

Regione Puglia

COMUNE DI SALICE SALENTINO(LE)-GUAGNANO(LE)-CAMPI SALENTINA(LE)
SAN PANCRAZIO SALENTINO(BR)-CELLINO SAN MARCO(BR)
MESAGNE(BR)-BRINDISI (BR)
SAN DONACI (BR)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
PREVISTA IMMESSA IN RETE PARI A 105,40 MW
ALIMENTATO DA FONTE EOLICA DENOMINATO "APPIA SAN MARCO"

PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "APPIA SAN MARCO"

Codice Impianto: G9ZFR24

Tav.:	Titolo:
R43	Relazione di Connessione

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.d.	A4	G9ZFR24_RelazioneConnessione_R43

Progettazione:	Committente:
 <p>Gruppo di progettazione: Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto Ing. Francesco Masilla</p>  <p>Amm. Francesco Di Maso Ing. Nicola Galdiero Ing. Pasquale Esposito</p> <p>Via Aosta n.30 - cap 10152 TORINO (TO) P.Iva 12400840018 - REA TO-1287260 Amm.re Soroush Tabatabaei</p> <p>Viale Michelangelo, 71 30129 Treviso TEL 041 579 7998 mail: tecnico@inse.it</p>	<p>ENERGIA LEVANTE s.r.l. Via Luca Gaurico n.9/11 Regus Eur - 4° piano - Cap 00143 ROMA P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it www.sserenewables.com - Tel.: +39 0654831</p> <p>Società del Gruppo</p>  <p>For a better world of energy</p>
Indagini Specialistiche :	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Luglio 2022	Prima emissione	INSE srl	S.M.	G.M.

RELAZIONE TECNICA OPERE ELETTRICHE IMPIANTO DI CONNESSIONE
ALLA RTN DENOMINATO "APPIA SAN MARCO" DELLA POTENZA PREVISTA
DI IMMISSIONE IN RETE DI 105,4 MW
ENERGIA LEVANTE s.r.l.

Sommario

Sommario

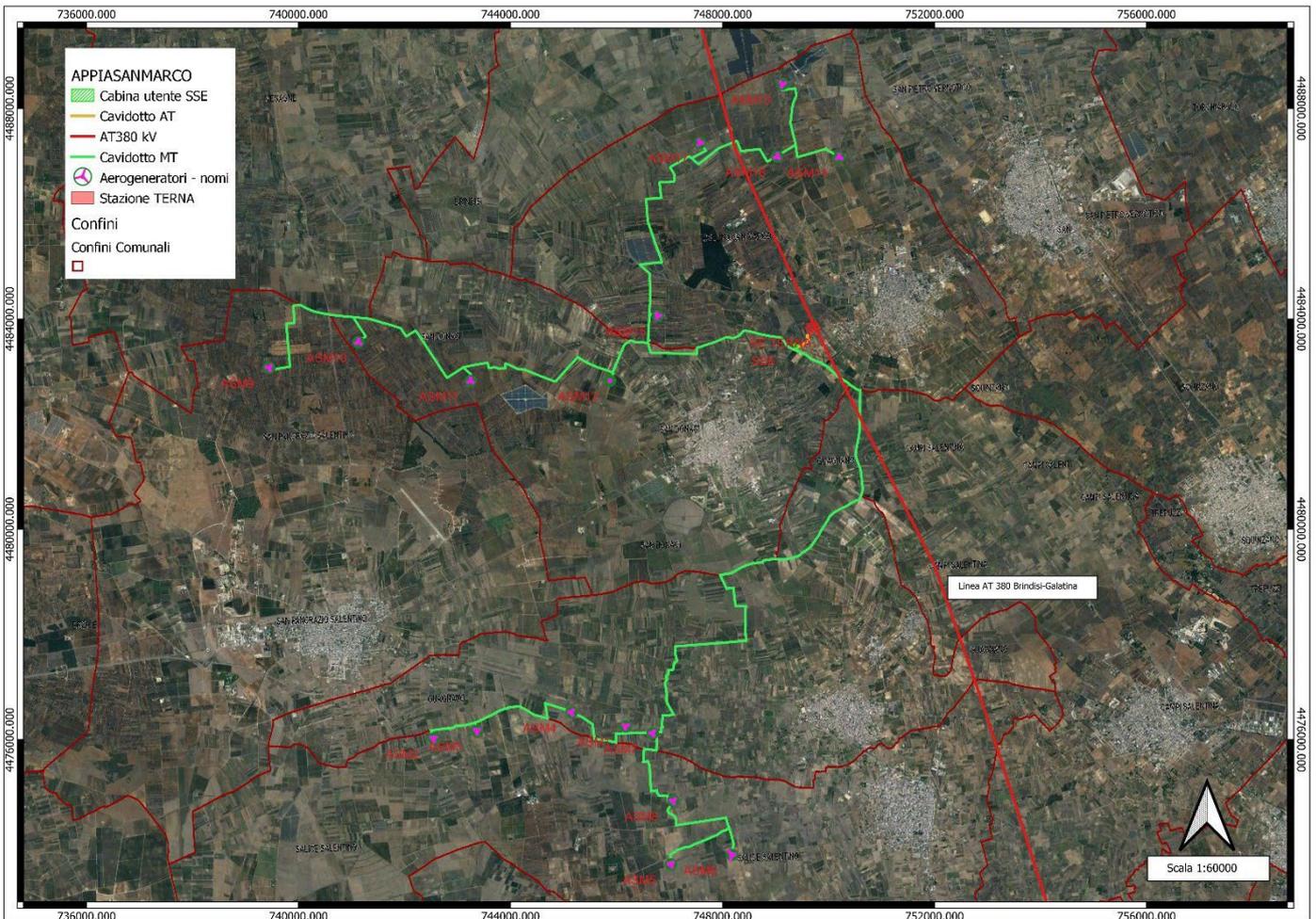
1. OGGETTO	3
2. IDENTIFICAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE	4
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO	5
4. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA	8
4.6 SCADA	12
5. MOVIMENTI TERRA	14
6. ASSEGNAZIONE STALLO AT DA PARTE DI TERNA	15
7. POTENZA IN IMMISSIONE	16
Composizione delle perdite.....	16
Perdite nel cavidotto MT.....	16
8. CALCOLO DELLE PERDITE	19
DATI INIZIALI	19
DESCRIZIONE GENERALE DELL'INFRASTRUTTURA	19
DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE INFRASTRUTTURE	20
CALCOLO DELLE PERDITE ELETTRICHE	27
9. Conclusioni	31
10. Connessione alla RTN – STAZIONE ELETTRICA TERNA 150/380 kV	31
10.1 Motivazione dell'opera	31
10.2 Rete attuale	31
10.3 Criticità di esercizio ed esigenze di sviluppo	32
10.4 Procedimento autorizzativo	32
11. UBICAZIONE ED ACCESSI	33
12. DESCRIZIONE E CARRATERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	34
12.1 Disposizione elettromeccanica	34
12.2 Servizi Ausiliari	35

12.3 Rete di terra	36
12.4 Fabbricati	36
13. TERRE E ROCCE DA SCAVO – CODICE DELL’AMBIENTE.....	38
13.1 Scavi relativi alla realizzazione della Stazione elettrica di Cellino San Marco 380/150 kV.....	38
14. Varie.....	39
15. Macchinario e Apparecchiature principali	39
15.1 Macchinario	39
15.2 Apparecchiature principali.....	39
16. AUTOMAZIONE DELLA STAZIONE.....	40
16.1 Sistema di Automazione della stazione di Cellino San Marco.....	40
16.2 Architettura di sistema	41
16.3 Funzioni di controllo e supervisione.....	42
16.4 Funzioni di protezione	42
16.5 Funzioni di Monitoraggio.....	43
16.6 Consolle di stazione	43
17. STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	43
18. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA’	43
18.1 Inquadramento geologico	43
18.2 Caratteristiche sismiche.....	44
18.3 AREE IMPEGNATE.....	44
18.4 CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	44
19. RUMORE.....	47
20. SOSTEGNI	47
20.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL’ELETTRDOTTO	47

1. OGGETTO

Oggetto della presente relazione è la progettazione elettrica definitiva delle opere di connessione alla RTN 150 kV (Terna) relative ad un nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da realizzarsi nella Provincia di Lecce e Brindisi, nei territori comunali di Salice Salentino(Le)-Guagnano(Le)-San Pancrazio Salentino (Br)-San Donaci(Br)-Cellino San Marco(Br) con cabina utente SSE prevista nel Comune di Cellino San Marco(Br) da collegarsi alla futura Stazione Elettrica Terna in Cellino San Marco(Br).

Il progetto del nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica avrà una potenza di 105,4 MW che in base alla soluzione di connessione (STMG 202101590 del 10/12/2021), l'impianto eolico sarà collegato, mediante la sottostazione AT/MT utente, in antenna a 150 kV sulla sezione a 150kV della futura Stazione Elettrica a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea a 380 kV "Brindisi Sud – Galatina".



Ubicazione impianto eolico con percorso cavidotto

2. IDENTIFICAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE

In base alla soluzione di connessione (comunicata da TERNA, assegnando il codice pratica 202101590 del 10/12/2021, originariamente intestate a Siemens-Gamesa e volturata a Energia Levalnte srl, l'impianto eolico sarà collegato, mediante la sottostazione AT/MT utente, in antenna a 150 kV con la sezione a 150kV del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di "Cellino San Marco".

La connessione in antenna avverrà mediante raccordo in cavo interrato AT tra lo stallo in sottostazione AT/MT e lo stallo di arrivo del futuro ampliamento della stazione RTN.

Come da richieste Terna, per l'ottimizzazione dell'uso delle infrastrutture, lo stallo di arrivo Terna sarà condiviso con altri Produttori

Le opere di utenza per la connessione alla RTN dell'impianto eolico oggetto della presente relazione sono le seguenti:

- n. 1 stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV da realizzare nel Comune di Cellino San Marco (BR) a servizio dell'impianto eolico oggetto del presente progetto che contiene i seguenti elementi principali:
 - stallo trasformatore 150/30 kV a servizio dell'impianto eolico;
 - sistema di sbarre AT;
 - stallo di linea a 150 kV per la connessione al punto di connessione alla RTN;
 - cavo AT interrato di collegamento al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione(SE) della RTN 380/150 kV a servizio dell'impianto oggetto della presente relazione.

