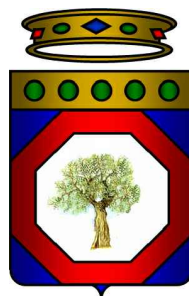


Comune di : SANT'AGATA di PUGLIA

Provincia di : FOGGIA

Regione : PUGLIA



PROponente



S2SE TRE srl
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA (RM)

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A
59.347,44 kWp CON SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SOLARE SANT'AGATA DI PUGLIA - S2S"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

Relazione Tecnica opere elettriche

DATA : 28 NOVEMBRE 2023

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : REL (RELAZIONI)

REL 016

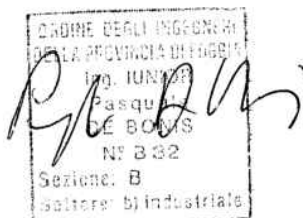
I TECNICI

PROGETTISTI:



S2S ENERGY s.r.l.
Via di Selva Candida, 452
00166 ROMA
Ing. Fernando Sonnino
Project Manager

TIMBRI E FIRME:



00	202202436	Emissione per Progetto Definitivo - Istanza di VIA e AU	S2SE TRE srl	Ing. Fernando Sonnino	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

Sommario

1. IMPIANTO DI GENERAZIONE	2
1.1. Generalità sull'intervento	2
1.2. Criteri di progetto	2
1.3. Outline generale del progetto elettrico	3
1.4. Descrizione impianto	3
1.5. Elementi principali	4
1.6. Trasformatori MT/bt	7
1.7. Stazione di trasformazione AT/MT	7
1.8. Strutture di sostegno moduli	8
1.9. Documenti tecnici di riferimento	8
2. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO	10
2.1. Considerazioni preliminari	10
2.2. Generatore	11
2.3. Trasformatore di sottocampo	11
2.4. Scomparti Arrivo linea e partenza MT	11
2.5. Scomparti Arrivo linea e partenza AT	12
2.6. Dimensionamento dei cavi in relazione alla potenza di corto circuito.	12
2.7. Dimensionamento dei cavi in relazione alla portata di corrente.	13
2.8. Protezioni della cabina di consegna	13
2.9. Sistema di bilanciamento	14
3. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO	15
3.1. Sistema di produzione e trasferimento fino al punto di consegna	15
3.2. Telecontrollo della Sottostazione di consegna TERNA	15
3.3. Parti comuni	16
3.4. Tracciato	17
3.5. Modalità di posa dei cavi	17
3.6. Sistema generale di terra	20
4. LINEE COLLETTRICI DI ENERGIA ELETTRICA	20
4.1. Scelta dei cavi	20



1. IMPIANTO DI GENERAZIONE

La presente relazione illustra gli aspetti tecnici preliminari di un impianto di generazione da fonte fotovoltaica da installare in provincia di Foggia ricadente in agro di Sant'Agata di Puglia. Le scelte progettuali rispondono alle prescrizioni generali di TERNA espresse nella norma CEI 0-16 e nel Codice di Rete (nel seguito: C.d.R.), cap. I. Dette scelte rappresentano inoltre consolidate necessità tecniche per una corretta esecuzione e gestione dell'opera.

1.1. Generalità sull'intervento

L'impianto di generazione in oggetto sarà composto da 85.392 moduli fotovoltaici, della potenza unitaria di 695Wp cad.. **La potenza richiesta ai fini della connessione è pari a 55.97 MW, mentre quella nominale dell'impianto è pari a 59,347 MWp**, valore inteso come picco di prestazione dei generatori, variabile in diminuzione secondo le condizioni meteo.

I moduli saranno raggruppati secondo schema tipico in stringhe e sottocampi gestiti da inverter di campo della potenza di 352kVA l'uno e dal punto di vista della configurazione di rete elettrica colletttrice i vari collegamenti ramificati in MT costituiscono un albero alla tensione nominale di 30 kV, confluyente in un unico collegamento (EL038) verso la SSE Utente in cui avviene l'elevazione di tensione a 36kV AT, da cui si realizza la connessione in elettrodotto interrato come montante fino al punto di connessione individuato su nuova SE 380/150/36 kV "Rocchetta Sant'Antonio" da inserire in entra-esce all'elettrodotto 380 kV "Bisaccia-Deliceto".

Nell'area sud è previsto inoltre un **Sistema di Accumulo Integrato** della potenza nominale complessiva di 17.1 MW, ed una capacità di accumulo totale di 70 MWh.

1.2. Criteri di progetto

Lo studio del trasporto dell'energia fino alla stazione di smistamento è stato ispirato a criteri di massima sicurezza e minimo impatto ambientale. La centrale è un impianto di generazione dell'energia elettrica di potenza nominale complessiva 59,347 MWp ed è ubicato in diverse aree definite LOTTI. L'energia prodotta da ciascun sottocampo in bassa tensione viene elevata alla tensione di 30 kV dai trasformatori distribuiti in campo, e trasportata alla SSE Utente in cui avviene l'elevazione di tensione a 36kV AT, per



poi connettersi a tale livello di tensione alla nuova SE 380/150/36 kV "Rocchetta Sant'Antonio" da inserire in entra-esce dall'elettrodotto 380 kV "Bisaccia-Deliceto". Dal punto di vista della topologia della rete elettrica colletttrice, il collegamento tra la cabina di consegna e la SE costituirà un collegamento in antenna su rete AT alla tensione nominale di 36 kV, dalla lunghezza stimata di 2 km circa, totalmente interrato nelle particelle 324, 224, 508, 299 e 318 del Foglio n. 12 del catasto di Sant'Agata di Puglia. Esso avrà il compito di realizzare la connessione del parco fotovoltaico allo stallo 36kV passando per la stazione di trasformazione utente 30/36 kV, fino alla nuova SE sita in località Masseria Palino ad un'altitudine media di circa 305 slm, Latitudine 41,164722° N - Longitudine 15,463333° E. Tutte le opere elettriche saranno realizzate nel rispetto delle norme di legge, in conformità del Codice di Rete TERNA, delle norme CEI applicabili. Particolare attenzione è posta alla verifica delle possibili esposizioni delle persone alle radiazioni elettromagnetiche dovute agli elettrodotti, assicurandosi che tali emissioni siano al di sotto del valore di sicurezza di 10 μ T per le aree normalmente disabitate ed al valore di 3 μ T, fissato come obiettivo di qualità, per i luoghi normalmente (leggasi oltre 4h/g pro capite) abitati.

