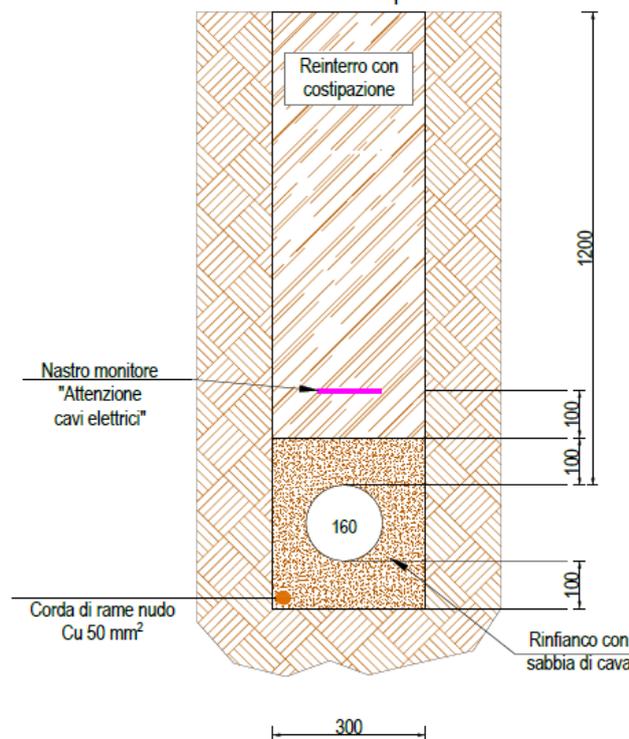
Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici avranno ampiezza variabile tra 30 e 100 cm e profondità massima di 200 cm. La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche (terne di cavi) che dovranno essere posati. Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. I materiali in eccedenza rinvenuti per la realizzazione delle fondazioni e degli scavi potranno essere utilizzati per l'appianamento dell'area di installazione. Trattandosi di scavi poco profondi, in terreni naturali lontani da strade, sarà possibile evitare la realizzazione delle armature, qualora la natura del terreno sia sufficientemente compatta.

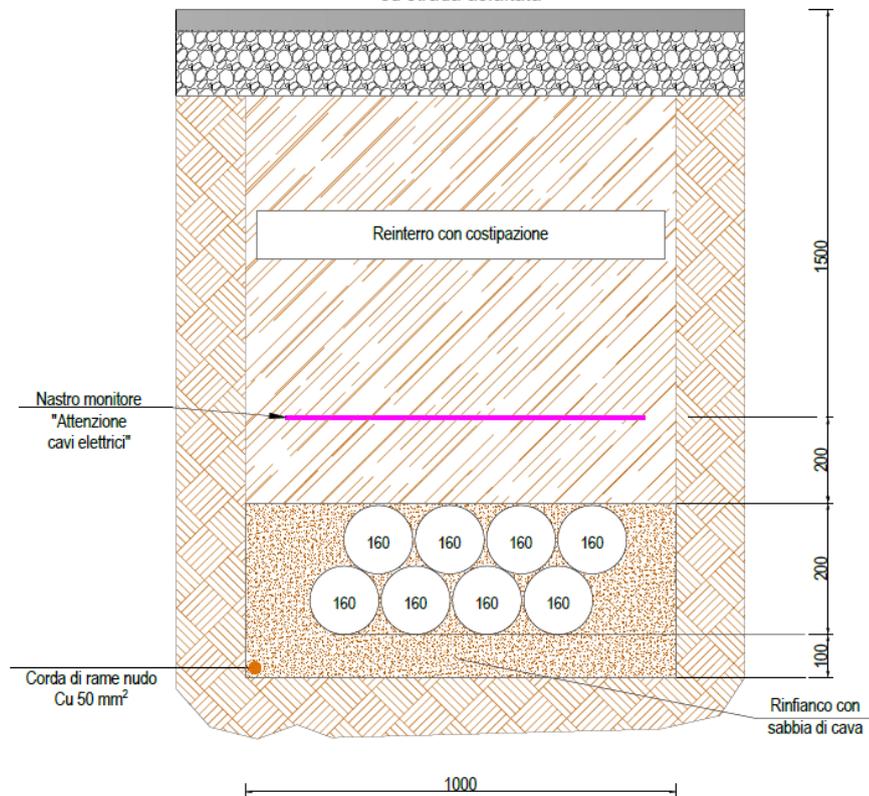
Si riportano di seguito le immagini di due sezioni tipo relative alla posa dei cavidotti interrati:

#### CASO A - PARTICOLARE POSA CAVIDOTTI SU TERRENO DI RIPORTO

Sezione tipo posa cavidotto interrato  
su terreno di riporto



CASO A - PARTICOLARE POSA CAVIDOTTI SU TERRENO DI RIPORTO  
Sezione tipo posa cavidotto interrato  
su strada asfaltata



Sezione tipo 2 cavidotto interrato.