La validazione delle opere di connessione è stata richiesta a TERNA in data 13/8/2021 in attesa di validazione.



Ubicazione opere di connessione

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

3.1 Caratteristiche generali del campo eolico

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 17 aerogeneratori della potenza massima di circa 6,2 MW ciascuno ed avente generatore di tipo asincrono, con diametro del rotore pari a 170 m, altezza mozzo pari a 115 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 200 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione MT/BT;
- rete elettrica interrata a 30 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione;
- n° 1 sottostazione elettrica di trasformazione AT/MT nei pressi della futura stazione elettrica (SE) di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV nel Comune di Cellino San Marco (Br) (punto di consegna previsto);
- raccordo AT 150 kV in cavo interrato tra la sottostazione e il punto di consegna nel future ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di "Cellino San Marco";
- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

3.2 Caratteristiche dell'aerogeneratore

In particolare, trattasi di aerogeneratori trifase con potenza massima di 6200 kW e tensione nominale di 690 V.

Le pale della macchina sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore che ha diametro massimo di 170 m: il mozzo a sua volta viene collegato ad un sistema di alberi e moltiplicatori di giri per permettere la connessione al generatore elettrico, da cui si dipartono i cavi elettrici di potenza, in bassa tensione verso il trasformatore MT/BT.

Tutti i componenti su menzionati, ad eccezione del rotore, sono ubicati in una cabina, detta navicella, la quale a sua volta, è posta su un supporto cuscinetto in modo da essere facilmente orientabile secondo la direzione del vento. L'intera navicella (realizzata in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro) viene posta su di una torre tronco-conica tubolare.

Oltre ai componenti prima detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ il controllo della potenza, che viene eseguito ruotando le pale intorno al proprio asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, in base al profilo delle pale;
- ✓ il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento,

ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;

- ✓ l'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

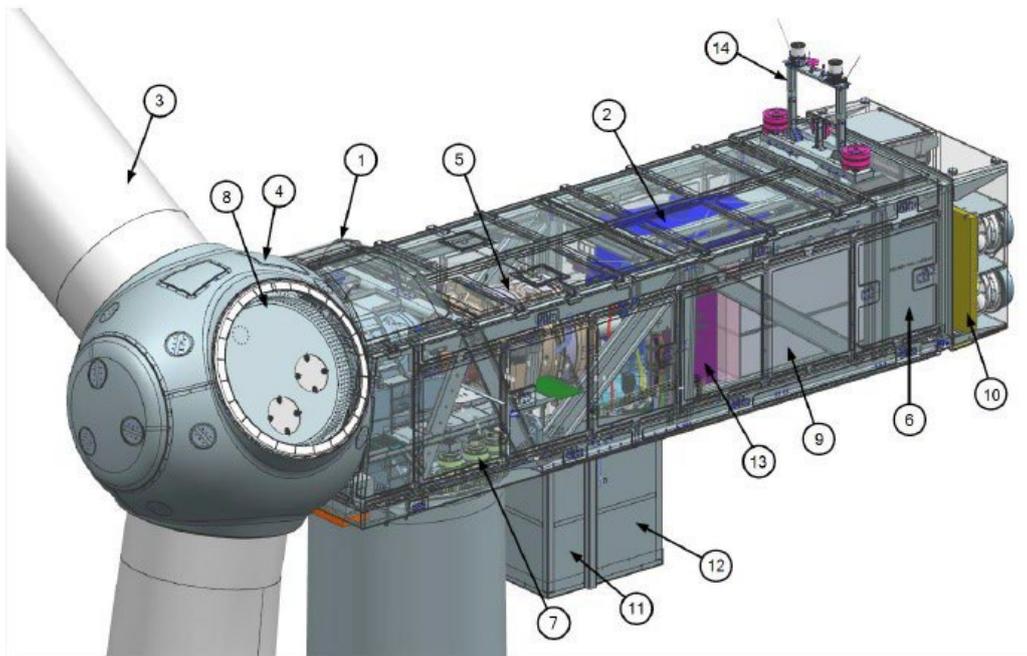
L'intera navicella viene posta su di una torre avente forma conica tubolare. La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento.

La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di *Cut-out windspeed* (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc. tipologia.

Articolo	Descrizione	descrizione dell'articolo
1	Baldacchino	7 Ingranaggio di imbardata
2	Generatore	8 Cuscinetto lama
3	lame	9 Convertitore
4	Spinner/mozzo	10 Raffreddamento
5	Riduttore	11 Trasformatore
6	Pannello di controllo	12 Armadio statore.
		13 Armadio di controllo anteriore
		14 struttura aeronautica



Tipologia navicella contenente il generatore elettrico

3.3 Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico

Partendo dalle condizioni al contorno individuate nel paragrafo precedente, si sono studiate le

caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico.

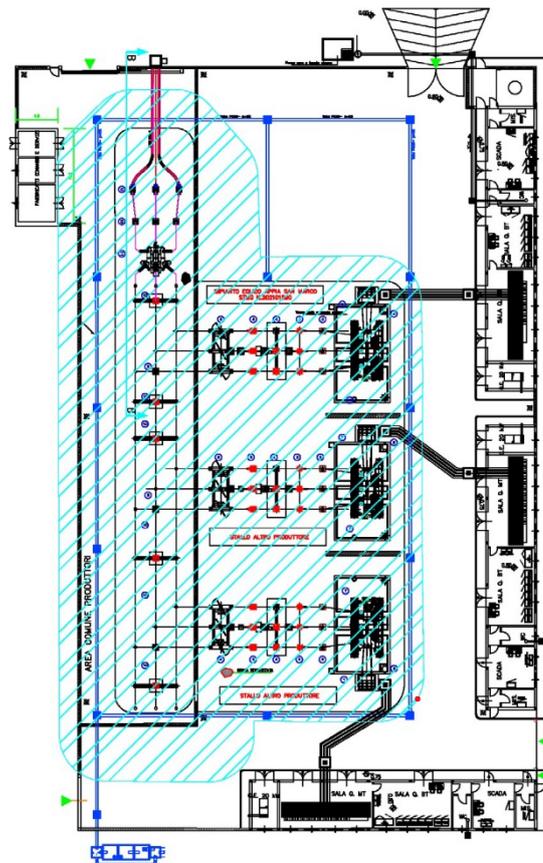
- ✓ Gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce" raggruppandoli anche in funzione del percorso delle linee in cavo da installare, evitando sprechi di materiale, contenendole perdite ed ottimizzando la scelta delle sezioni dei cavi stessi. Si sono così individuati cinque sottocampi di cui una da due turbine e quattro da tre turbine;
- ✓ I collegamenti elettrici saranno tutti realizzati direttamente interrati mediante terna di cavi unipolari con posa a trifoglio ARE4H5E, o similari;

La sottostazione di trasformazione AT/MT da realizzare è stata ubicata nei pressi del punto di connessione presso la stazione TERNA e raccoglie le linee MT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna AT mediante un raccordo in cavo interrato AT (150 kV).

4. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA

4.1 Generalità

La sottostazione AT/MT, da realizzarsi nei pressi del punto di consegna, è il punto di raccolta e trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso la rete di raccolta a 30 kV. Nella sottostazione la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV e consegnata alla rete mediante breve linea in cavo interrato a 150 kV che si atterrerà ad uno stallo di protezione AT, per la connessione in antenna con la Sezione a 150 kv della futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di "Cellino San Marco".



Planimetria sottostazione elettrica

4.2 Descrizione generale

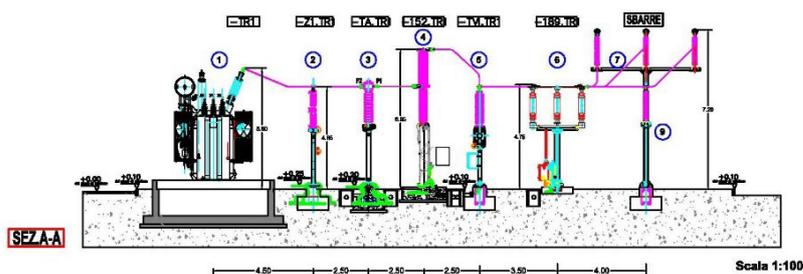
Il progetto della sottostazione elettrica di conversione prevede che l'entrata dei cavi MT (30 kV) avvenga mediante posa interrata mentre l'uscita dei cavi AT (150 kV) avvenga mediante posa interrata, al fine di garantire il raccordo con la stazione RTN.

La sottostazione AT/MT comprenderà un montante AT per l'impianto in oggetto, che sarà principalmente costituita da uno stallo trasformatore, da una terna di sbarre e uno stallo linea.