1.3. Outline generale del progetto elettrico

In sito è previsto un albero di collettamento via cavo interrato, i cui nodi sono in corrispondenza dei quadri elettrici ad Media Tensione con funzioni di sezionamento e protezione individuale di ogni skid/trafo di sottocampo. Le sezioni dei cavi di collegamento sono gradatamente crescenti sia per l'aumento della corrente in normali condizioni di esercizio, sia per l'aumento graduale della potenza di corto circuito avvicinandosi in termini di impedenza, alla Rete di Trasmissione Nazionale (di seguito RTN). Strutture, impianti ed accessori, inclusi quelle che rimarranno di proprietà e responsabilità dell'utente, saranno conformi alle prescrizioni TERNA applicabili ai circuiti principali (cfr. C.d.R.) ed E-DISTRIBUZIONE per i circuiti ausiliari (cfr. "Guida alla connessione in rete"). Per quel che riguarda i cavi, il criterio vincolante nella scelta delle sezioni è quello della corrente di corto circuito per il tempo presunto di apertura degli interruttori in condizioni adiabatiche, quali sono quelle di un cavo interrato.

1.4. Descrizione impianto

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



- potenza installata lato DC: 59,347 MWp;
- potenza accumulo integrato 17MW
- potenza dei singoli moduli: 695 Wp;
- n. 159 inverter per la trasformazione DC/AC
- n. 12 cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 3 cabine di raccolta/consegna;
- n. 1 cabina di trasformazione MT/AT;
- rete elettrica interna a 1500 Vdc tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e gli inverter di stringa posizionati nei pressi delle strutture di sostegno dei moduli;
- rete elettrica interna a 800 Vac tra gli inverter di stringa e le cabine di trasformazione bt/MT
- rete elettrica interna a 30 kV per il collegamento in entra-esce tra le varie cabine di trasformazione
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc...);
- rete elettrica esterna a 30 kV dall'ultima cabina di raccolta alla stazione di trasformazione MT/AT
- rete elettrica esterna a 36 kV dalla SSEE utente 30/36 kV allo stallo in SE;
- rete di trasmissione dati interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;

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

- installazione dei moduli fotovoltaici;
- installazione delle cabine di trasformazione e della cabina di consegna;
- installazione dei container contenenti le batterie di accumulo;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;
- realizzazione della viabilità interna;
- realizzazione del cavidotto MT;
- realizzazione della stazione di trasformazione utente;
- realizzazione del cavidotto AT;

1.5. Elementi principali



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

- i moduli fotovoltaici (costituiti dalle celle su descritte);
- i cavi elettrici di collegamento ed i quadri elettrici;
- gli inverter, dispositivi atti a trasformare la corrente elettrica continua generata dai moduli in corrente alternata;
- i contatori per misurare l'energia elettrica prodotta dall'impianto;
- i trasformatori MT/bt, dispositivi atti a trasformare la corrente alternata da bassa tensione a media tensione;
- i quadri di protezione e distribuzione in media tensione;
- le cabine elettriche di conversione e trasformazione;
- gli elettrodotti in media tensione;
- i quadri di protezione e distribuzione in media tensione;
- I trasformatori MT/AT
- l'elettrodotto AT di collegamento alla stazione definita come punto di consegna.

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra $\pm 60^\circ$.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 85392 moduli fotovoltaici di nuova generazione in silicio monocristallino bifacciale di dimensioni pari a 2,384 x 1,303 m e potenza nominale pari a 695 Wp, suddivisi su 3558 stringhe da 24 moduli ognuna. Le celle fotovoltaiche di cui si compone ogni modulo sono protette verso l'esterno da un vetro temprato ad altissima trasparenza e da un foglio di tedlar, il tutto incapsulato sotto vuoto ad alta temperatura tra due fogli di EVA (Ethylene / Vinyl / Acetate). La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hot spot. Nella struttura ad inseguitore solare i moduli fotovoltaici



sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno. Questa tipologia di struttura eviterà l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno da 24 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture di sostegno dei pannelli con cavi esterni graffettati alle stesse. Ogni stringa, collegata in parallelo alle altre, costituirà un sottocampo.

Le strutture saranno disposte secondo file parallele, la cui distanza sarà di 12 m in modo che, nella situazione di massima inclinazione dell'inseguitore, l'ombra di una fila non lambisca la fila adiacente; avranno direzione longitudinale Nord-Sud, e trasversale (cioè secondo la rotazione del modulo) Est-Ovest. Il collegamento elettrico tra le strutture avverrà in tubo interrato.

Ogni sottocampo avrà degli String inverter che avranno una potenza massima in entrata di 352 kVA. Gli inverter convertiranno l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici da corrente continua in corrente alternata, che successivamente sarà trasformata da bassa ad alta tensione attraverso appositi trasformatori MT/BT. I trasformatori avranno potenza di 5 MVA ciascuno.