#### 6.4 RETE DI TERRA

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- anello posato attorno a ciascun gruppo di trasformazione costituita da una maglia interrata e paline di acciaio ramato infisse nel terreno e protette da opportuni pozzetti;
- collegamento tra ciascun anello e la stazione elettrica mediante corda di rame (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza);
- maglia di terra della stazione elettrica di trasformazione;

La rete sarà realizzata con l'impiego di un conduttore nudo in rame da 50 mm<sup>2</sup> e si assumerà un valore di resistività  $\rho$  del terreno pari a 150  $\Omega\text{m}$ .

Inoltre l'impianto di terra è stato progettato per garantire le seguenti prestazioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici ed ai beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I dispersori, in base alla tipologia di materiale di cui sono costituiti devono possedere dimensioni atte a garantire la loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche e alla corrosione.

Si sceglie di installare come sistema disperdente orizzontale corda nuda in rame di sezione pari a 50mm<sup>2</sup> che risulta soddisfare i requisiti previsti dalla normativa tecnica vigente.

L'impianto di terra delle cabine è di tipo "ad anello", con dispersore orizzontale in rame nudo da 50 mm<sup>2</sup> di sezione, lungo tutto il perimetro delle cabine, interrato un metro di profondità e distante un metro dalle pareti delle cabine. Ad ogni vertice e nella mezzeria dell'anello verrà inserito un dispersore verticale, a picchetto di acciaio zincato, di lunghezza pari a 1,5 m.

Tutte le strutture metalliche dei quadri, dei trasformatori e tutte le masse presenti in cabina di trasformazione verranno collegate al nodo equipotenziale. Tale nodo verrà collegato al dispersore orizzontale ad anello che circonda la cabina e all'impianto di terra del campo fotovoltaico.

Si prevede, la posa di una corda nuda di rame alla base dello scavo del cavidotto principale che attraversa l'impianto di produzione. Le strutture metalliche dei tracker dovranno essere collegate al dispersore orizzontale tramite un conduttore di protezione in rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>. I singoli tracker affiancati sulla stessa fila, dovranno essere collegati tra di loro tramite un collegamento equipotenziale realizzato con conduttore in rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>.

In prossimità di ogni inverter verrà realizzato un nodo equipotenziale in cui saranno collegati il conduttore equipotenziale esterno all'inverter, il conduttore equipotenziale interno all'inverter e la struttura metallica di supporto dello stesso convertitore. Tale nodo equipotenziale, verrà collegato al dispersore orizzontale tramite conduttore di terra realizzato in cavo di rame tipo FG16-R16 di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>.

La recinzione del campo fotovoltaico verrà realizzata con griglia metallica rivestita in plastica, per cui non è necessario il collegamento a terra, ai sensi dell'allegato F.1 della norma CEI 11.1. I cancelli d'ingresso al campo fotovoltaico andranno messi a terra, in quanto masse estranee.

## 6.5 CADUTA DI TENSIONE

Le ipotesi di progetto indicano valori di caduta di tensione massima ammissibile pari a circa il 5% della tensione nominale mentre le perdite di potenza devono essere inferiori al 4%.

Il calcolo prevede la potenza in uscita dal generatore fotovoltaico al netto delle perdite sul lato di corrente continua e corrente alternata BT.

Sulla base dei calcoli svolti e di seguito riportati, sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- Perdite linea MT – DORSALE A: 1,24 % (436,03 kW)
- Perdite linea MT – DORSALE B: 1,17 % (359,27 kW)
- Perdite totali linee MT 2,41 % (795, 03 kW)

### CADUTE DI TENSIONE LINEA MT e PERDITE DI POTENZA

#### DORSALE A

CABINA DI CAMPO	POTENZA CABINA DI CAMPO INSTALLATA (kW)	POTENZA TRATTO al netto delle perdite cc e ca BT (kW)	TRATTO	LUNGHEZZA (km)	SEZIONE (mmq)	CORRENTE (A)	Perdite Linea %	ΔP (kW)	ΔV (V) massima
10	4.709,52	4.690,68	10-9	0,136	240	90,27	0,01	0,50	3,21
9	4.754,16	9.425,83	9-8	0,25	300	181,40	0,04	3,35	10,66
8	4.754,16	14.160,97	8-7	0,36	400	272,53	0,07	9,39	19,89
7	4.754,16	18.896,11	7-6	0,365	630	363,66	0,07	13,61	21,61