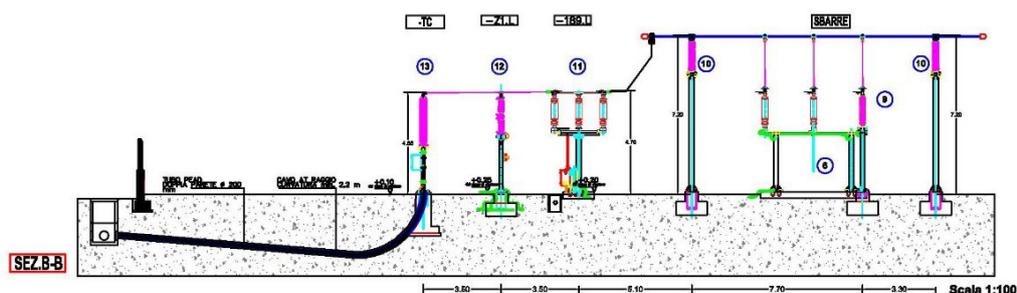
Lo stallo trasformatore AT/MT sarà composto da:

- trasformatore di potenza AT/MT;
- terna di scaricatori 150 kV;
- terna di TA 150 kV;
- interruttore tripolare 150 kV;
- terna di TV induttivi 150 kV;
- sezionatore tripolare 150 kV;

SSE 30/150 kV - Sezioni Apparecchiature AT



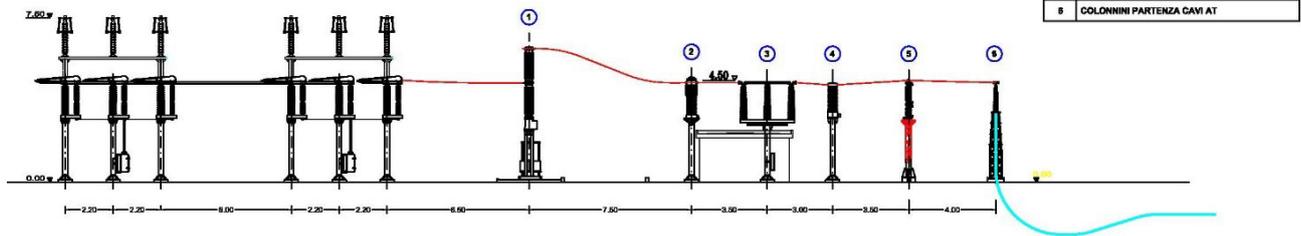
LEGENDA APPARECCHIATURE AT	
1	TRASFORMATORE MT/AT
2	SCARICATORE SOVRATENSIONI
3	TA
4	INTERRUTTORE TRIPOLARE AT
5	TV INDUTTIVO
6	SEZIONATORE TRIPOLARE ORIZZONTALE AT
7	SOSTEGNO SBARRE MT
8	SOSTEGNO MESSA A TERRA NEUTRO TRAFO AT
9	COLONNINO SOSTEGNO SBARRE AT
10	COLONNINO ISOLATORE AT
11	SEZIONATORE TRIPOLARE ORIZZONTALE
12	SCARICATORE DI SOVRATENSIONE
13	COLONNINI PARTENZA CAVI AT



Lo stallo linea invece sarà formato da:

- terna di TV 150 kV induttivi di sbarra;
- sezionatore tripolare 150 kV;
- terna di TA 150 kV;
- interruttore tripolare 150 kV;
- terna di TV induttivi 150 kV;
- sezionatore tripolare 150 kV con lame di terra;
- terna di scaricatori 150 kV;
- terminali per il raccordo interrato con il punto di consegna.

Sezione Stallo Linea in cavo 150 kV SE 380/150 kV di Erchie (BR)



Il trasformatore elevatore dello stallo produttore sarà dotato di apposita vasca di raccolta dell'olio e sarà installato all'aperto. Il trasformatore sarà equipaggiato con le proprie protezioni di macchina (Buchholz, temperatura, immagine termica, livello olio, valvola di sovrappressione), conservatore dell'olio, variatore sottocarico.

Le sbarre AT saranno in tubo di alluminio di diametro 100/86 mm, gli isolatori e portali idonei al livello di tensione di 170 kV.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari localiche a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, ecc. Inoltre sarà installato un gruppo elettrogeno di potenza adeguata che alimenterà i servizi fondamentali di stazione in mancanza di tensione.

Tutta l'area della sottostazione sarà dotata di un opportuno impianto di illuminazione artificiale normale e di emergenza, tale da garantire i livelli di illuminamento richiesti dalla normativa vigente per gli ambienti di lavoro all'aperto.

In ottemperanza alle indicazioni TERNA la sottostazione prevederà anche l'aggiunta di ulteriori stalli produttore per eventuali nuovi utenti futuri. Questi ulteriori stalli saranno indipendenti ed avranno un proprio accesso.

Le apparecchiature elettriche di alta tensione saranno installate su appositi basamenti in cemento armato idonei a resistere alle varie sollecitazioni (sforzi elettrodinamici, spinta del vento, carico di neve, ecc.).

Le apparecchiature saranno posizionate ad una idonea distanza tra loro al fine di rispettare i dettami della Norma CEI 61936-1 per quanto concerne le distanze di vincolo (dv) e di guardia (dg), come indicato nella Norma stessa.

Le distanze minime tra le parti attive (fase-fase e fase-terra) saranno nel rispetto delle prescrizioni della Norma CEI 61936-1. In particolare, si adotterà una distanza in orizzontale tra le fasi di 2,2 m in accordo anche alle prescrizioni del codice di rete di Terna.

I cavi di alimentazione, controllo e segnalazione interni alla sottostazione saranno posati in appositi cavidotti realizzati con tubi in PVC interrati e pozzetti o manufatti in cemento armato realizzati in opera.

I cavi di alta tensione saranno interrati direttamente.

Tutti gli isolatori previsti per installazione all'aperto saranno realizzati con materiale polimerico resistente all'aggressione degli agenti atmosferici.

All'interno dell'area di competenza di ogni produttore, in idonea posizione, saranno previsti eventualmente lo shunt reactor e il bank capacitor.

Il trasformatore dei servizi ausiliari sarà installato all'interno dell'edificio, in un apposito locale.

4.3 Viabilità di accesso e aree di pertinenza

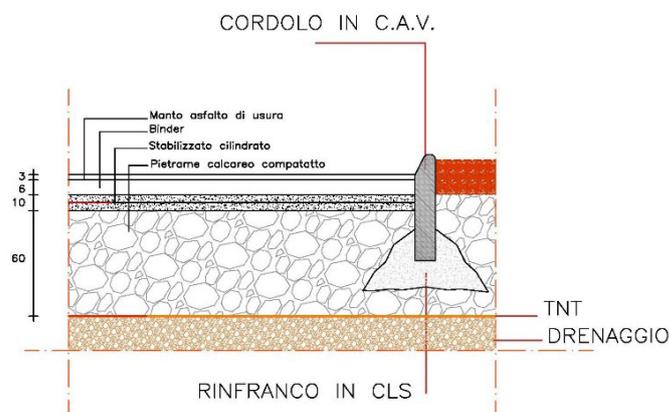
L'area della sottostazione sarà opportunamente recintata, con recinzione avente caratteristiche conformi alle prescrizioni della Norma CEI 61936-1 (altezza minima 2,5 m). La distanza della recinzione dalle apparecchiature di alta tensione sarà in accordo alle prescrizioni della Norma CEI 61936-1 e comunque non inferiore a 5 m.

L'accesso alla sottostazione e al relativo edificio quadri sarà regolamentato con apposita procedura e sarà consentito solo al personale qualificato.

Il locale contatori e il locale server WTG avranno anche un accesso dall'esterno dedicato.

Per l'accesso all'area delle sbarre AT e dello stallo arrivo linea saranno previsti un cancello carrabile di larghezza 7 m e un cancello pedonale.

All'interno della sottostazione sarà realizzata una viabilità interna tale da consentire le normali operazioni di esercizio e manutenzione dell'impianto nel rispetto delle distanze di vincolo e di guardia fissate dalla Norma CEI 61936-1.



Sarà prevista la realizzazione di un tratto di viabilità di accesso alla sottostazione, opportunamente sistemata in modo da consentire il transito dei mezzi pesanti specialmente in fase di cantiere. Tale tracciato è stato studiato, per quanto possibile in compatibilità con la presenza di altri produttori, evitando interferenze, e si collega alla viabilità della stazione Terna.

Inoltre è prevista una breve fascia di servizio perimetrale, esternamente alla recinzione della sottostazione, per eventuali opere di stabilizzazione e regimazione delle acque, per manutenzione e per passaggio cavi interrati.

Le vie di accesso all'interno sottostazione e i camminamenti saranno realizzati con un rivestimento superficiale in calcestruzzo o asfalto.

L'area attorno alle apparecchiature in alta tensione sarà ricoperta con pietrisco e/o ghiaia.

Tutto ciò al fine di garantire che le tensioni di passo e contatto nei vari punti della sottostazione siano inferiori ai limiti ammissibili, che saranno definiti in fase di realizzazione del progetto esecutivo.

4.4 Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm² interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. L'impianto di messa a terra secondario sarà composto dai collettori principali di terra (piatto di rame di dimensioni 500x50x6 mm), conduttori equipotenziali di colore giallo-verde di idonea sezione e isolamento e sarà connesso direttamente alla maglia di terra interrata. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm². La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello della stazione RTN.

4.5 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;

Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti TERNA.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

4.6 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

4.7 Apparecchiature di misura dell'energia

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione;
- nel quadro MT in sottostazione;
- sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

4.8 Protezione lato MT

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT per le linee di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi ed ai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

4.9 Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione MT dalla rete di trasmissione AT in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di rinalzo nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore AT/MT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

4.10 Protezione del trasformatore AT/MT

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto-circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

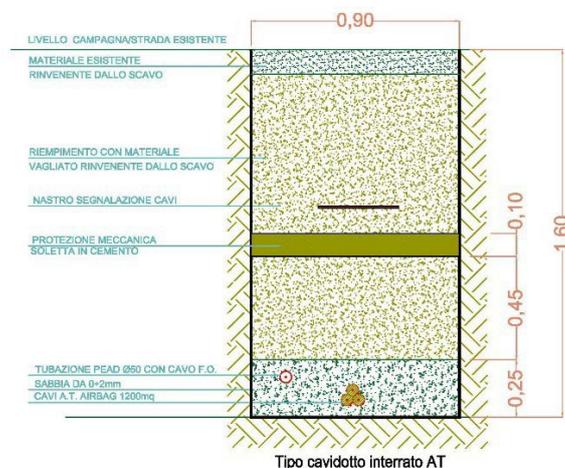
4.11 Scelta del tipo di cavi AT

Sarà impiegata una terna di cavi disposta in piano, di sezione pari a 1200 mm² per il collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE)

della RTN 380/150 kV di "Cellino San Marco".

Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di rame, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità 1,6 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi. Con funzione di segnalazione, poco sopra la lastra sarà posata una rete rossa in PVC tipo Tenax e, a circa 50 cm di profondità, un nastro di segnalazione in PVC, riportante la dicitura "ELETTRODOTTO A.T. 150.000 V". All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 tubo PEHD Ø 50 mm entro il quale sarà eventualmente posato n°1 cavo Fibra Ottica, oltre a un cavo unipolare in rame con guaina in PVC a protezione del cavo AT.



I relativi valori di corrente risultano, quindi, molto sovradimensionati rispetto ai valori di corrente generati dalla presenza del solo impianto eolico, per tenere in considerazione eventuali ampliamenti future la connessione di ulteriori produttori alla stessa sottostazione 150/30 kV.

5. MOVIMENTI TERRA

I movimenti di terra per la realizzazione della nuova Sottostazione Elettrica consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni apparecchiature, torri faro, etc).

L'area di cantiere in questo tipo di progetto sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà

l'impianto.

I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche planoaltimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un eventuale sbancamento/riporto al fine di ottenere un piano a circa meno 60÷80 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione, ovvero in uno "scortico" superficiale di circa 30 – 40 cm con scavi a sezione obbligata per le fondazioni.

La quota di imposta del piano di stazione sarà stabilita in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

L'eventuale terreno rimosso in eccesso sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade di servizio destinate alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

6. ASSEGNAZIONE STALLO AT DA PARTE DI TERNA

Lo stallo di arrivo in stazione Terna sarà costituito principalmente da:

- Terna di terminali AT per esterno;
- Terna di scaricatori di sovratensione;
- Interruttore tripolare;
- Terna di riduttori di corrente (TA);
- Sezionatore di linea.

Tutti i componenti devono rispondere alle specifiche Terna

7. POTENZA IN IMMISSIONE

Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è quello di stimare le perdite elettriche minime nel sistema elettrico interposto fra gli aerogeneratori ed il punto di consegna, in condizioni di massima produzione.

Composizione delle perdite

Le perdite elettriche nel sistema di trasporto e trasformazione dell'energia prodotta dagli aerogeneratori

sono composte principalmente da:

- Perdite per effetto Joule nei cavidotti di media tensione che collegano gli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione
- Perdite nel trasformatore elevatore MT/AT di sottostazione

Perdite nel cavidotto MT

La stima delle perdite per effetto Joule nei conduttori eserciti a 30 kV viene quindi calcolata secondo la formula:

$$P_j = 3 * L[km] * r \left[\frac{\Omega}{km} \right] * \left(\frac{P[W]}{\sqrt{3} * V[V] * \cos \varphi} \right)^2$$

Avendo come obiettivo il calcolo delle perdite minime alla massima produzione, viene considerato un $\cos \phi$ pari a 1, mentre la resistenza chilometrica ($r[\Omega/km]$) per conduttori in alluminio posati a trifoglio viene indicata dal noto costruttore Prysmian nella seguente tabella:

Resistenza apparente del conduttore (rame rosso) (alluminio) a 50 Hz e a 90 °C
Apparent resistance of red conductor (bare copper) (aluminium) at 50 Hz and at 90 °C

sezione nominale conductor cross-section (mm ²)	CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio								CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni	CAVI TRIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni		
	SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor				SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage				THREE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage			
	1,8/3 kV - 3,6/6 kV (Ω/km)		6/10 kV - 8,7/15 kV (Ω/km)		12/20 kV - 18/30 kV (Ω/km)		26/45 kV (Ω/km)		(Ω/km)		(Ω/km)	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
10	2,330	3,9100	2,3300	3,9100	-	-	-	-	2,330	3,9100	2,3300	3,9100
16	1,470	2,4700	1,4700	2,4700	-	-	-	-	1,470	2,4700	1,4700	2,4700
25	0,929	1,5600	0,9290	1,5600	0,9290	1,5600	-	-	0,929	1,5600	0,9270	1,5600
35	0,670	1,1200	0,6710	1,1300	0,6710	1,1300	-	-	0,670	1,1300	0,6690	1,1200
50	0,495	0,8320	0,4950	0,8320	0,4950	0,8320	-	-	0,495	0,8320	0,4940	0,8320
70	0,347	0,5830	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,344	0,5800	0,3430	0,5760
95	0,248	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,248	0,4160	0,2470	0,4150
120	0,198	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,198	0,3330	0,1960	0,3290
150	0,161	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,161	0,2700	0,1600	0,2690
185	0,130	0,2180	0,1300	0,2180	0,1300	0,2180	0,1300	0,2180	0,130	0,2180	0,1290	0,2170
240	0,0984	0,1650	0,0983	0,1650	0,0982	0,1650	0,0981	0,1650	0,100	0,1680	0,1000	0,1680
300	0,0789	0,1320	0,0788	0,1320	0,0787	0,1320	0,0786	0,1320	0,081	0,1360	0,0800	0,1340
400	0,0625	0,1050	0,0624	0,1050	0,0623	0,1050	0,0622	0,1050	0,065	0,1090	0,0650	0,1090
500	0,0496	0,0833	0,0494	0,0830	0,0493	0,0828	0,0491	0,0825	0,053	0,0890	0,0536	0,0900
630	0,0396	0,0665	0,0394	0,0662	0,0393	0,0662	0,0391	0,0657	0,044	0,0739	-	-

La lunghezza e la potenza sottesa sono desumibili, per ogni tratta, dall'elaborato grafico
 La seguente tabella riassume le caratteristiche di ogni tratta e le relative perdite calcolate secondo quanto sopra:

Sottocampo 1	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM2-ASM3	6.200	1.290	150
ASM3 – CS1	12.400	4.929	400

Sottocampo 2	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM4-ASM1	6.200	1.739	150
ASM1-ASM7	12.400	834	400
ASM7-CS1	18.600	338	800

Sottocampo 3	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM5-ASM6	6.200	2.076	150
ASM6-ASM8	12.400	2.374	400
ASM8-CS1	18.600	2.366	800

Sottocampo 4	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM9-ASM10	6.200	3.687	150
ASM10 – ASM11	12.400	3.888	400
ASM11-CS2	18.600	5.000	800

Sottocampo 5	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM13-ASM16	6.200	2.036	150
ASM16 – CS2	18.600	7.216	800

ASM14-ASM16	6.200	1.627	150
-------------	-------	-------	-----

Sottocampo 6	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
ASM17-ASM15	6.200	5.217	150
ASM15 – CS2	18.600	760	800
ASM12-ASM15	6.200	2.070	150

Sottocampo 7	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
CS1-SSE	49.600	12.109	630

Sottocampo 8	Potenza (Kw)	Lunghezza (m)	Sezione (mmq)
CS2-SSE	55.800	3.495	800

8. CALCOLO DELLE PERDITE

Presenta lo studio del dimensionamento dei cavi MT e delle perdite elettriche del PE Appia San Marco.

DATI INIZIALI

I primi dati considerati per i calcoli di questo rapporto sono ricavati dai seguenti documenti:

- [1] Caratteristiche dei cavi MT: *catalogo commerciale*
- [2] Risorsa eolica del sito e curva di potenza degli aerogeneratori: *2110- Appia San Marco_Info inviata a BoP*
- [3] Curva di potenza della turbina eolica: *D2075735-005 SGRE ON SG 6.2-170 Ct standard e curva di potenza Rev. 0 Modalità AM 0 - Densità dell'aria*
- [4] Caratteristiche dei trasformatori di turbine eoliche: *D2292916_006 SGRE ON SG 5.X Specifiche Trasformatore 50Hz ECO 30 Kv*
- [5] Caratteristiche del trasformatore di cabina: *Regolamento (UE) n. 548/2014 della Commissione del 21 luglio 2014, che sviluppa la Direttiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di trasformatori di piccola, media potenza e grandi*

I dati iniziali considerati per questo studio dovrebbero essere aggiornati una volta confermati i dati effettivi dei team coinvolti.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'INFRASTRUTTURA

Il PE APPIA SAN MARCOS 105,4 MW è costituito da 17 aerogeneratori (SG6.0-170 T115m) rispettivamente di 6,2 MW di potenza nominale.

Il sistema di collettori MT è costituito da 6 circuiti da 30 kV in un impianto interrato collegato al sistema di celle MT della cabina di Terna.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE INFRASTRUTTURE

DIMENSIONE DEL CAVO MT

I cavi selezionati per la rete MT che collegano tra loro le WTG e al commutatore di cabina hanno un livello di tensione di 18/30 kV, per resistere alla tensione nominale del sistema MT. I cavi MT saranno unipolari, con conduttore in alluminio, isolati in XLPE e schermati. Le caratteristiche elettriche di questa tipologia di cavi sono le seguenti:

VOLTALENE XLPE-RHZ1			18/30kV	
Alluminio	50 Hz		30,0 kV	
Temperatura massima del conduttore =			90°C	
Temperatura del suolo =			25°C	
Resistività termica del terreno =			1.5K·m/W	
Profondità di sepoltura =			1,00 m	
SEZIONE	IMAX IN TERRA (A)	IMAX IN TUBO (A)	RAC 90°C (Ω/km)	X (Ω/km)
150	260.0	245.0	0,277	0,122
400	445.0	415.0	0,105	0,106
500	505.5	480.0	0,084	0,102
630	575.0	545.0	0,063	0,098
800	636.0	580.0	0,051	0,104

Tabella 1. Caratteristiche elettriche dei Cavi MT.

Le condizioni di canalizzazione del sistema MT sono le seguenti:

Installazione direttamente interrata / Installazione di tubi e calcestruzzo.

- Temperatura del suolo = 25°C
- Resistività termica del suolo = 1,5 K m/W
- Profondità di installazione = 1 m
- Separazione libera tra triple = 200 mm

La sezione dei cavi MT viene scelta tenendo conto dei seguenti criteri:

- **ampiezza:** la sezione prescelta deve essere in grado di sopportare la massima corrente che può fluire attraverso ciascun cavo senza superare la temperatura di esercizio permanente dell'isolante. I fattori di correzione utilizzati corrispondono a quelli indicati nella IEC 60502-2.
- **Caduta/sbalzo di tensione:**Essendo presente un impianto di generazione, il valore da limitare è l'incremento di tensione dalle sbarre MT della cabina ai terminali MT dei trasformatori WTG. Il limite sarà una deviazione dell'8% della tensione nominale. Con questo valore il contributo del WTG alla regolazione della potenza reattiva dovrebbe essere corretto.
- **Coefficienti di parallelismo, profondità:**Le correnti massime indicate dal produttore del cavo sono modificate dai coefficienti di riduzione indicati nella norma IEC 60502-2.