Saranno realizzate n. 12 cabine elettriche prefabbricate, complete di vasca fondazione in c.a.v., trasformatori MT/BT e quadri di media tensione, e posate su una base di materiale stabilizzato. Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani: il vano arrivo linee campo, in cui è alloggiato il quadro ingressi linee 800V; il vano trasformazione, in cui è alloggiato il trasformatore MT/BT; il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, uscente dalle cabine di trasformazione, andrà alla cabina di raccolta da cui partirà una doppia terna di cavi confluyente alla stazione di trasformazione, dove la tensione sarà elevata da 30kV a 36kV da due trafo di potenza 30 MVA ciascuno per poi connettersi alla nuova SE.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e le fulminazioni al quale saranno collegate tutte le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. L'impianto sarà costituito da una maglia realizzata con conduttori nudi di rame a cui saranno collegati, mediante conduttori o sbarre di rame, i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. Una corda di terra in rame sarà posata anche nello scavo degli elettrodotti per collegare l'impianto di terra delle cabine con l'impianto di terra dell'impianto. L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di un sistema di gestione, controllo e monitoraggio,



provvisto di un'interfaccia su PC, che sarà installato in un apposito vano della cabina di raccolta e monitoraggio e sarà collegato agli impianti di videosorveglianza, illuminazione, antintrusione, FM e illuminazione cabina di controllo.

È prevista, infine, la realizzazione di un ulteriore fabbricato destinato a control room provvisto di ufficio.

1.6. Trasformatori MT/bt

L'energia prodotta dagli inverter in bassa tensione trifase ad 800V deve essere innalzata alla tensione di esercizio in campo 30kV. A tale compito provvedono i trasformatori in resina installati in campo della potenza di 5000kVA, aventi le caratteristiche indicate nella seguente scheda tecnica

		KVA	U _k (120°C) %	P ₀ (W)	P _{cc} GBE (75°C) (W)	P _{cc} CB-EN (120°C) (W)	I ₀ %	L _{wA} (dB(A))	L _{pA} (dB(A))	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Kg
TS3R17-TS3R24 (CoBk)	U _k 4%	50	4	300	1400	1570	2,74	58	49	1040	670	1100	520	430
		100	4	400	1600	1750	2,15	59	50	1040	670	1150	520	570
		160	4	580	2200	2500	1,97	62	53	1070	670	1200	520	820
		200	4	690	2600	2980	1,92	64	54	1250	670	1300	520	950
		250	4	800	3000	3450	1,73	65	55	1250	670	1300	520	1100
		315	4	950	3700	4170	1,72	67	57	1250	820	1400	670	1250
		400	4	1100	4400	4900	1,51	68	58	1330	820	1500	670	1470
		500	4	1350	4900	5550	1,16	69	58	1330	820	1550	670	1740
		630	4	1600	6100	6900	1,08	70	59	1360	820	1650	670	2000
	U _k 6%	50	6	360	1600	1750	2,4	58	50	1040	670	900	520	400
		100	6	460	1800	2050	2,1	59	50	1070	670	1100	520	530
		160	6	650	2600	2900	2	62	53	1250	670	1150	520	760
		200	6	770	3000	3350	1,87	64	55	1250	670	1200	520	880
		250	6	880	3300	3800	1,78	65	55	1250	670	1300	520	1020
		315	6	1050	4100	4650	1,65	67	57	1330	820	1300	670	1160
		400	6	1200	4800	5500	1,48	68	58	1330	820	1400	670	1360
		500	6	1450	5800	6550	1,2	69	59	1360	820	1500	670	1610
		630	6	1650	6800	7600	1,06	70	59	1410	820	1550	670	1850
		800	6	2000	8300	9400	0,9	72	61	1570	1000	1700	820	2190
		1000	6	2300	9600	11000	0,8	73	62	1570	1000	1750	820	2610
		1250	6	2800	11500	13000	0,7	75	63	1740	1000	1950	820	3020
		1600	6	3100	14000	16000	0,65	76	63	1740	1000	2200	820	3530
		2000	6	4000	16000	18000	0,6	78	65	1860	1300	2250	1070	4160
		2500	6	5000	20000	23000	0,56	81	68	2010	1300	2300	1070	4950
		3150	6	6000	23500	28000	0,5	83	70	2100	1300	2450	1070	5940
		4000	7+8	7000	26600	29930	0,4	86	72	2260	1300	2500	1070	8100
		5000	7+8	8100	29400	33100	0,36	88	74	2380	1500	2680	1250	10100

1.7. Stazione di trasformazione AT/MT

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico alla tensione di esercizio in campo 30kV confluisce attraverso una doppia terna di cavi 2x(3x1x630)mmq alla stazione di trasformazione AT/MT dove per mezzo di due



trafo da 30MVA l'uno viene elevata alla tensione di collegamento alla RTN pari a 36kV. Tale sottostazione è posta in prossimità della nuova SE, a circa 100m di distanza, e contiene al suo interno:

- 2 Trasformatori 30/36kV 30MVA
- 2 fabbricati in cav
- Scomparti arrivo linea e sezionamento MT
- Scomparti partenza linea e sezionamento AT
- Scomparto misura AT
- Reattore SHUNT

Ogni terna entra quindi all'interno degli scomparti arrivo linea in MT situati nel fabbricato sito all'interno dell'area della sottostazione (EL042) e prosegue sul relativo trasformatore. In uscita dal trasformatore la linea a 36kV passa attraverso gli scomparti AT (40,5kV) situati nel locale 36kV. In parallelo è installato anche il reattore shunt di cui al par.2.9 sito in locale dedicato.