6	4.754,16	23.631,26	6-5	0,42	630	454,78	0,10	24,50	31,10
5	4.754,16	28.366,40	5-4	0,65	630	545,91	0,19	54,63	57,77
4	4.754,16	33.101,54	4-3	0,23	630	637,04	0,08	26,32	23,86
3	4.754,16	37.836,69	3-2	0,3	630	728,17	0,12	44,86	35,57
2	4.754,16	42.571,83	2-1	0,4	630	819,30	0,18	75,72	53,36
1	4.754,16	47.306,98	1-C.R.U	0,734	630	910,42	0,36	171,57	108,80
C.R.U.	47.306,98	47.117,75	C.R.U-SSE	0,05	630	906,78	0,02	11,59	7,38
<b>Da cabine di campo-SSE</b>							<b>1,24%</b>	<b>436,03</b>	

#### DORSALE B

CABINA DI CAMPO	POTENZA CABINA DI CAMPO INSTALLATA (kW)	POTENZA TRATTO al netto delle perdite (kW)	TRATTO	LUNGHEZZA (km)	SEZIONE (mmq)	CORRENTE (A)	Perdite Linea %	$\Delta P$ (kW)	$\Delta V$ (V) massima
20	4.709,52	4.690,68	10-9	0,45	240	90,27	0,04	1,66	10,61
19	4.754,16	9.425,83	9-8	0,53	400	181,40	0,06	6,12	19,49
18	4.754,16	14.160,97	8-7	0,3	400	272,53	0,06	7,82	16,57
17	4.754,16	18.896,11	7-6	0,21	630	363,66	0,04	7,83	12,43
16	4.754,16	23.631,26	6-5	0,29	630	454,78	0,07	16,91	21,47
15	4.754,16	28.366,40	5-4	0,89	630	545,91	0,26	74,80	79,10
14	4.754,16	33.101,54	4-3	0,66	630	637,04	0,23	75,53	68,45
13	4.754,16	37.836,69	3-2	0,48	630	728,17	0,19	71,77	56,91
12	4.754,16	42.571,83	2-1	0,265	630	819,30	0,12	50,16	35,35
11	4.754,16	47.306,98	1-C.R.U	0,15	630	910,42	0,07	35,06	22,23
C.R.U.	47.306,98	47.117,75	C.R.U-SSE	0,05	630	906,78	0,02	11,59	7,38
<b>Da cabine di campo-SSE</b>							<b>1,17%</b>	<b>359,27</b>	

Nota: in fase di progettazione esecutiva si potrà valutare l'opportunità, ove possibile, di ottimizzare le perdite cercando di ridurle ulteriormente.

## 6.6 CABINE ELETTRICHE

Le "cabine di campo" saranno costituite da due parti principali affiancate, una costituita da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 6,10x2,45x2,50 ml e da una seconda costituita da un monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni (esterne) pari a circa m. 6,70x2,46x2,46 ml.

I passaggi, previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso sarà previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio potrà essere ridotta a 50 cm.

La cabina sarà posata su fondazione realizzata in opera o prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

La vasca che fungerà da vano per i cavi sarà accessibile da botola su pavimento dei rispettivi locali o da botola esterna.

A completamento delle cabine saranno forniti:

- n. 2 porte di accesso in lamiera o VTR;
- n. 1 porta di accesso in lamiera zincata e preverniciata.

Il calore prodotto dal trasformatore, dai quadri e dagli inverter sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di apposite griglie di aerazione e tramite ventilazione meccanica per mezzo di torrini di estrazione elicoidale.

Le cabine saranno inoltre dotate dei seguenti servizi ausiliari:

- punti luce costituiti da plafoniera IP65 con lampada a led da 11 W, avente autonomia di 2h, combinati con interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- collettore e anello di messa a terra interno, realizzato con piatto di rame mm 20x5, morsetti e capicorda, compreso il collegamento delle masse metalliche, dei quadri BT, del trasformatore nonché il collegamento del PE degli inverter e del trasformatore;
- accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina;
- gruppo soccorritore (UPS) per circuiti ausiliari (trascinamento) tipo UPS o HPS (220Vca-220Vca/220Vca-48 24 Vcc /Vca).

## 6.7 CABINE SERVIZI

Oltre alle cabine elettriche, sono previste due cabine servizi del tipo prefabbricato monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 contenenti rispettivamente:

1. il locale misure, il locale tecnico di utente contenente lo scada di impianto FV e il locale servizi igienici;
2. il locale contenente i quadri di protezione e controllo e il server scada a servizio della sottostazione elettrica MT/AT;
3. il locale contenente il quadro di alimentazione e switching (con alimentazione di ricalzo/emergenza dedicata) servizi ausiliari di sottostazione e di impianto FV (QGBT).