Coefficients di correzione dell'intensità - Installazione interrata diretta							
$I' = (Kt Kr)_{\text{terreno}} (Ka Kp)_{\text{fosso}} I$				$(Kt Kr) \rightarrow$ tabella dei cavi $(Ka Kp) \rightarrow$ tabella dei circuiti			
TERRA				FOSSO			
Resistività termica		Temperatura		Triplo raggruppamento		Profondità sepolta	
Sezione (mm ²)	kr	Sezione (mm ²)	Kt	Circuiti	Ka	Sezione (mm ²)	kp 1,00 m
150	1.00000	150	1.00000	1	1.00000	150	1.00000
400	1.00000	400	1.00000	Due	0,83000	400	1.00000
500	1.00000	500	1.00000	3	0,73000	500	1.00000
630	1.00000	630	1.00000			630	1.00000
800	1.00000	800	1.00000			800	1.00000

Coefficients di correzione dell'intensità - Installazione di tubi e calcestruzzo							
$I' = (Kt Kr)_{\text{terreno}} (Ka Kp)_{\text{fosso}} I$				$(Kt Kr) \rightarrow$ tabella dei cavi $(Ka Kp) \rightarrow$ tabella dei circuiti			
TERRA				FOSSO			
Resistività termica		Temperatura		Triplo raggruppamento		Profondità sepolta	
Sezione (mm ²)	kr	Sezione (mm ²)	Kt	Circuiti	Ka	Sezione (mm ²)	kp 1,00 m
150	1.00000	150	1.00000	1	1.00000	150	1.00000
400	1.00000	400	1.00000	Due	0,88000	400	1.00000
500	1.00000	500	1.00000	3	0,80000	500	1.00000
630	1.00000	630	1.00000			630	1.00000
800	1.00000	800	1.00000			800	1.00000

Tabella 2. Correttori di cavi MT.

RETE MT

Una volta effettuati i calcoli secondo i criteri di calcolo precedenti e IEC 60502-2., questa è la rete MT ottenuta:

CALCOLO DELLA RETE 30 KV: CIRCUITO N° 1

Temperatura del suolo = 25 °C

Resistenza termica del terreno = 1,5 K·m/W

Separazione delle triple = 200 mm

Frequenza = 50 Hz

Di turbina	UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K·l	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte l	Pot perdita accum
		kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM02	ASM03	30	6200	6200	145.511	67.4	1.192	1.290	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	96.704	96.704	0,322	22.690	22.690
ASM03	CS	30	6200	12400	291.022	89.6	4.725	4.929	3	1.00	0,7300	1	Al	400	324.850	0,105	0,106	364.623	461.327	1.538	131.487	154.177

CALCOLO DELLA RETE 30 KV: CIRCUITO N° 2

Temperatura del suolo = 25 °C

Resistenza termica del terreno = 1,5 K·m/W

Separazione delle triple = 200 mm

Frequenza = 50 Hz

Di turbina	UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K·l	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte l	Pot perdita accum
		kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM04	ASM01	30	6200	6200	145.511	67.4	1.642	1.753	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	131.462	131.462	0,438	30.845	30.845
ASM01	ASM07	30	6200	12400	291.022	78.8	0.750	0.834	Due	1.00	0,8300	1	Al	400	369.350	0,105	0,106	61.723	193.185	0,644	22.258	53.103
ASM07	CS	30	6200	18600	436.533	94.2	0,268	0,338	3	1.00	0,7300	1	Al	800	463.550	0,051	0,104	25.846	219.031	0,730	9.811	62.915

CALCOLO DELLA RETE 30 KV: CIRCUITO N° 3

Temperatura del suolo = 25 °C

Resistenza termica del terreno = 1,5 K·m/W

Separazione delle triple = 200 mm

Frequenza = 50 Hz

Di turbina	UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K·l	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte l	Pot perdita accum
		kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM05	ASM06	30	6200	6200	145.511	67.4	1.956	2.076	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	155.715	155.715	0,519	36.536	36.536
ASM06	ASM08	30	6200	12400	291.022	78.8	2.245	2.374	Due	1.00	0,8300	1	Al	400	369.350	0,105	0,106	175.644	331.359	1,105	63.339	99.875
ASM08	CS	30	6200	18600	436.533	94.2	2.237	2.366	3	1.00	0,7300	1	Al	800	463.550	0,051	0,104	181.000	512.359	1,708	68.710	168.585

CALCOLO DELLA RETE 30 KV: CIRCUITO N° 4

Di turbina	UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K·l	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte l	Pot perdita accum
		kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM09	ASM10	30	6200	6200	145.511	67.4	3.520	3.687	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	276.518	276.518	0,922	64.880	64.880
ASM10	ASM11	30	6200	12400	291.022	78.8	3.715	3.888	Due	1.00	0,8300	1	Al	400	369.350	0,105	0,106	287.660	564.178	1,881	103.733	168.613
ASM11	CS	30	6200	18600	436.533	94.2	4.794	5.000	3	1.00	0,7300	1	Al	800	463.550	0,051	0,104	382.488	946.666	3,156	145.197	313.810

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 5

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà Inserisci errore vento	Correttore (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia I	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM13	ASM16	30	6200	6200	145.511	67.4	1.917	2.036	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	152.703	152.703	0,509	35.829	35.829	
ASM16	CS	30	12400	18600	436.533	94.2	6.946	7.216	3	1.00	0,7300	1	Al	800	463.550	0,051	0,104	552.062	704.764	2,349	209.569	245.398	
ASM14	ASM16	30	6200	6200	145.511	67.4	1.520	1.627	Due	1.00	0,8300	1	Al	150	215.800	0,277	0,123	122.039	122.039	0,407	28.634	28.634	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 6

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà Inserisci errore vento	Correttore (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia I	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM17	ASM15	30	6200	6200	145.511	76.7	5.005	5.217	3	1.00	0,7300	1	Al	150	189.800	0,277	0,123	391.219	391.219	1,304	91.793	91.793	
ASM15	CS	30	12400	18600	436.533	94.2	0.678	0.760	3	1.00	0,7300	1	Al	800	463.550	0,051	0,104	58.153	449.372	1,498	22.076	113.869	
ASM12	ASM15	30	6200	6200	145.511	76.7	1.950	2.070	3	1.00	0,7300	1	Al	150	189.800	0,277	0,123	155.252	155.252	0,518	36.427	36.427	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 7

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà Inserisci errore vento	Correttore (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia I	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
CS1	SET-1	30	49600	49600	1015.481	80.6	11.696	12.109	3	1.00	0,7300	3	Al	630	1259.250	0,021	0,033	657.775	657.775	2,193	786.649	786.649	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 8

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà Inserisci errore vento	Correttore (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia I	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
CS2	SET-2	30	55800	55800	1142.416	82.1	3.333	3.495	3	1.00	0,7300	3	Al	800	1390.650	0,017	0,035	191.861	191.861	0,640	231.704	231.704	

Tabella 3. Rete MT Installazione direttamente interrata.

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 1

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM02	ASM03		30	6200	6200	145.511	67.5	1.192	1.290	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	96.704	96.704	0,322	22.690	22.690
ASM03	CS		30	6200	12400	291.022	87.7	4.725	4.929	3	1.00	0,8000	1	Al	400	332.000	0,105	0,106	364.623	461.327	1.538	131.487	154.177

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 2

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM04	ASM01		30	6200	6200	145.511	67.5	1.642	1.753	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	131.462	131.462	0,438	30.845	30.845
ASM01	ASM07		30	6200	12400	291.022	79.7	0,750	0,834	Due	1.00	0,8800	1	Al	400	365.200	0,105	0,106	61.723	193.185	0,644	22.258	53.103
ASM07	CS		30	6200	18600	436.533	94.1	0,268	0,338	3	1.00	0,8000	1	Al	800	464.000	0,051	0,104	25.846	219.031	0,730	9.811	62.915

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 3

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM05	ASM06		30	6200	6200	145.511	67.5	1.956	2.076	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	155.715	155.715	0,519	36.536	36.536
ASM06	ASM08		30	6200	12400	291.022	79.7	2.245	2.374	Due	1.00	0,8800	1	Al	400	365.200	0,105	0,106	175.644	331.359	1.105	63.339	99.875
ASM08	CS		30	6200	18600	436.533	94.1	2.237	2.366	3	1.00	0,8000	1	Al	800	464.000	0,051	0,104	181.000	512.359	1.708	68.710	168.585

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 4

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	fuso in profondità papà Inserisci errore vento	Correttura (Ka·Kp)	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM09	ASM10		30	6200	6200	145.511	67.5	3.520	3.687	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	276.518	276.518	0,922	64.880	64.880
ASM10	ASM11		30	6200	12400	291.022	79.7	3.715	3.888	Due	1.00	0,8800	1	Al	400	365.200	0,105	0,106	287.660	564.178	1.881	103.733	168.613
ASM11	CS		30	6200	18600	436.533	94.1	4.794	5.000	3	1.00	0,8000	1	Al	800	464.000	0,051	0,104	382.488	946.666	3.156	145.197	313.810

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 5

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà <small>Inserisci errore vento</small>	Correttore <small>(Ka·Kp)</small>	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM13	ASM16	30	6200	6200	145.511	67.5	1.917	2.036	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	152.703	152.703	0,509	35.829	35.829	
ASM16	CS	30	12400	18600	436.533	94.1	6.946	7.216	3	1.00	0,8000	1	Al	800	464.000	0,051	0,104	552.062	704.764	2,349	209.569	245.398	
ASM14	ASM16	30	6200	6200	145.511	67.5	1.520	1.627	Due	1.00	0,8800	1	Al	150	215.600	0,277	0,123	122.039	122.039	0,407	28.634	28.634	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 6