È prevista inoltre la realizzazione di un fabbricato uffici in cui installare i componenti necessari al controllo del lato MT ed un fabbricato bt dove allocare i quadri ed i servizi ausiliari necessari al funzionamento delle linee di servizio (luci, videosorveglianza, prese bt) dell'intera area della sottostazione.

1.8. Strutture di sostegno moduli

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

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

La struttura di supporto sarà realizzata in acciaio da costruzione zincato a caldo e sarà progettata secondo gli Eurocodici. Potrà essere installata su diverse fondazioni: blocchi di cemento, pali infissi, o pali a vite.

In particolare in caso di pali infissi, il profilo avrà sezione a C e sarà interrato direttamente nel suolo.

1.9. Documenti tecnici di riferimento



Si fa riferimento alle norme CEI applicabili, eventualmente secondo unificazione europea ove esistente (CEI - CEI/EN) pertinenti per ciascuna tipologia. Le opere interconnesse direttamente con TERNA saranno eseguite nel rispetto del C.d.R. TERNA e dei rispettivi allegati applicabili, nonché norma CEI 0-16 e sue correlate.

Per le protezioni elettriche in ambiente 36 kV vale il documento di riferimento TERNA Allegato A.68 rev. 04 ("Criteri generali di connessione alle reti AT Sistemi di protezione regolazione e controllo").



2. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO

2.1. Considerazioni preliminari

Il sistema di protezioni sarà conforme alla norma CEI 11-32 per sistemi elettrici di III categoria e relativa variante V1 per gli impianti di produzione fotovoltaica, con i livelli di affidabilità che competono ad un sistema non presidiato ed ubicato in località poco accessibili.

Allo scopo sarà previsto un doppio livello di protezione: un sistema di gestione rete digitale interconnesso in fibra ottica per la selettività logica, ed una serie di protezioni tradizionali a relais elettronico quale back-up in caso di disservizio al sistema centrale.

Il sistema centralizzato utente, le cui unità principali saranno ubicate in apposito locale dedicato della cabina elettrica di trasformazione è dettagliato nella specifica tecnica allegata alla presente.

Le protezioni sono interfacciate con la rete mediante una serie di sensori che sono di tipo tradizionale, quindi costituite da TA, TV di tipo induttivo e/o capacitivo secondo necessità, sonde termometriche per i trasformatori e le macchine soggette a riscaldamento. Tali segnali saranno inviati sia a relais elettronici, installati in appositi scomparti del quadro a Media Tensione, sia alle unità terminali del sistema di gestione rete tramite fibra ottica

Dette unità periferiche, in grado di accogliere segnali digitali, analogici 4-20 mA, ottici, contatti puliti, saranno ubicate in ogni locale dotato di elementi sensibili del sistema, quali cabina di campo, cabina di trasformazione, cabina di consegna TERNA. Per l'intero sistema i TA del sistema di protezioni saranno distinti da quelli di misura, avendo necessariamente prestazioni differenti, e per i quali saranno preferibilmente utilizzati toroidi a nucleo intero.

L'adozione di un sistema digitale di gestione della rete applica concetti di selettività logica ai sensori distribuiti, per cui il PLC del sistema gestirà dati e comandi in modo integrato e coordinato secondo i propri algoritmi di valutazione degli stati di rete e priorità degli interventi.

All'eventuale stato di avaria del gestore di rete (comunque realizzato con ampia ridondanza) sono chiamati a rispondere in logica di selettività tradizionale alcuni relais tradizionali che saranno comunque installati sugli scomparti a M.T. a protezione delle funzioni più significative, quali corrente differenziale, corrente verso terra, primo guasto a terra per le parti esercite a neutro isolato, etc.

Si esaminano in dettaglio le protezioni previste per ogni singola unità



2.2. Generatore

La protezione del generatore effettuata in cabina di partenza campo comprenderà le protezioni preventive, atte a mantenere l'isolamento, quali:

- 32 ritorno di energia attiva dalla rete verso il generatore
- 59 massima tensione
- 46 squilibrio, ovvero circolazione di sequenza inversa.

Contro il guasto di dispersione sono previste misure classiche dirette, quali

- 64 circolazione di corrente verso terra verso terra
- 87 differenziale di corrente

Sono infine previste protezioni di rincalzo quali:

- 27, 59, 21 - minima tensione, massima corrente e loro combinazione (min. impedenza)
- 81G - frequenza fuori range

2.3. Trasformatore di sottocampo

Il trasformatore di sottocampo si trova fra tre sorgenti di energia: il generatore, il tratto di rete verso la Periferia, quello verso terra. Sarà quindi necessario, per esercire correttamente le sconnessioni sotto guasto interno, poter aprire sia a monte che a valle, interfacciandosi opportunamente con gli altri interruttori che "vedono " direttamente il trasformatore.

Oltre ad essere protetto con differenziale di corrente (87) ed immagine termica (49), andrà comunque protetto dal corto circuito (50, 51, 51N) . Gli interruttori a monte e valle saranno quindi chiamati ad isolarlo sia in caso di guasto interno che in caso di guasto esterno (sul generatore o sul quadro).

2.4. Scomparti Arrivo linea e partenza MT

La disconnessione di un generatore in erogazione crea perturbazioni e stress alle macchine. In caso di evento di guasto, questo viene "sentito" praticamente da tutti i sensori del sistema, e per tale ragione si rende necessario inibire l'intervento di tutti gli sganciatori, ad eccezione di quelli a ridosso della parte sotto guasto, rilasciando consensi allo sgancio solo in caso di mancata apertura degli interruttori titolari dell'intervento.



A tal proposito sono previste protezioni differenziale di sbarra (87), direzionale di corrente , massima corrente 50, 51, dispersione 51N/64.