## 7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV (SSE)

La SSE è necessaria ad elevare la tensione da 30 kV a 150 kV al fine di poter immettere l'energia prodotta nella rete di trasmissione nazionale RTN.

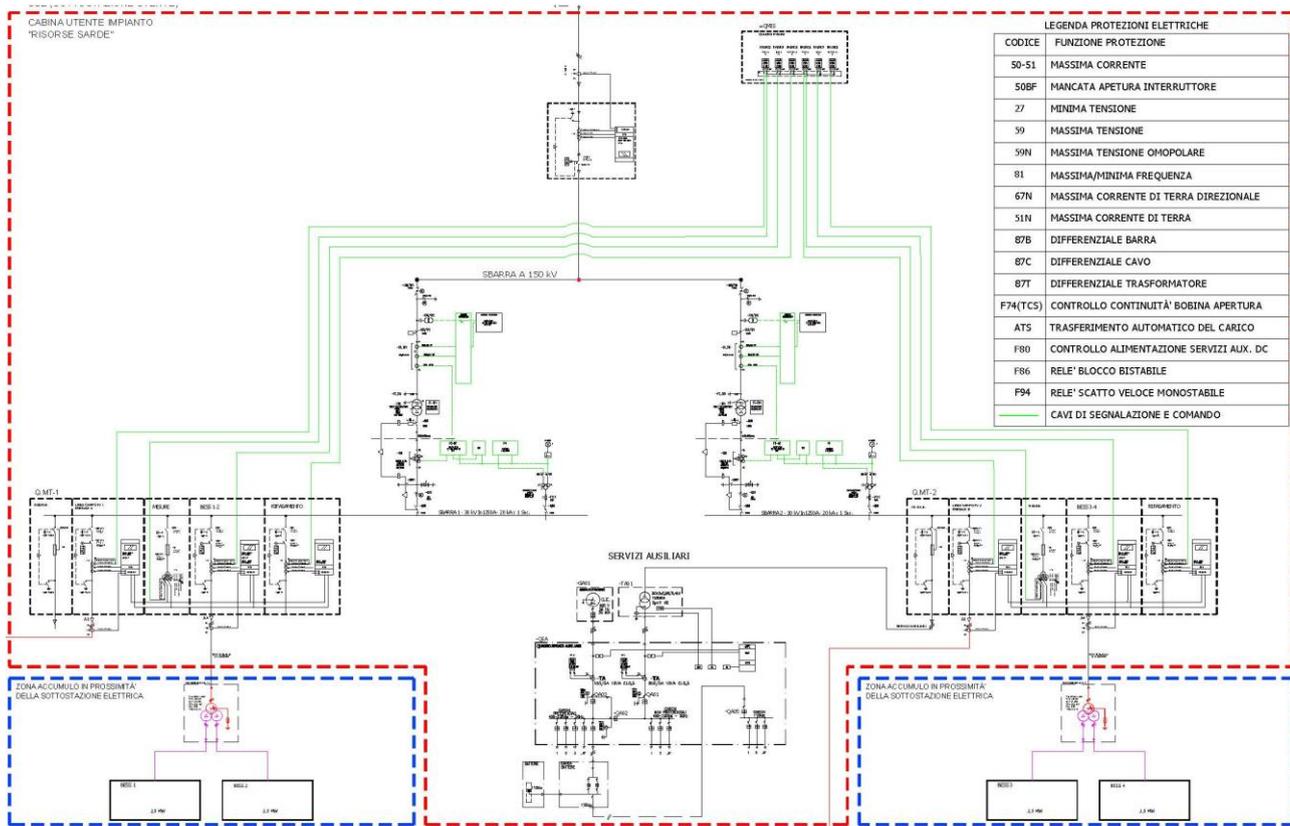
La SSE sarà costituita da un sistema a 150 kV diviso in 2 sezioni (stallo trasformatore e sbarre AT) e una sistema a 30 kV avente montanti di collegamento al Parco Fotovoltaico.

### 7.1 SISTEMA A 150 KV

Il sistema AT a 150 kV è costituito dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

#### **STALLO TRASFORMATORI**

- n.2 trasformatori 30/150 kV di potenza 50 MVA (ONAN/ONAF) con variatore di rapporto sotto carico, TRAFO;
- n.1 trasformatore 30/0,4 kV di potenza 1,25 MVA (ONAN/ONAF) con variatore di rapporto sotto carico, TRAFO
- Scaricatori di sovratensione, SC;
- Trasformatori di tensione induttivi (fatturazione), TVI;
- Trasformatori di corrente (protezione e fatturazione), TA;
- Interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare, INT;
- Trasformatori di tensione capacitivi (protezione), TVC;
- Sezionatore di isolamento rotativo (tripolare), SEZ.