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà <small>Inserisci errore vento</small>	Correttore <small>(Ka·Kp)</small>	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
ASM17	ASM15	30	6200	6200	145.511	74.2	5.005	5.217	3	1.00	0,8000	1	Al	150	196.000	0,277	0,123	391.219	391.219	1,304	91.793	91.793	
ASM15	CS	30	12400	18600	436.533	94.1	0,678	0,760	3	1.00	0,8000	1	Al	800	464.000	0,051	0,104	58.153	449.372	1,498	22.076	113.869	
ASM12	ASM15	30	6200	6200	145.511	74.2	1.950	2.070	3	1.00	0,8000	1	Al	150	196.000	0,277	0,123	155.252	155.252	0,518	36.427	36.427	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 7

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà <small>Inserisci errore vento</small>	Correttore <small>(Ka·Kp)</small>	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
CS1	SET-1	30	49600	49600	1015.481	77.6	11.696	12.109	3	1.00	0,8000	3	Al	630	1308.000	0,021	0,033	657.775	657.775	2,193	786.649	786.649	

CALCOLO DELLA RETE 30 kV: CIRCUITO N° 8

Di turbina		UN turbina	Sforzo	Potenza	Potenza a cumulo	int ens id a cumulo	Per cento int ens id	lungo misurare	lungo	N° sterne	profondità papà <small>Inserisci errore vento</small>	Correttore <small>(Ka·Kp)</small>	Numero Condotta	Materiale	Sezione	int massimo K-I	R è ist	Reagire	far cadere sforzo par ia l	far cadere sforzo accum	far cadere sforzo accum	Pot perdita parte I	Pot perdita accum
			kV	kW	kW	UN	%	km	km		m			Al	mm2	UN	Ω/km	Ω/km	v	v	%	kW	kW
CS2	SET-2	30	55800	55800	1142.416	82.1	3.333	3.495	3	1.00	0,8000	3	Al	800	1392.000	0,017	0,035	191.861	191.861	0,640	231.704	231.704	

Tabella 4. Installazione di tubazioni e calcestruzzo di rete MT.

TRASFORMATORI A TURBINA EOLICA

Siemens Gamesa 5.X Transformer Specification 50Hz ECO 30 kV D2292916/005		2020-10-21	
Transformer		Transformer Cooling	
Type	Liquid filled	Cooling type.....	KFWF
Max Current.....	7110 A	Liquid inside transformer	K-class liquid
Nominal voltage	30/0.69 kV	Cooling liquid at heat exchanger	Glystantin
Frequency	50 Hz		
Impedance voltage	9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA		
Tap changer	±2x2.5% (optional)		
Loss ($P_0 / P_{k75^\circ C}$).....	4.77/84.24 kW		
Vector group	Dyn11		
Standard.....	IEC 60076		
Cold Climate Package.....	ECO Design Directive (optional)		
Transformer Monitoring		Transformer Earthing	
Top oil temperature.....	PT100 sensor	Star point	The star point of the transformer is connected to earth
Oil level monitoring sensor...	Digital input		
Overpressure relay.....	Digital input		
All data are subject to tolerances in accordance with IEC.			

Tabella 5. Caratteristiche del trasformatore WTG.

TRASFORMATORI DI SOTTOSTAZIONE

I due trasformatori della cabina hanno le seguenti caratteristiche:

Potenza, S_n [MVA]	110
Tensioni, U_{at}/U_{mt} [kV]	150/30
Perdite dovute al carico, P_{cu} [kW]	168
Perdite a vuoto, P_{fe} [kW]	25
Perdite totali, $P_{fe} + P_{cu}$ [kW]	193

Tabella 6. Caratteristiche dei trasformatori del SET.

1.1. SERVIZI AUSILIARI DELLA SOTTOSTAZIONE

La SS.AA. della sottostazione dell'azienda agricola e dell'edificio di controllo dell'azienda agricola, sono trattate come perdite elettriche poiché consumano una piccola parte dell'energia generata dalle turbine eoliche.

Si ritiene che i sistemi di Protezione, Controllo e Misurazione, illuminazione e condizionamento/ riscaldamento consumino in media 15kW.

CALCOLO DELLE PERDITE ELETTRICHE

Le perdite di energia elettrica del parco eolico sono determinate dai seguenti elementi:

- Cavi MT.
- Trasformatori WTG.
- Trasformatori di sottostazione.
- Servizi ausiliari della cabina del parco.

Il calcolo delle perdite elettriche a pieno carico viene effettuato tenendo conto delle seguenti ipotesi:

- Tutti i WTG funzionano con lo stesso livello di carico allo stesso tempo.
- Opzione 1: tutte le turbine eoliche funzionano con il valore $\cos \varphi$ necessario per soddisfare il requisito reattivo massimo nel PCC ($\cos \varphi = 0,82$ tra turbine eoliche e centri di sezionamento e $\cos \varphi = 0,94$ tra centro di sezionamento e sottostazione).
- Opzione 2: i WTG possono funzionare con $\cos \varphi = 1$ nel punto di connessione.

CURVA DI POTENZA DELLE MACCHINE

In primo luogo, per conoscere il peso delle perdite elettriche sull'energia fornita, verrà analizzata la capacità di produzione del parco eolico.

La distribuzione del vento che ci si può aspettare nell'area del parco eolico non è la stessa in tutto il parco eolico. Tuttavia, per questi calcoli, è stata considerata la stessa distribuzione del vento (frequenze del vento) per tutti i WTG.

La curva di potenza e la distribuzione del vento delle macchine SG170 (T115m) da 6.200 MW sono le seguenti:

VELOCITÀ VENTO	FREQUENZA	FREQUENZA	POTENZA
[SM]	[h]	[%]	SG170 6.200 MW [kW]
0	83	0,95%	0
1	245	2,80%	0
Due	429	4,90%	0
3	635	7,26%	85
4	841	9,61%	312
5	1007	11,51%	727
6	1113	12,71%	1322
7	1104	12,61%	2146
8	929	10,61%	3227
9	718	8,21%	4467
10	548	6,26%	5475
undici	381	4,35%	5981
12	254	2,90%	6148
13	175	2,00%	6189
14	114	1,30%	6198
quindici	74	0,85%	6200
16	48	0,55%	6200
17	26	0,30%	6200
18	13	0,15%	6200
19	9	0,10%	6200
venti	4	0,05%	6200
ventuno	0	0,00%	5956
22	0	0,00%	5708
23	0	0,00%	5460
24	0	0,00%	5212
25	0	0,00%	4964

Tabella 7. Curva di distribuzione dell'energia e del vento.

La produzione è calcolata partendo dal presupposto che tutti i WTG lavorino contemporaneamente nelle stesse condizioni di vento, ovvero che la velocità del vento in tutti i WTG sia sempre la stessa.

Nei capitoli seguenti vengono presentati i risultati del calcolo delle perdite a regime di pieno carico ea regime variabile sotto le ipotesi citate.

RISULTATO PERDITA ELETTRICA A PIENO CARICO

APPIA SAN MARCO 105,4 MW			
PERDITA DI POTENZA A PIENO CARICO			
Numero di Turbine Eoliche: 17SG170			
Potenza Turbine Eoliche: Valore 6.200 MW			
Nominale MT: 30 kV			
CosPhi PCC: 0,82 fino a CS e 0,94 tra CS e SET			
Elemento	Potenza (kW)	Perdite (kW)	Percentuale (%)
Trasformatore per turbina eolica	105.400	1909.11	1,81%
circuito MT	105.400	2077.11	1,97%
Trasformatore di potenza	105.400	386.52	0,37%
Servizi ausiliari	105.400	15.00	0,01%
Totale	105.400	4387.74	4,16%

Tabella 8. Perdite a pieno carico. PE Appia San Marco

APPIA SAN MARCO 105,4 MW			
PERDITA DI POTENZA A PIENO CARICO			
Numero di Turbine Eoliche: 17SG170			
Potenza Turbine Eoliche: Valore 6.200 MW			
Nominale MT: 30 kV			
CosPhi PCC: 1			
Elemento	Potenza (kW)	Perdite (kW)	Percentuale (%)
Trasformatore per turbina eolica	105.400	1310.25	1,24%
circuito MT	105.400	1611.72	1,53%
Trasformatore di potenza	105.400	386.46	0,37%
Servizi ausiliari	105.400	15.00	0,01%
Totale	105.400	3323.43	3,15%

Tabella 9. Perdite a pieno carico. PE Appia San Marco. Cos(phi) = 1

RISULTATI DELLE PERDITE ELETTRICHE A CARICO VARIABILE

APPIA SAN MARCO 105,4 MW			
PERDITE DI POTENZA A CARICO VARIABILE			
Numero di Turbine Eoliche: 17SG170			
Potenza Turbine Eoliche: Valore 6.200 MW			
Nominale MT: 30 kV			
CosPhi PCC: 0,82 fino a CS e 0,94 tra CS e SET			
Elemento	energia/anno (kWh)	Perdite (kWh)	Percentuale (%)
Trasformatore per turbina eolica	353.740.473	4.947.511	1,40%
circuito MT	353.740.473	2.640.447	0,75%
Trasformatore di potenza	353.740.473	3.379.172	0,96%
Servizi ausiliari	353.740.473	131.269	0,04%
Totale	353.740.473	11.098.399	3,14%

Tabella 10. Perdite elettriche a carico variabile. PE Appia San Marco

APPIA SAN MARCO 105,4 MW			
PERDITE DI POTENZA A CARICO VARIABILE			
Numero di Turbine Eoliche: 17SG170			
Potenza Turbine Eoliche: Valore 6.200 MW			
Nominale MT: 30 kV			
CosPhi PCC: 1			
Elemento	energia/anno (kWh)	Perdite (kWh)	Percentuale (%)
Trasformatore per turbina eolica	353.740.473	3.559.184	1,01%
circuito MT	353.740.473	1.782.855	0,50%
Trasformatore di potenza	353.740.473	3.379.033	0,96%
Servizi ausiliari	353.740.473	131.269	0,04%
Totale	353.740.473	8.852.341	2,50%

Tabella 11. Perdite elettriche a carico variabile. PE Appia San Marco. Cos(phi) = 1

9. Conclusioni

La stima delle perdite in condizioni di massima produzione a pieno carico è pari a circa 4.387,74 kW che equivalgono approssimativamente al 4,1629 % della potenza massima producibile dalle WTG.