2.5. Scomparti Arrivo linea e partenza AT

Nella stazione di trasformazione è prevista la realizzazione di un locale quadri dove alloggiare gli scomparti contenenti gli organi di intervento e controllo del ramo AT 36kV, che dall'uscita dei trasformatori si connette poi alla SE.

Gli scomparti dovranno avere livello di isolamento $U_r=40.5\text{kV}$, attualmente garantito da moduli compatti in SF6 oppure da moduli isolati in aria. Questi ultimi sono costruttivamente più ingombranti per cui le dimensioni delle cabine soprattutto per l'altezza massima tengono a debito conto dell'eventuale loro utilizzo.

Normal Clad 36kV

Rated current	Width (mm)	Depth (mm)	Height* (mm)	Estimated Weight (Kg)
630 A	1200	2680	2380	1300
1250 A	1200	2680	2380	1350
1600 A	1200	2680	2380	1400
2000 A	1200	2680	2380	1450
2500 A	1200	2680	2380	1500
3150 A	1200	2680	2380	1550

*Cubicle height std, special solutions with dedicated Gas Exhaust channel can be supplied and studied in line with specific site request

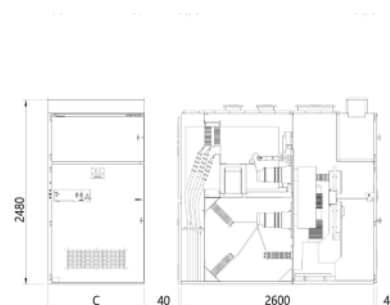


Figura 1-Esempio dimensioni quadro isolato in aria

2.6. Dimensionamento dei cavi in relazione alla potenza di corto circuito.

Per i guasti trifase, seguendo quanto indicato dall'Allegato A.68 al codice di rete al par. 6.1.2, si è considerato un valore di I_{cc} di 20 kA alla tensione di 30 kV, per una durata massima di 1,0 s; per questo motivo nella maggior parte dell'impianto non sarà ammissibile una configurazione inferiore a **3x185 mmq**, pur essendo in certe tratte sufficienti, ai soli fini della portata di corrente, una sezione molto minore.

L'adozione di un criterio di selettività logica anziché cronologica si rivela indispensabile anche da questo punto di vista, affidando la priorità di intervento delle protezioni, che comunque restano allertate da relais



tradizionali posti in corrispondenza di ogni singola apparecchiatura, ad un supervisore di rete collegato via fibra ottica a tutte le unità significative del sistema di potenza.

2.7. Dimensionamento dei cavi in relazione alla portata di corrente.

Definita la sezione minima per i requisiti indicati al precedente paragrafo, la tabella seguente mostra il dimensionamento dei cavi in base alla portata di corrente in regime permanente, con l'indicazione della relativa caduta di tensione:

potenza	tratto	da	a	lunghezza	sezion e	TERNA	corrente	caduta specifica	caduta tensione	impegno linea
kW				km	nom.		A	ΔV [V/A km]	$\Delta V\%$	%
5000	1	T1	T2	0,614	185	SINGOLA	97	0,324	0,06%	31%
10000	2	T1	T3	0,57	185	SINGOLA	194	0,324	0,12%	61%
15000	3	T3	T4	0,565	300	SINGOLA	292	0,247	0,14%	70%
20000	4	T4	CD1	0,01	630	SINGOLA	389	0,184	0,00%	72%
20000	5	CD1	CC	1,187	630	SINGOLA	389	0,184	0,28%	72%
5000	6	T5	T6	0,451	185	SINGOLA	97	0,324	0,05%	31%
10000	7	T7	T8	1,143	185	SINGOLA	194	0,324	0,24%	61%
10000	8	T6	CD2	0,358	185	SINGOLA	194	0,324	0,08%	61%
10000	9	T7	CD2	0,01	185	SINGOLA	194	0,324	0,00%	61%
20000	10	CD2	CC	0,972	630	SINGOLA	389	0,184	0,23%	72%
5000	11	T9	T10	0,451	185	SINGOLA	97	0,324	0,05%	31%
10000	12	T10	T11	0,498	185	SINGOLA	194	0,324	0,10%	61%
5000	13	T12	CD3	0,699	185	SINGOLA	97	0,324	0,07%	31%
15000	14	T11	CD3	0,01	300	SINGOLA	292	0,247	0,00%	70%
20000	15	CD3	CC	0,01	630	SINGOLA	389	0,184	0,00%	72%
56000	16	CC	SSEU	1,778	630	DOPPIA	544	0,184	0,59%	100%
56000	17	SSEU	SE	0,11	630	DOPPIA	544	0,184	0,04%	100%
17000	18	BESS	CC	0,494	300	SINGOLA	330	0,247	0,13%	80%

2.8. Protezioni della cabina di consegna

Le protezioni della segue cabina di consegna saranno conformi alle prescrizioni della norma CEI 0-16. In linea di massima si prevede

- per ogni montante - 50, 51, 67N
- per la linea 36 kV - 27Y, 27 Δ, 59, 81>, 81<, 59N



Per tutte le misure saranno adottati componenti secondo specifiche TERNA

Tutte le protezioni saranno ripetute, oltre che su sistema di supervisione, anche su relais multifunzione.

2.9. Sistema di bilanciamento

In corrispondenza della potenza attiva $P=0$ ed in assenza di regolazione di tensione, l'impianto dovrà minimizzare gli scambi di potenza reattiva con la RTN al fin di non influire negativamente sulla corretta regolazione della tensione. Per fare ciò si è previsto l'utilizzo di reattanze shunt gestite con neutro isolato da terra opportunamente dimensionate per garantire in grado di compensazione tra il 110% ed il 120% della massima potenza reattiva. Tale componente sarà installato nell'area della SSEU.