Stazione Elettrica (SSE) Utente

Sotto

## 7.2 CARATTERISTICHE APPARATI

I seguenti valori rappresentano di dati di progetto:

- Tensione nominale: ..... 150 kV
- Tensione massima: ..... 170 kV

Livello di isolamento:

- Tensione a frequenza industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace) ..... 315 kV
- Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50  $\mu$ s) (cresta) ..... 750 kV
- Massima corrente di cortocircuito 31,5 kA
- Tempo di estinzione dei guasti: 0,5 s
- Altezza dell'installazione <1000 m

La norma CEI 99-2 definisce le distanze minime che occorre rispettare dai punti in tensione. Si adotteranno distanze sempre superiori a quelle specificate nella suddetta norma.

La corrente massima di esercizio in AT è di circa 116 A, corrispondente al regime di piena potenza dell'impianto FV e dell'impianto di accumulo, inferiore alle correnti nominali degli apparati e dei conduttori utilizzati.

La corrente di cortocircuito che l'impianto (apparati e cavi) può sopportare per 500 ms è di 31,5 kA. Tale valore di corrente è notevolmente superiore alla reale corrente di cortocircuito al punto di connessione del parco sulla linea a 150 kV.

### 7.3 INTERRUTTORI AUTOMATICI

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m <sup>3</sup> ) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	1250
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40-31.5	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	100-80	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(\*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

#### 7.4 SEZIONATORI ROTATIVI ORIZZONTALI

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
<b>Corrente nominale di breve durata:</b>	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
<b>Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)</b>	1
<b>Tensione di prova ad impulso atmosferico:</b>	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
<b>Tensione di prova a frequenza di esercizio:</b>	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	250
- verticale (N)	1000
<b>Tempo di apertura/chiusura (s)</b>	≤15
<b>Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra</b>	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

## 7.5 TRASFORMATORI DI CORRENTE "TA"

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5-40
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
<b>Prestazioni(**) e classi di precisione:</b>		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m <sup>3</sup> )	da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti</b>		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni e al numero di nuclei devono intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

## 7.6 TRASFORMATORI DI TENSIONE CAPACITIVI TVC

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% ÷ 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C <sub>pa</sub> (pF)	≤(300+0,05 C <sub>n</sub> )
- G <sub>pa</sub> (μS)	≤50
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devo intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

7.7 TRASFORMATORI DI TENSIONE INDUTTIVI "TVI"

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	$150.000/\sqrt{3}$
Tensione nominale secondaria (V)	$100/\sqrt{3}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
<b>Sforzi meccanici nominali sui morsetti:</b>	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

(\*\*) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devo intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

## 7.8 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	108
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	3
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	40

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

## 7.9 TRASFORMATORI DI POTENZA

Per la trasformazione 30/150 kV si prevede un trasformatore di potenza trifase, isolato in olio, installato all'aperto.

Caratteristiche costruttive:

- Tipo di servizio .....continuo
- Raffreddamento.....ONAN/ONAF
- Potenza nominale .....30/40 MVA
- Tensioni a vuoto
- Primario .....1501 10x1,25%
- Secondario .....30 kV
- Frequenza .....50 Hz
- Connessione.....Stella/triangolo
- Gruppo di connessione .....YNd11
- Tensione di cortocircuito .....10-12%

## 7.10 SEZIONE 30 kV

Il sistema è costituito da elementi necessari a connettere la rete MT del Parco Fotovoltaico ai secondari dei trasformatori di potenza e ad alimentare i Servizi Ausiliari (ss.aa).

Esterno Edificio tecnico:

- Scaricatori di sovratensione,
- Sezionatori unipolari destinati ad isolare la reattanza di messa a terra,
- Una reattanza di messa a terra del secondario del trasformatore di potenza

Interno Edificio tecnico:

- Cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore,
- Celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione della rete a 30 kV del Parco Fotovoltaico.
- Celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- Cella misure;
- Celle per il sistema di accumulo elettrochimico.

All'interno dell'edificio tecnico saranno installati inoltre gli apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: ..... 30 kV
- Tensione massima: ..... 36 kV

Livello di isolamento

- -Tensione a impulso atmosferico ..... 170 kV
- -Tensione a frequenza industriale ..... 70 kV
- Corrente nominale di cortocircuito ..... 31,5 kA

- Tempo di estinzione del guasto:..... 0,5 s

Nel sistema a 30 kV all'interno della stazione elettrica di trasformazione si utilizzano cavi isolati e segregati in apposite celle prefabbricate, collaudate e certificate dal Costruttore secondo procedure a norma di legge per il livello di isolamento indicato.