In considerazione di dette perdite, la potenza massima immessa in rete è di 101,0126 MW circa e quindi, di fatto, è minore della potenza in immissione autorizzata da Terna di 105,4 MW (vedi Soluzione tecnica di connessione allegata).

10. Connessione alla RTN – STAZIONE ELETTRICA TERNA 150/380 kV

10.1 Motivazione dell'opera

La Società Terna S.p.A., responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ha comunicato, con nota del 10/12/2021, ha rilasciato la soluzione tecnica minima generale (STMG) per l'allacciamento alla rete elettrica nazionale con codice identificativo n.202101590 per la potenza di immissione in rete di 105,4 MW.

La proposta di soluzione, accettata dal proponente, prevede la realizzazione di una nuova stazione elettrica a 380 kV che sarà collegata tramite brevi raccordi in entra-esce alla esistente linea a 380 kV "Brindisi Sud-Galatina". In detta stazione verrà realizzata una trasformazione 380/150 kV per consentire l'allacciamento alla rete del sopraddetto campo eolico e di ulteriori campi eolici previsti nella zona.

10.2 Rete attuale

Il sistema elettrico della Regione Puglia è caratterizzato da un basso livello di magliatura della rete di trasmissione a 380 kV e da un elevato transito di energia verso le aree di carico presenti in altre Regioni deficitarie di energia.

Inoltre, la configurazione del sistema elettrico in Puglia è formata da lunghe arterie di subtrasmissione a 150 kV e da uno livello medio di magliatura delle cabine primarie (CP) che alimentano i carichi sul territorio. Tale sistema è caratterizzato, quindi, da perdite lungo la rete AT e da scarsi livelli di qualità del servizio di fornitura dell'energia elettrica.

Previsione ed evoluzione del sistema elettrico locale

Il processo di pianificazione considera, sulla base dello stato attuale del sistema elettrico, l'evoluzione futura della domanda e della produzione di energia, al fine di elaborare gli scenari delle configurazioni della rete sul medio e sul lungo termine.

La previsione della domanda di energia elettrica è ottenuta attraverso analisi economiche, mentre l'evoluzione del parco di generazione viene valutato sulla base di autorizzazioni rilasciate, in corso o da istituire (richieste di allacciamento pervenute a TERNA) per la costruzione di nuove centrali.

10.3 Criticità di esercizio ed esigenze di sviluppo

Il compito di Terna è quello di pianificare i rinforzi della RTN al fine di favorire lo sviluppo della produzione da fonti rinnovabili, cercando di superare gli eventuali vincoli di rete e di esercizio che rischiano di condizionare gli operatori, i quali godono del diritto di priorità in dispacciamento. Considerati i procedimenti in corso per autorizzazioni secondo il D. Lgs. 387/03 alla costruzione di nuovi impianti eolici da collegare alla rete AAT nella Regione Puglia, il rischio associato a sovraccarichi sulla rete AAT è decisamente elevato e, nonostante i meccanismi che regolano il mercato elettrico siano tesi a risolvere le congestioni che si possono verificare nell'esercizio della RTN, è necessario provvedere alla eliminazione dei possibili "colli di bottiglia". La rimozione delle limitazioni di esercizio delle centrali di produzione del Sud assume un'importanza rilevante, in quanto consente il pieno sfruttamento delle iniziative di generazione che in questo nuovo scenario sono economicamente sostenibili.

Quanto sopra per concludere che l'acquisizione in rete nazionale dell'energia prodotta dalla centrale eolica di APPIA SAN MARCO da 105,4 MW non può che essere, come detto in premessa, sul sistema 380 kV. Tale è l'indicazione della soluzione tecnica minima generale di allacciamento elaborata da Terna.

10.4 Procedimento autorizzativo

Il comma 3 dell'articolo 12. del Dlgs 387/03 cita:

"La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, nonche' le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione"

Pertanto il progetto della stazione elettrica 380/150 kV e dei relativi raccordi a 380 kV (che risultano opere connesse ed infrastrutturali indispensabili per l'esercizio dell'impianto eolico) è stato inserito in autorizzazione unica insieme al progetto dell'impianto eolico.

Descrizione dell'intervento

L'intervento di sviluppo previsto consiste in una nuova stazione 380/150 kV inserita in agro del Comune di Cellino San Marco (BR) in modalità entra-esce sull'esistente elettrodotto 380 kV Galatina-Brindisi Sud. Tale stazione consentirà di smistare sul sistema elettrico a 380 kV l'energia

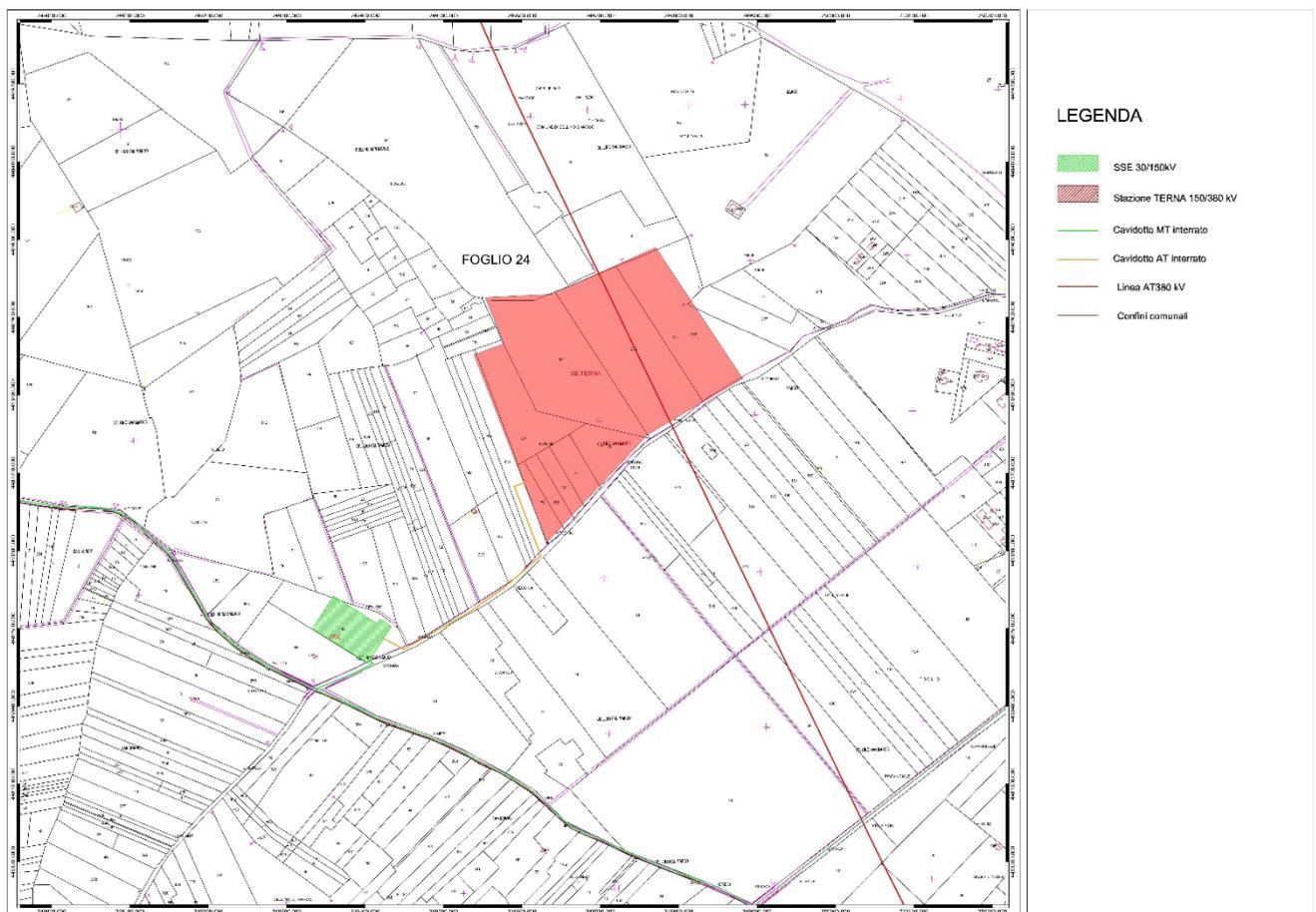
proveniente dall'impianto eolico di APPIA SAN MARCO e dagli altri impianti eolici, le cui iniziative sono in corso di autorizzazione o di progettazione.

Pertanto tale impianto costituirà un punto di ingresso o di prelievo baricentrico fra le stazioni di Galatina e Brindisi Sud.

A procedimento autorizzativo ultimato con esito positivo, l'autorizzazione relativa alla stazione 380/150 kV ed ai raccordi sarà volturata a Terna che, essendone la futura proprietaria, provvederà alla costruzione ed all'esercizio delle stesse.

11. UBICAZIONE ED ACCESSI

La stazione di Cellino San Marco sarà ubicata nel comune di Cellino San Marco (BR), in prossimità del confine con il comune di San Donaci (Br) in area pianeggiante ad uso agricolo di proprietà di terzi, in planimetria catastale individuata nel Foglio n. 24 del comune di Cellino San Marco (Br) p.lle 233-24-232-231-82-87-43-82-77-78-77-154-153-76-218.



In particolare, essa interesserà un'area a forma trapezoidale di circa 290 x 222 m, da acquisire, che verrà interamente recintata; esternamente alla recinzione, per tutto il suo perimetro, ci sarà una strada di servizio di circa 4,00 m di larghezza.

Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e puntellature in conglomerato cementizio armato direttamente accessibile dalla strada comunale esistente.

