

Comuni di : DORNO
 Comuni di : SCALDASOLE
 Comuni di : PIEVE ALBIGNOLA
 Provincia di : PAVIA
 Regione : LOMBARDIA



PROPONENTE

NEOEN

NEOEN RENEWABLES ITALIA srl
 Via Giuseppe Rovani, 7 - 20123 MILANO (MI)

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
 RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 104.734,56
 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SOLARE DORNO - NEOEN"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

Relazione Tecnica opere elettriche

DATA : 12 LUGLIO 2024

N°/CODICE ELABORATO :

REL 018

SCALA : ---

Tipologia : EL (RELAZIONI)

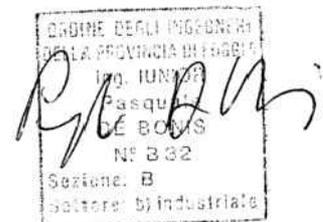
I TECNICI

PROGETTISTI:



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

TIMBRI E FIRME:



00	202304086	Emissione per Progetto Definitivo	EDILSAP 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 AT/bt.....	6
1.7. Strutture di sostegno moduli.....	7
1.8. Documenti tecnici di riferimento.....	7
2. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO	9
2.1. Considerazioni preliminari.....	9
2.2. Generatore.....	10
2.3. Trasformatore di sottocampo.....	10
2.4. Scomparti Arrivo linea e partenza.....	10
2.5. Dimensionamento dei cavi in relazione alla potenza di corto circuito.....	11
2.6. Dimensionamento dei cavi in relazione alla portata di corrente.....	11
2.7. Sistema di bilanciamento.....	13
3. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO	13
3.1. Sistema di produzione e trasferimento fino al punto di consegna.....	14
3.2. Telecontrollo della Sottostazione di consegna TERNA.....	14
3.3. Parti comuni.....	15
3.4. Tracciato.....	16
3.5. Modalità di posa dei cavi.....	16
3.6. Sistema generale di terra.....	18
4. LINEE COLLETTRICI DI ENERGIA ELETTRICA	18
4.1. Scelta dei cavi.....	18



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 Pavia ricadente in agro di Scaldasole, Dorno e Pieve Albignola. Le scelte progettuali rispondono alle prescrizioni generali di TERNA esposte 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 171696 moduli fotovoltaici, della potenza unitaria di 610Wp cad.. **La potenza richiesta ai fini della connessione è pari a 93 MW**, mentre quella **nominale dell'impianto è pari a 104,73 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 330kVA l'uno e dal punto di vista della configurazione di rete elettrica colletttrice i vari collegamenti ramificati in AT costituiscono un albero alla tensione nominale di 36 kV, confluyente in un unico collegamento, che realizza la connessione in elettrodotto interrato come montante fino al punto di connessione individuato su stallo a 36kV della SE.

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 104,73MWp ed è ubicato in diverse aree definite LOTTI. L'energia prodotta da ciascun sottocampo in bassa tensione viene elevata alla tensione di 36 kV dai trasformatori distribuiti in campo, e trasportata alla cabina di consegna. 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 2300 km circa, interrato in massima. Esso avrà il compito di realizzare la connessione del parco fotovoltaico allo stallo a 36 kV del futuro ampliamento/satellite della Stazione Elettrica (SE) a 380 kV della RTN denominata "Pieve Albignola", sita alle coordinate Latitudine 45,112778° N - Longitudine 8,951667° 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 Alta 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: 104,73 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 610 Wp;
- n. 310 inverter per la trasformazione DC/AC



- n. 20cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 1 cabina di consegna;
- n. 3 cabine di smistamento
- n. n control room
- 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/AT
- rete elettrica interna a 36 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 36 kV dalla cabina di consegna 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;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;
- realizzazione della viabilità interna;
- 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 AT/bt, dispositivi atti a trasformare la corrente alternata da bassa tensione ad alta tensione;
- i quadri di protezione e distribuzione in alta tensione;
- le cabine elettriche di conversione e trasformazione;
- gli elettrodotti in alta tensione;
- 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 171696 moduli fotovoltaici di nuova generazione in silicio monocristallino bifacciale di dimensioni pari a 2,384 x 1,134 m e potenza nominale pari a 610 Wp, suddivisi su 7154 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 13 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 un potenza massima in entrata di 330 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 AT/BT. I trasformatori avranno potenza di 2.5 MVA

Saranno realizzate n. 20 cabine elettriche prefabbricate, complete di vasca fondazione in c.a.v., trasformatori AT/BT e quadri di alta 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 AT/BT; il vano quadri di alta 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 consegna.