### 7.11 CARPENTERIE METALLICHE

Tutti gli apparati dell'impianto elettrico esterno saranno installati su idonei supporti metallici. L'altezza dei supporti sarà superiore a 2,25 m per evitare di posizionare barriere di protezione da elementi in tensione. La base della struttura dei supporti sarà realizzata in acciaio ed in grado di sopportare gli sforzi nelle condizioni peggiori. Le fondazioni necessarie per l'ancoraggio delle strutture saranno dimensionate per assicurare la stabilità ed evitare ribaltamenti.

### 7.12 REATTANZA DI MESSA A TERRA

I collegamenti a triangolo del lato 30 kV del trasformatore di potenza e del lato 30 kV dei trasformatori dei singoli gruppi di conversione bloccano la componente omopolare della corrente di guasto a terra, con conseguente difficoltà da parte delle protezioni MT nel rilevare i guasti a terra. Per superare tale difficoltà si installa una reattanza di messa a terra avente un collegamento a "zig-zag" sul lato 30 kV. Essa permette di avere neutro artificiale attraverso il quale la componente omopolare della corrente di guasto monofase a terra nella rete MT può scorrere facilitando l'individuazione dei guasti stessi da parte delle protezioni MT.

L'impedenza omopolare offerta alle correnti di guasto a terra ha per componenti la resistenza ohmica degli avvolgimenti e la reattanza di dispersione degli avvolgimenti della reattanza.

### 7.13 SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari (ss.aa.) della sottostazione sono costituiti da due sistemi di tensione (c.a. e c.c.) necessari per il funzionamento della sottostazione. Verranno installati sistemi di alimentazione in corrente alternata e in corrente continua per alimentare i distinti componenti di controllo, protezione e misura.

I servizi di corrente alternata e continua saranno alloggiati in diversi armadi destinati a realizzare le rispettive distribuzioni.

### 7.14 SERVIZI AUSILIARI IN C.A.

#### Trasformatori di servizi ausiliari

Per disporre di questi servizi è prevista l'installazione di un trasformatore da 100 kVA. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Trifase isolato in olio
- Potenza nominale 100 kVA
  - Tensioni primaria  $\pm 2,5 \pm 5 + 7,5\%$  kV
  - Tensione secondaria (trifase) ,420 kV
  - Connessioni Zig-zag / Stella
  - Gruppo di connessione ZNyn11

#### Gruppo elettrogeno

La sottostazione è dotata di un gruppo elettrogeno fisso che è disponibile come riserva in caso di guasto del trasformatore di servizi ausiliari o fuori servizio del trasformatore 30/150 kV per manutenzione o guasto.

### 7.15 SERVIZI AUSILIARI IN C.C.

L'alimentazione dei servizi in corrente continua è assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 125 Vcc. Le caratteristiche di raddrizzatore e batterie sono:

#### **Raddrizzatore:**

- Ingresso (c.a.): 3 x 400 / 230 Vca
- Uscita (c.c.): 125 Vcc +10%, -15%
- Corrente nominale: 40 A

#### **Batteria:**

- Capacità: 120 Ah
- Autonomia minima (guasto c.a.): 8 h

Le apparecchiature alimentate alla tensione di 110 Vcc funzioneranno ininterrottamente. Il processo di carica delle batterie sarà gestito automaticamente, senza la necessità di alcun tipo di vigilanza o controllo, quindi più sicuro per il mantenimento di un servizio permanente.

Le apparecchiature saranno idonee a funzionare con temperature interne all'edificio comprese tra 10°C e 40°C.

In condizioni di normale funzionamento (corrente alternata presente), il raddrizzatore fornirà sia la corrente di funzionamento degli ausiliari in corrente continua, sia la corrente di mantenimento o di carica necessaria per la batteria.

In assenza di corrente alternata di alimentazione, la batteria deve essere in grado di alimentare i circuiti ausiliari in corrente continua per il tempo prefissato.

### 7.16 MISURE ENERGIA

#### **Misure di energia (fatturazione)**

L'energia del parco esportata e importata si misurerà nel punto di connessione con la rete del Gestore.

La misura sarà effettuata tramite i tre trasformatori di tensione induttivi dedicati e i tre trasformatori di corrente (dai secondari di classe di precisione 0,2).

#### Caratteristiche degli apparati di misura:

- Trasformatori di tensione: 150:  $\sqrt{3}$ /0,100:  $\sqrt{3}$  50 VA cl 0,2
- Trasformatori di corrente: 200/5-5-5-5 A  
30VA cl 0,2s (sul secondario di fatturazione)
- Contatore-registratore elettronico:  
Tipo: contatore bidirezionale,  
Precisione di misura: Energia attiva (classe 0.2) / Energia reattiva (classe 0.5)  
Entrate: 3 x 100:  $\sqrt{3}$  V e 3 x 5 A  
N° Registri: 6 (Attiva +, Attiva -, Reattiva Induttiva +, Reattiva Induttiva -, Reattiva Capacitiva +, Reattiva Capacitiva -)  
Comunicazioni: via modem GSM, incorporato nel contatore-registratore.