Figura 2 - Reattanza SHUNT per linea 36kV



3. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

3.1. Sistema di produzione e trasferimento fino al punto di consegna

Verrà installato un sistema di supervisione che interconetterà in una rete LAN a fibra ottica tutte le installazioni significative del sistema. Il computer principale risiederà nella cabina di trasformazione e sarà alimentato mediante UPS atto a consentirne la marcia anche in assenza del collegamento con TERNA. Il livello di backup caldo sarà 100%.

Tale unità avrà varie funzioni, da quelle più elementari di semplice supervisione e memorizzazione di tutti gli eventi significativi, a quelle di gestione in tempo reale del coordinamento delle protezioni elettriche diffuse in tutti i quadri dell'impianto ai vari livelli di tensione (150, 36, 30, 1, 0,4, kVca, 110 Vcc) e per varie funzioni .

Tutte le postazioni del sistema remote in cabina di campo saranno dotate di una unità periferica del sistema, e la disponibilità di fibre ottiche consentirà anche collegamenti interfonici.

Esso sarà inoltre configurato per essere interfacciato con unità esterne quali ad esempio il sistema di monitoraggio della qualità energetica, le stazioni meteorologiche, sistemi di previsione meteo ecc.

Il sistema sarà dotato di unità videoterminale con pagine sinottiche della rete elettrica, riportante le apparecchiature della cabina, comandi e segnali di stato, pronto ed allarme per tutti gli organi significativi del sistema.

3.2. Telecontrollo della Sottostazione di consegna TERNA

L'intero apparato di monitoraggio, supervisione, controllo e protezioni elettriche sarà in tecnologia digitale, conforme al Cod. di Rete TERNA All. 3 cap. 11.11, ed ai documenti tecnici in esso prescritti quali riferimenti. In particolare si fa riferimento alla specifica TERNA DRRPX04038 "Specificazione funzionale di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV"

A tale sistema, è infatti affidata la selettività logica delle protezioni, attraverso la localizzazione del guasto e l'inibizione di tutte quelle protezioni che, pur sentendo il guasto, non ne sono direttamente interessate.

Per il sistema di supervisione saranno impiegate solo apparecchiature ampiamente collaudate sull'applicazione specifica supervisore di rete DASA, SEPAM o equivalenti.



Il telecontrollo sarà di tipo "sintetico", cioè a comandi di sequenze, ed applicato sia al controllo remoto che al controllo locale di sottostazione.

Il sistema di monitoraggio dialogherà in fibra ottica con il supervisore del parco fotovoltaico e cabina di trasformazione, mentre per il telecontrollo sarà interconnesso con la rete TERNA con un sistema ad onde convogliate sulla linea a 36 kV mediante bobine di sbarramento e dispositivi di accoppiamento secondo C.d.R., All.3 cap. 11.1.9 .

3.3. Parti comuni

Verrà concordata col Gestore di rete la eventuale disponibilità in morsettiera su contatto metallico di segnali provenienti dal supervisore, in contatto pulito oppure 420 mA . I due sistemi di monitoraggio, supervisione e protezioni elettriche relativi alle due sezioni d'impianto a monte e valle del punto di consegna, pur essendo autonomi ed indipendenti, saranno interconnessi secondo accordi con TERNA da uno scambio di quei segnali utili per la diagnostica in tempo reale ed il conseguente coordinamento dell'intervento delle protezioni elettriche.

Tale interconnessione avverrà in fibra ottica con tecnologia digitale e back-up caldo in connessione metallica.



COLLEGAMENTI A TERRA TRA LINEA ALTA TENSIONE TERNA - SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE - CABINA DI RACCOLTA - PARCO DI GENERAZIONE

3.4. Tracciato

A valle della stazione di trasformazione, essendo prevista una configurazione in antenna, la connessione prevede una linea di connessione verso la SE esistente, il cui dettaglio sarà definito di concerto con TERNA. La sezione desunta dal Codice di Rete, salvo diverse indicazioni TERNA, è 2x(3x1x630 mmq) Al.

3.5. Modalità di posa dei cavi

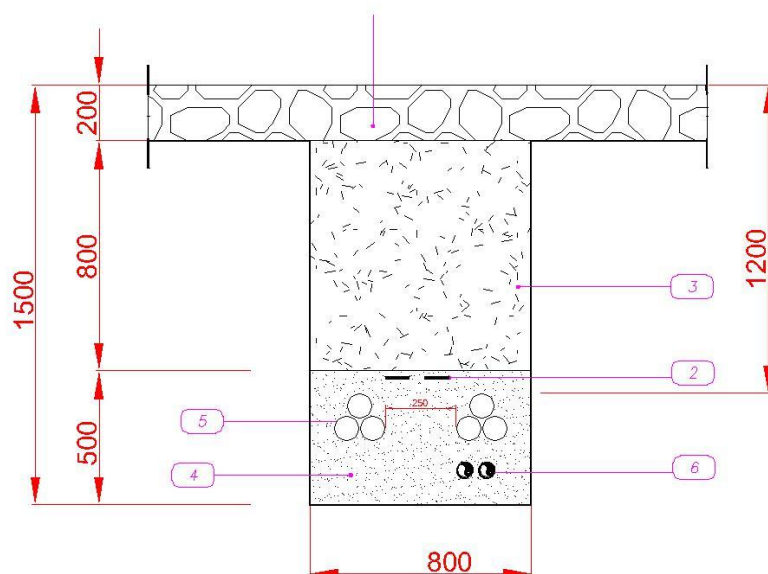
Per i tratti di posa interrata si prevede che il cavo sia posato sul fondo della trincea, quindi coperto con sabbia compattata in opera e protetto meccanicamente con un tegolo prefabbricato ed ulteriore ghiaia compattata. Alle profondità di 300 e 600 mm dal piano campagna saranno poste due strisce segnalatrici in polietilene o altro materiale inalterabile, di colorazione e caratteristiche normalizzate per la segnalazione di linee interrate. Il tracciato sarà ulteriormente segnalato in superficie secondo normativa vigente in tutti i punti significativi, quali cambiamenti di direzione e/o di quota. Il cavo da 630 mmq per l'interconnessione tra la cabina di consegna e lo stallo in SE sarà posato secondo tali modalità. I cavi verranno posati a profondità non inferiore a 1200 mm (valore stabilito dalle norme tecniche vigenti) tenendo presente i valori di esposizione ai campi magnetici prescritti dal Decreto 29.5.2008 (cfr. cap. 9), che fissa valori di attenzione per i campi elettromagnetici in 10 μ T in località non destinate allo stazionamento delle persone. Il valore di campo magnetico viene fissato in 3 μ T come obiettivo di qualità in luoghi destinati allo stazionamento delle persone, quali il passaggio all'interno della recinzione della cabina di trasformazione e consegna. Il materiale di riempimento dello scavo sarà debitamente compattato e la finitura ultima superficiale sarà di tipo manto stradale con finitura a binder e bitume per una larghezza di 800 mm.