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 AT/bt

L'energia prodotta dagli inverter in bassa tensione trifase ad 800V deve essere innalzata alla tensione di consegna 36kV definita AT dal codice di rete. A tale compito provvedono i trasformatori in resina installati in campo della potenza di 2500MVA , aventi le caratteristiche indicate nella seguente scheda tecnica



PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE ,DORNO ,PIEVE ALBIGNOLA

**COMUNE DI SCALDASOLE , DORNO ,
PIEVE ALBIGNOLA**

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
36	250	598	4180	6	59	1550	750	1800	520	125	40	1960
	400	825	6.050	6	61	1610	950	1840	670	160	50	2280
	630	1265	8360	6	63	1640	950	1970	670	160	50	2550
	800	1495	8800	6	64	1720	1100	2010	670	160	50	3070
	1000	1782	9900	6	65	1770	1100	2060	820	160	50	3440
	1250	2070	12100	6	67	1850	1100	2120	820	160	50	3940
	1600	2530	14300	6	68	1900	1100	2270	820	160	50	4.500
	2000	2990	17600	6	72	2000	1200	2380	1070	200	70	5290
	2500	3565	20900	6	73	2090	1200	2520	1070	200	70	6230
	3150	4370	24200	6	76	2260	1200	2530	1070	200	70	7610

Tolleranza di dimensioni e di peso ± 10

1.7. 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.

1.8. 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



PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE ,DORNO ,PIEVE ALBIGNOLA

**COMUNE DI SCALDASOLE , DORNO ,
PIEVE ALBIGNOLA**

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

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”).



COMUNE DI SCALDASOLE , DORNO ,
PIEVE ALBIGNOLA

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-
NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU
SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE
,DORNO ,PIEVE ALBIGNOLA

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

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 ricalzo 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

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.

Gli scomparti dovranno avere livello di isolamento $U_r=40.5kV$, 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*

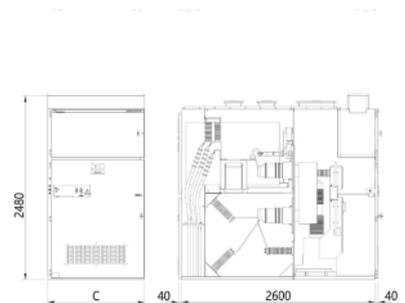


Figura 1-Esempio dimensioni quadro isolato in aria

2.5. 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 36 kV, per una durata massima di 1,0 s; per questo motivo nella maggior parte dell'impianto non sarà ammissibile una configurazione inferiore a **3x95mmq**, 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.

2.6. 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:



PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE, DORNO, PIEVE ALBIGNOLA

COMUNE DI SCALDASOLE, DORNO, PIEVE ALBIGNOLA

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

TABELLA TRATTI AT

potenza kw	tratto	da	a	lunghezza (km)	sezione nom.	TERNATA	corrente A	caduta specifica ΔV [V/A km]	caduta tensione $\Delta V\%$	impegno linea %
5000	1	T1-T2	T3-T4	0,065	95	SINGOLA	81	0,670	0,01%	32%
10000	2	T3-T4	SM1	0,729	150	SINGOLA	162	0,371	0,12%	58%
5000	3	T5-T6	T7-T8	0,34	95	SINGOLA	81	0,670	0,05%	32%
10000	4	T7-T8	SM1	0,305	150	SINGOLA	162	0,371	0,05%	58%
5000	5	T15-T16	T13-T14	0,362	95	SINGOLA	81	0,670	0,05%	32%
10000	6	T13-T14	SM1	0,281	150	SINGOLA	162	0,371	0,05%	58%
5000	7	T9-T10	T11-T12	0,286	95	SINGOLA	81	0,670	0,04%	32%
10000	8	T11-T12	SM1	0,697	150	SINGOLA	162	0,371	0,12%	58%
5000	9	T21-T22	SM1	0,002	95	SINGOLA	81	0,670	0,00%	32%
45000	10	SM1	C.CONS	2,343	400	DOPPIA	364	0,220	0,52%	77%
5000	11	T17-T18	SM2	0,133	95	SINGOLA	81	0,670	0,02%	32%
5000	12	T19-T20	T23-T24	0,341	95	SINGOLA	81	0,670	0,05%	32%
10000	13	T23-T24	SM2	0,499	150	SINGOLA	162	0,371	0,08%	58%
5000	14	T27-T28	T25-26	0,049	95	SINGOLA	81	0,670	0,01%	32%
10000	15	T25-T26	SM2	0,197	150	SINGOLA	162	0,371	0,03%	58%
25000	16	SM2	C.CONS	1,467	400	SINGOLA	405	0,220	0,36%	85%
5000	17	T29-T30	T33-T34	0,389	95	SINGOLA	81	0,670	0,06%	32%
10000	18	T33-T34	SM3	0,045	150	SINGOLA	162	0,371	0,01%	58%
5000	19	T35-T36	T31-T32	0,374	95	SINGOLA	81	0,670	0,06%	32%
10000	20	T3-T32	SM3	0,241	150	SINGOLA	162	0,371	0,04%	58%
5000	21	T39-T40	T37-T38	0,299	95	SINGOLA	81	0,670	0,05%	32%
10000	22	T37-T38	SM3	0,351	150	SINGOLA	162	0,371	0,06%	58%
30000	23	SM3	C.CONS	0,716	630	SINGOLA	486	0,184	0,18%	79%
100000	24	C.CONS	SE	2,317	630	DOPPIA	810	0,170	0,77%	95%

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.