### 7.17 TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI

La UCS sarà connessa via porta di comunicazione RS232 con il computer situato nella sala di controllo. Le informazioni della UCS, unitamente a quelle provenienti dagli gruppi di conversione, saranno elaborate con un programma informatico al fine di permettere il controllo in remoto del parco e della sottostazione. I dettagli della strumentazione ed eventuali modifiche del sistema di gestione e controllo in remoto verranno esplicitati nel progetto esecutivo.

### 7.18 OPERE CIVILI

#### **Piattaforma**

I lavori riguarderanno l'intera area della sottostazione e prevedono l'eliminazione del mantello vegetale, lo scavo, il riempimento e il compattamento fino ad arrivare alla quota di appianamento prevista.

#### **Fondazioni**

Si realizzeranno le fondazioni necessarie alla stabilità delle apparecchiature esterne a 150 kV e 30 kV.

#### **Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT**

Per l'installazione dei trasformatori di potenza si costruirà un idoneo basamento, formato da fondazioni di appoggio, una vasca intorno alle fondazioni per la raccolta di eventuali perdite di olio. Detta vasca dovrà essere impermeabile all'olio ed all'acqua, così come prescritto dalla CEI 99-2.

#### **Drenaggio di acqua pluviale**

Il drenaggio di acqua pluviale sarà realizzato tramite una rete di raccolta formata da tubature drenanti che canalizzeranno l'acqua verso l'esterno attraverso un collettore, scaricando verso le cunette vicine alla sottostazione.

#### **Canalizzazioni elettriche**

Si costruiranno le canalizzazioni elettriche necessarie alla posa dei cavi di potenza e controllo. Queste canalizzazioni saranno formate da solchi, archetti o tubi, per i quali passeranno i cavi di controllo necessari al corretto controllo e funzionamento dei distinti elementi dell'impianto.

#### **Accesso e viali interni**

E' stato progettato l'ingresso alla SSE con l'accesso già esistente sulla Strada Provinciale n.2.

Si costruiranno i viali interni (almeno 5 m di larghezza) necessari a permettere l'accesso dei mezzi di trasporto e manutenzione richiesti per il montaggio e la manutenzione degli apparati della sottostazione.

#### **Recinzione**

La recinzione dell'area della SSE sarà realizzata da un cordolo di fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera sul quale verranno inseriti dei pilastri prefabbricati in calcestruzzo.

La recinzione avrà un'altezza minima di 2 m dal suolo, rispettando il regolamento che ne stabilisce un'altezza minima di 2 m (CEI 99-2).

L'accesso alla SSE sarà costituito da un cancello metallico scorrevole della larghezza minima di 7 metri.

### **Edificio di Controllo SET**

L'edificio di controllo SSE sarà composto dai seguenti vani:

- Locale celle MT,
- Locale BT e trafo MT/BT,
- Locale Gruppo Elettrogeno,
- Locale comando e controllo,
- Locale servizi igienici dotato di vasca di raccolta Imhoff,
- Magazzino.

### **Messa a terra**

#### Descrizione

La sottostazione sarà dotata di una rete di dispersione interrata a 0,7 m di profondità. Messa a terra di Servizio.

Si conetteranno direttamente a terra i seguenti elementi, che si considerano messa a terra di servizio:

- I neutri dei trasformatori di potenza e misura
- Le prese di terra dei sezionatori di messa a terra
- Le prese di terra degli scaricatori di sovratensione
- I cavi di terra delle linee aeree che entrano nella sottostazione.

#### Messa a terra di protezione

Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le prescrizioni nella CEI 99-2.

Si conetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto indiretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possono esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta. Per questo motivo si conetteranno alla rete di terra:

- le carcasse di trasformatori, motori e altre macchine,
- le carpenterie degli armadi metallici (controllo e celle MT),
- gli schermi metallici dei cavi MT,
- le tubature ed i conduttori metallici.

Nell'edificio non si collegheranno a terra:

- Le porte metalliche esterne
- Le sbarre anti-intrusione delle finestre
- Le griglie esterne di ventilazione.

I cavi di messa a terra si fisseranno alla struttura e carcasse delle attrezzature con viti e graffe speciali di lega di rame. Si utilizzeranno saldature alluminio-termiche Cadweld ad alto potere di fusione per l'unione sotterranea, per resistere alla corrosione galvanica.