Cavi:

La potenza erogabile dal parco fotovoltaico è di **55.9 MWac**. Il dimensionamento del cavo è stato effettuato in base ai parametri di corto circuito, assai più gravosi degli effetti di riscaldamento per normale esercizio. E' stato previsto per i cavidotti interni al campo un cavo unipolare in alluminio di



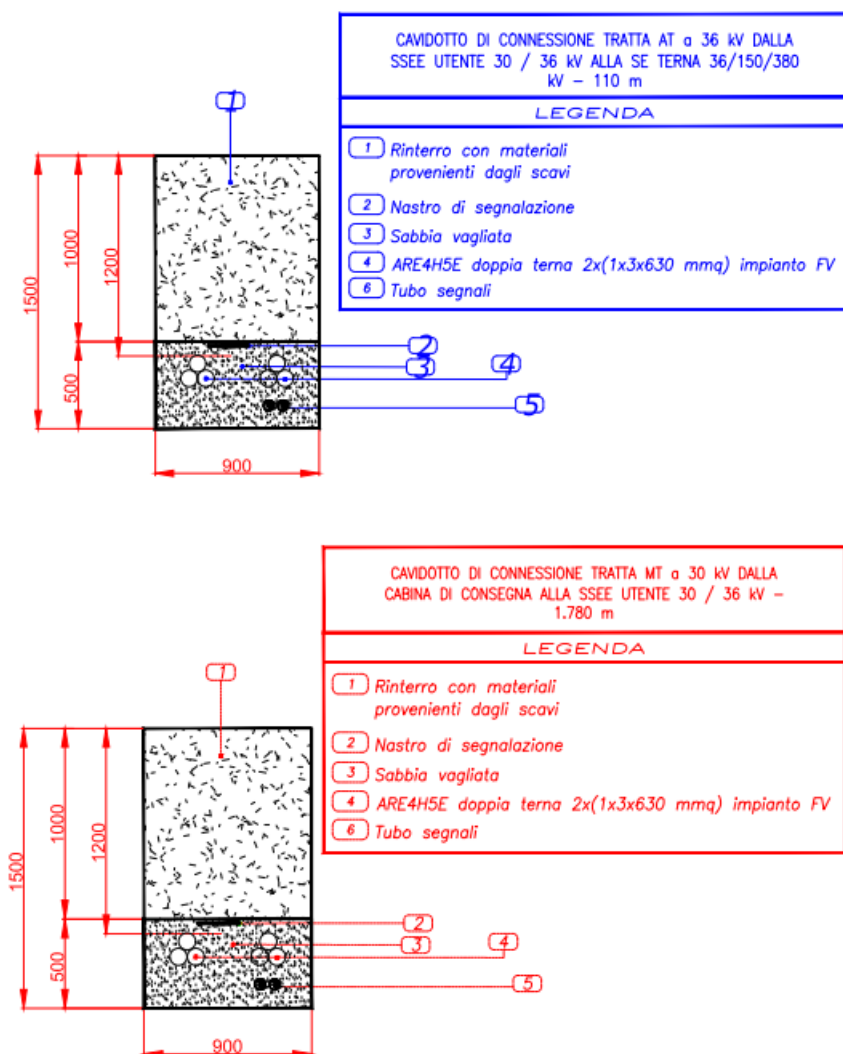
sezione variabile, isolato in XLPE armatura in calza di acciaio, protezione meccanica in polipropilene posato a trifoglio: (immagine 3)



LEGENDA	
1	Fondazione stradale
2	Nastro di segnalazione
3	Rinterro con materiali provenienti dagli scavi
4	Sabbia vagliata
5	terna 1x3x185mm ARE4H5E
6	Tubo segnali

(immagine 3)

Per i cavidotti di connessione esterni al campo è stato previsto l'utilizzo di una terna 2x(3x1x630)mmq e verranno utilizzate le seguenti pose:



(immagine 4)

Nella stessa sede qualora non compresa nel cavo tripolare stesso, correrà anche un collegamento in fascio di fibre ottiche per l'interconnessione dei sistemi di controllo, telesegnalazione e interlatching delle protezioni evitando per quanto possibile le giunzioni che, qualora indispensabili, saranno realizzate in apposita camera interrata, debitamente segnalate secondo le tecniche correnti omologate, e saranno certificate dalla D.L. e collaudate a norma di legge.