2.7. 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.



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, 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 CONNESSIONE - CABINA DI TRASFORMAZIONE - 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 **93 MWac**. Il dimensionamento del cavo è stato effettuato in base ai parametri di corto circuito, assai più gravosi degli effetti di riscaldamento per



PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE ,DORNO ,PIEVE ALBIGNOLA

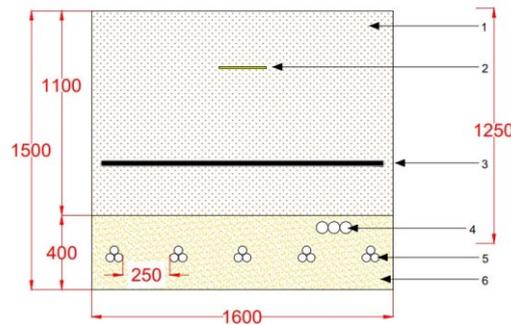
**COMUNE DI SCALDASOLE , DORNO ,
PIEVE ALBIGNOLA**

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

normale esercizio. E' stato previsto per i cavidotti interni al campo un cavo unipolare in alluminio 3x1x95/150/400 mmq, isolato in XLPE armatura in calza di acciaio, protezione meccanica in polipropilene posato a trifoglio: (immagine 3)

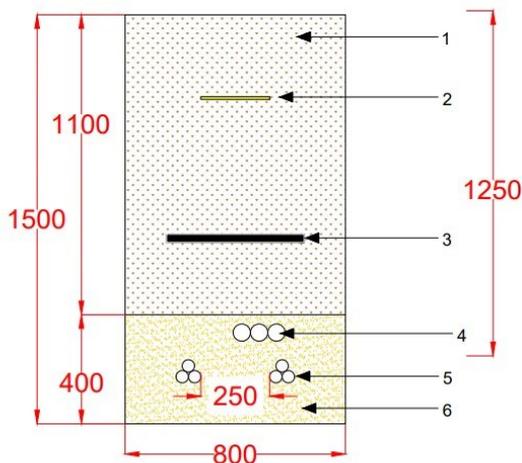
POSA CAVI AT

LEGENDA	
1	MATERIALE DI RINTERRO
2	NASTRO SEGNALATORE
3	PROTEZIONE MECCANICA
4	Tritubo 63 mmq F.O.
5	TERNE AT 36kV ARE4H1H5E 95-630 mmq
6	SABBIA VAGLIATA



(immagine 3)

Per i cavidotti di connessione esterni al campo è stato previsto l'utilizzo di una doppia terna RG16H1R12 3x1x630 ; la medesima scelta è stata fatta anche per il bess verranno utilizzate le seguenti pose:(immagine 4)



(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.

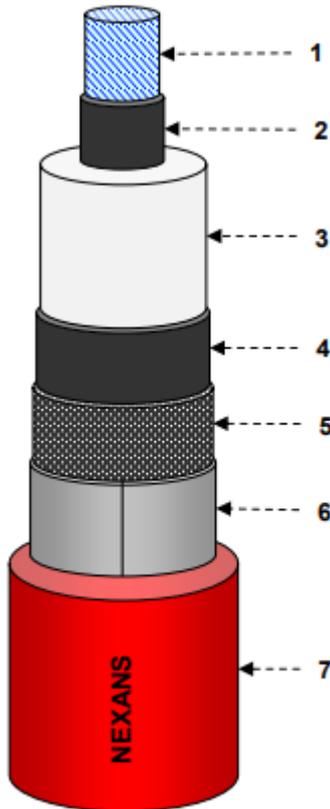
4. LINEE COLLETRICI DI ENERGIA ELETTRICA

4.1. Scelta dei cavi



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

ARE4H5EX



CONSTRUCTION

- 1. Conductor**
stranded, compacted, round aluminium - class 2 acc. to IEC 60228
- 2. Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- 3. Insulation**
extruded XLPE compound
- 4. Insulation screen**
extruded semiconducting compound - fully bonded
- 5. Longitudinal watertightness**
semiconducting water blocking tape
- 6. Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- 7. Outer sheath**
extruded PE compound - colour: red

RG16H1R2



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



PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO SOLARE SOLARE DORNO-NEOEN, POTENZA INSTALLATA 104,73 MWp, CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER AD ASSE ORIZZONTALE IN SCALDASOLE ,DORNO ,PIEVE ALBIGNOLA

**COMUNE DI SCALDASOLE , DORNO ,
PIEVE ALBIGNOLA**

REL_018 Relazione tecnica opere elettriche

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.