### Ipotesi di progetto

Secondo i calcoli, si considerano i seguenti dati di partenza:

- Corrente di cortocircuito monofase 31,5 kA
- Tempo durata del guasto 0,5 s
- Resistenza del terreno (ipotesi) 150 Ωm
- Resistenza manto superficiale (10 cm di ghiaia, de 1 2-4 cm) 3000 Ωm

La rete di terra sarà formata da una maglia di circa 4 m x 4 m, costituita da una maglia interrata costituita da un conduttore a corda di rame nuda di sezione 95 mm<sup>2</sup> e paline di acciaio ramato infisse nel terreno e protette da opportuni pozzetti. Per il collegamento degli apparati alla rete di terra si utilizzerà corda di rame nuda di sezione 125 mm<sup>2</sup>.

La rete di terra della sottostazione sarà connessa alla rete di terra del parco fotovoltaico, in modo da ridurre il valore totale della resistenza di terra e agevolare il drenaggio della corrente di guasto. Conformemente alla CEI 99-2, la rete di terra della SET sarà a sua volta collegata alla rete di terra della cabina di consegna.

### **Carichi elettrici**

La massime correnti di impiego su ciascuna sezione dell'impianto si calcolano per mezzo della seguente formula

$$I_{IMP}(A) = \frac{S_N(MW)}{\sqrt{3} \times U_N(kV)} \times 1000$$

Essendo SN la potenza nominale del circuito e UN la corrispondente tensione nominale. Assumendo come ipotesi di calcolo le tensioni e potenze massime di ciascuna sezione dell'impianto, si ottengono le correnti ipotetiche di impiego riassunte nella seguente tabella:

Sezione	Tensione (kV)	Potenza installata (kW)	Corrente (A)
Dorsale 1	30	47.500	914
Dorsale 2	30	47.500	914
Impianto di accumulo	30	10.000	192
Trasformatore lato MT	30	95.000	1.828
Trasformatore lato AT	150	95.000	365

### **7.19 RUMORE**

Nella Stazione d'utenza la sola apparecchiatura che rappresenta una sorgente di rumore permanente sono i trasformatori AT/MT, per il quale si può considerare un livello di pressione sonora Lp(A) a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB(A) a 0.3 metri in funzionamento ONAN e 78 dB(A) a 2 metri in funzionamento ONAF: esso però non viene percepito all'esterno del perimetro di recinzione.

Inoltre, gli interruttori, durante le manovre (di brevissima durata e pochissimo frequenti), possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n. 447.

## 8. IMPIANTO DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un sistema di accumulo, posto in prossimità della sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT, della potenza di 10 MW, per l'accumulo di parte dell'energia elettrica prodotta dal Parco Fotovoltaico.

Il layout prevede la disposizione di n. 8 battery container, n. 4 common container, n. 8 inverter e n. 2 trasformatori, il tutto all'interno di un'area recintata a ridosso della sottostazione elettrica in progetto, secondo la disposizione riportata nelle tavole grafiche allegate.

L'impianto di accumulo potrà essere esercito esclusivamente in forma associata all'impianto FV e per questo ne è funzionalmente congiunto.

## 9. CRONOPROGRAMMA

Ricevute tutte le autorizzazioni e le concessioni riguardanti il nuovo impianto e la relativa connessione, i tempi di realizzazione delle opere necessarie saranno in linea di massima brevi, presumibilmente nell'ordine di 18 mesi.

Sarà comunque stilato un programma cronologico delle operazioni prima dell'inizio dei lavori, dove saranno rese chiare le operazioni prioritarie e le responsabilità della direzione degli stessi.

CRONOPROGRAMMA COSTRUZIONE																		
	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12	Mese 13	Mese 14	Mese 15	Mese 16	Mese 17	Mese 18
<b>Forniture</b>																		
Moduli FV																		
Inverter e trafi																		
Cavi																		
Quadristica																		
Cabine e storage																		
Strutture metalliche																		
<b>Costruzione - Opere civili</b>																		
Approntamento cantiere																		
Preparazione terreno																		
Realizzazione recinzione e sorveglianza																		
Realizzazione viabilità di campo																		
Posa pali di fondazione																		
Posa strutture metalliche																		
Montaggio pannelli																		
Scavi posa cavi																		
Posa locali tecnici																		
Opere idrauliche																		
<b>Opere impiantistiche</b>																		
Collegamenti moduli FV																		
Installazione inverter e trafi																		
Posa cavi																		
Allestimento cabine e storage																		
Allestimento stazione utenza trasformazione																		
Linea di connessione campo FV-SE Terna																		
<b>Commissioning e collaudi</b>																		

Cronoprogramma