3.6. Sistema generale di terra

Strutture sostegno moduli FV

Le strutture di sostegno sono costituite da strutture interamente metalliche elettrosaldate, piantate nel terreno costituendo un sistema intrinsecamente equipotenziale.

Cavidotti

I cavidotti sono costituiti da cavi isolati per la loro tensione nominale, posati direttamente nel terreno e pertanto non sono dotati di alcun dispersore. In sede di messa in servizio saranno misurate tensioni di passo e contatto. L'area circostante sarà quindi resa inaccessibile mediante recinzione e segnaletica fino a distanza di sicurezza.

Cabine elettriche

L'area destinata alle due recinzioni adiacenti per la cabina di trasformazione e quella di consegna è servita da due distinti impianti di terra, i cui dispersori saranno uniti a costituire un unico dispersore mediante giunti galvanicamente protetti, ispezionabili e sezionabili per misura e manutenzione. I piani di calpestio di piazzali saranno resi individualmente equipotenziali tramite una rete elettrosaldata annegata nel calcestruzzo, ciascuna posta in intimo contatto col proprio dispersore, ed isolata con un manto di bitume di spessore superiore a 8 cm.

4. LINEE COLLETTRICI DI ENERGIA ELETTRICA

4.1. Scelta dei cavi

Saranno utilizzati cavi in alluminio, materiale isolante in XLPE, armatura in fili di acciaio zincato e protezione esterna in polipropilene).

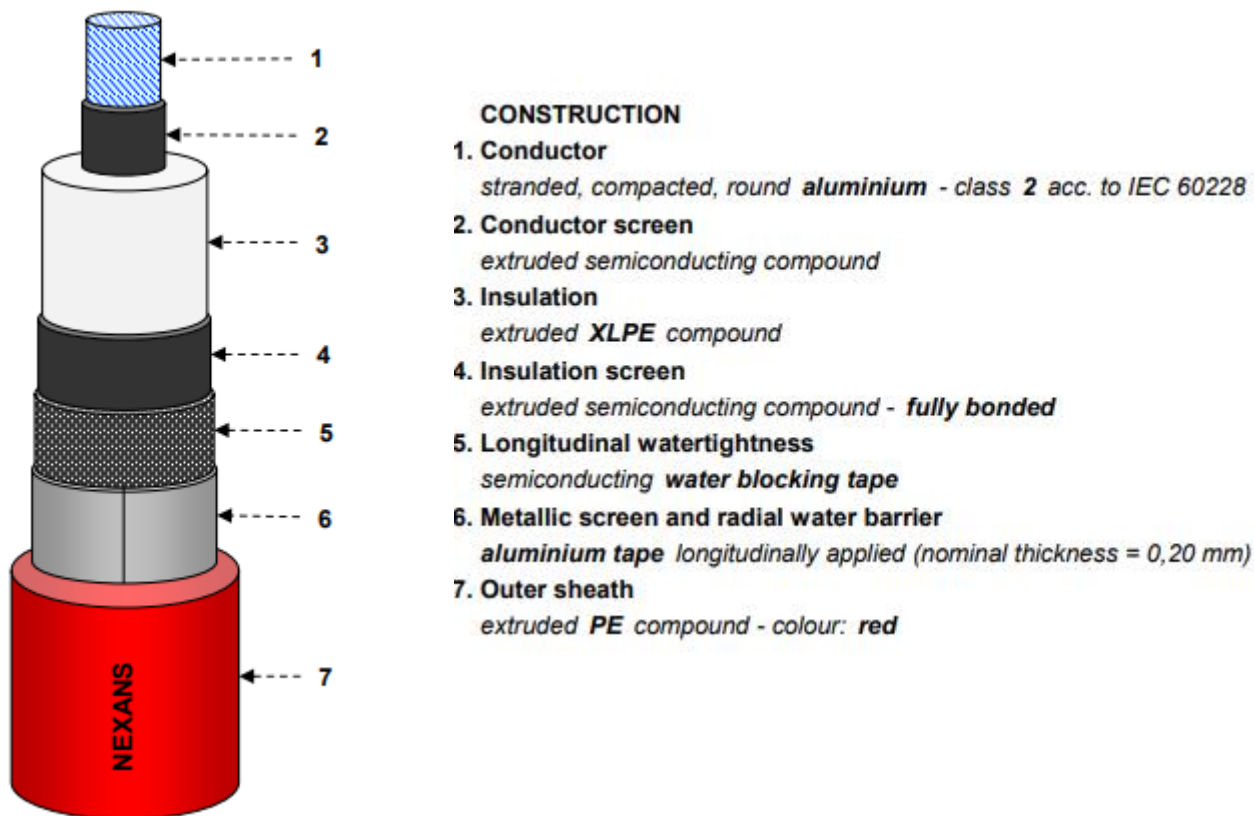


Figura 3 Configurazione tipica dei cavi unipolari previsti

Dato il valore della corrente, che per molte tratte è abbastanza contenuta, Il dimensionamento termico a regime è trascurabile rispetto alle considerazioni meccaniche e soprattutto a quelle di tenuta al corto circuito poiché l'energia di guasto si sviluppa adiabaticamente. I calcoli sono stati effettuati in riferimento ad una temperatura di esercizio di 30°C.

Ciascuna tratta di cavo è integrata da fibre ottiche per la connessione al sistema di supervisione del sistema di protezioni elettriche. Date le condizioni di installazione particolarmente gravose ed onerose, è previsto un fascio di f.o. con abbondante ridondanza iniziale rispetto alle necessità.