Saranno inoltre previste, lungo la recinzione perimetrale della stazione, gli ingressi indipendenti dell'edificio per i punti di consegna delle alimentazioni MT dei servizi ausiliari.

L'individuazione del sito ed il posizionamento della stazione nello stesso risultano dai seguenti disegni allegati al progetto.

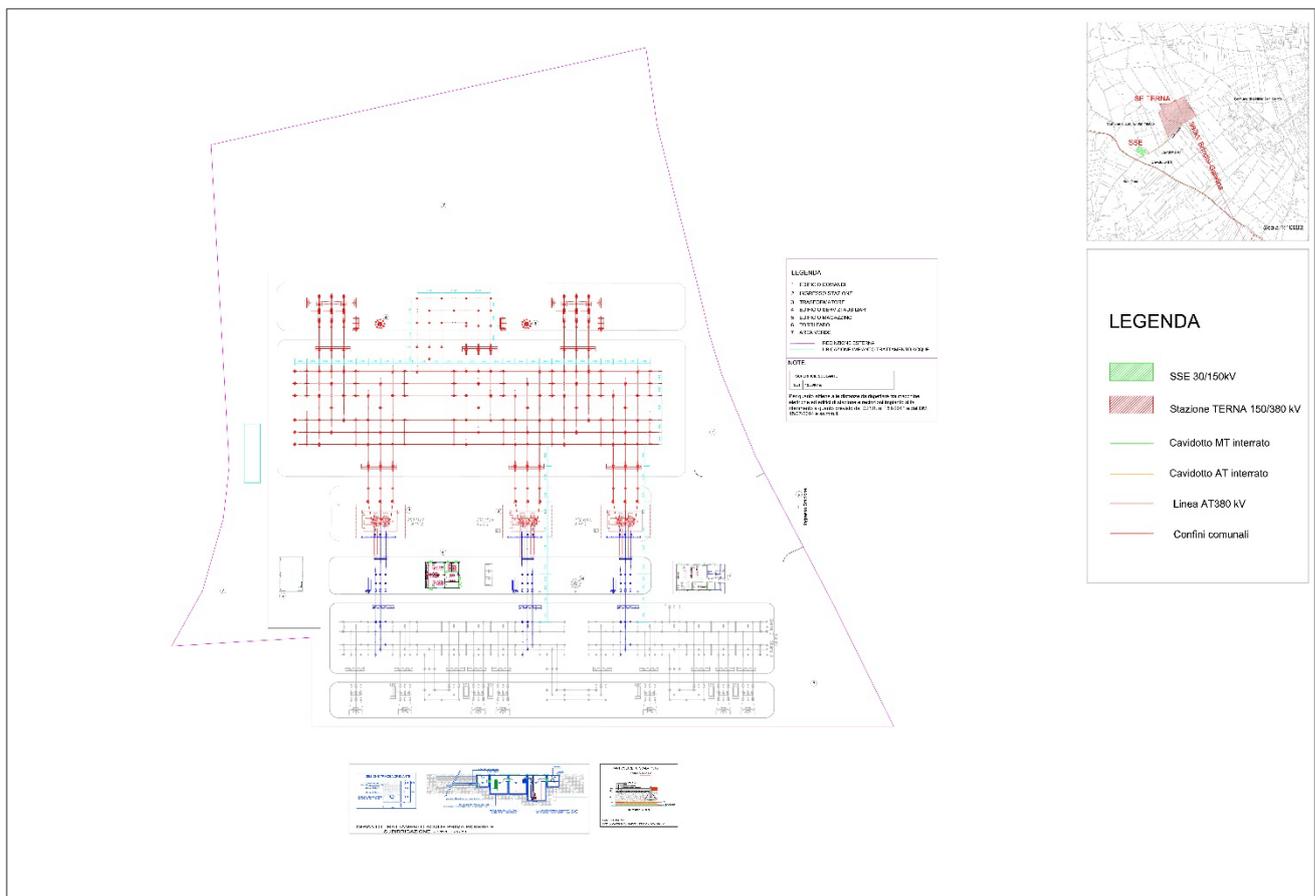
Tale ubicazione è stata individuata come la più idonea tenendo conto delle esigenze tecniche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza dei raccordi all'elettrodotto 380 kV "Brindisi Sud – Galatina" ed alla rete locate AT.

12. DESCRIZIONE E CARRATERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

12.1 Disposizione elettromeccanica

La nuova stazione di Cellino San Marco sarà composta da una sezione a 380 kV e da una sezione a 150 kV (dis. TAV-ST380-06- "Planimetria Generale").

La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:



n° 1 sistema a doppia sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità e TVC di sbarra su un lato;
n° 5 stalli linea;
n° 4 stalli primario trasformatore (ATR);
n° 2 stalli per parallelo sbarre;

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e, nella loro massima estensione, saranno costituite da:

n° 2 sistemi a doppia sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità e TVC di sbarra su ciascun lato ;
n° 7 stalli linea;
n° 4 stalli secondario trasformatore (ATR);
n° 3 stalli per parallelo sbarre;
n° 3 stalli per congiunture.

I macchinari previsti consistono in n° 3 ATR 400/150 kV con potenza di 250 MVA.

Ogni “montante linea” (o “stallo linea”) sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF₆, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure. Ogni “montante autotrasformatore” (o “stallo ATR”) sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF₆, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure.

I “montanti parallelo sbarre” saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF₆ e TA per protezione e misure.

Le linee afferenti si attesteranno su sostegni portale di altezza massima pari a 23 m mentre l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre di smistamento a 380 kV) sarà di 12 m.

12.2 Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) della nuova stazione elettrica saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche A.T. Terna, già applicati nella maggior parte delle stazioni della RTN di recente realizzazione.

Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale ed integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le principali utenze in corrente alternata sono: pompe ed aereotermi dei trasformatori, motori interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

12.3 Rete di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto.

Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 380 kV e 150 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 50 kA per 0,5 sec. Sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della Stazione.

L'impianto sarà inoltre progettato e costruito in accordo alle raccomandazioni riportate nei parr. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11-1.

12.4 Fabbricati

Nell'impianto è prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

- Edificio quadri

L'edificio quadri sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta 24,30 x 12,00 m ed altezza fuori terra di 4,20 m, sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione.

La superficie occupata sarà di circa 291 m² con un volume di circa 1224 m³.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

- Edificio servizi ausiliari

L'edificio servizi ausiliari sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 19,70 x 12,60 m ed altezza fuori terra di 4,20 m. La costruzione sarà dello stesso tipo dell'edificio Quadri ed ospiterà le batterie, i quadri M.T. e B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza. La superficie coperta sarà di circa 259 m² per un volume di circa 1090 m³.

Per la tipologia costruttiva vale quanto descritto per l'edificio quadri.

- Edificio Magazzino

L'edificio magazzino sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 15,00 x 10,00 m ed altezza fuori terra di 4,50 m. La costruzione sarà dello stesso tipo degli edifici Quadri e S.A.

Il magazzino risulta necessario affinché si possa tenere sempre a disposizione direttamente sull'impianto, apparecchiature di scorta e attrezzature, anche di dimensioni notevoli, in buone condizioni.

- Edificio per punti di consegna MT

L'edificio per i punti di consegna MT sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i Dispositivi Generali ed i quadri arrivo linea e dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni.

Si prevede di installare un manufatto prefabbricato delle dimensioni in pianta di 15,90 x 2,50 m con altezza 3,20 m.

Il prefabbricato sarà composto di sei locali. Uno nel centro sarà destinato ad ospitare i contatori di misura relativi alle due linee in ingresso, due laterali al locale misura saranno destinati ad ospitare i quadri della distribuzione per l'arrivo linee, altri due ancora esterni a questi ultimi saranno destinati ad ospitare i quadri DG di proprietà Terna e infine un ultimo locale all'estremità dell'edificio, sarà adibito ad ospitare le consegne dei sistemi di TLC.

I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica per quanto riguarda gli accessi ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

- *Chioschi per apparecchiature elettriche*

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di 2,40 x 4,80 m ed altezza da terra di 3,20 m. Ogni chiosco avrà una superficie coperta di 11,50 m² e volume di 36,80 m³. La struttura sarà di tipo prefabbricato con pennellature coibentate in lamiera zincata e preverniciata. La copertura a tetto piano sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Nell'impianto sono previsti n. 24 chioschi.

13. TERRE E ROCCE DA SCAVO – CODICE DELL'AMBIENTE

Con riferimento al Dlgs 152/2006 art.186 così come modificato dal successivo D.Lgs. n. 4/2008, le terre e rocce da scavo saranno gestite secondo i criteri di progetto di seguito esemplificati:

13.1 Scavi relativi alla realizzazione della Stazione elettrica di Cellino San Marco 380/150 kV

L'area interessata è attualmente a destinazione agricola e non rientra nell'elenco dei siti inquinati. Stante la natura prevalentemente pianeggiante del sito non sono previsti rilevanti movimenti terra se non quelli dovuti allo scotico superficiale, all'approfondimento fino al raggiungimento del piano di posa delle fondazioni, (sino a ca 90 cm) ed al modesto livellamento.

Successivamente alla realizzazione delle opere di fondazioni (edifici, portali, fondazioni macchinario,etc) sono previsti reinterri fino alla quota di – 30 cm dal p.c. e trasferimento a discarica autorizzata del materiale in eccesso.

Il quantitativo di terreno da movimentare è di circa mc 50.800 di cui circa mc 35.800 saranno riutilizzati come terreno di rinterro e circa mc 15.000 mc sarà destinato a discarica.

Sulle terre e rocce provenienti dai movimenti di terra sarà eseguita una caratterizzazione dei cumuli finalizzata alla classificazione di pericolosità del rifiuto (All. H parte IV Dlgs 152 / 2006) e alla determinazione della discarica per lo smaltimento intergenerale (DM 3 / 8 / 2005).

Il materiale proveniente dagli scavi sarà temporaneamente sistemato in aree di deposito individuate nel progetto esecutivo e predisposte a mezzo di manto impermeabile, in condizioni di massima stabilità in modo da evitare scoscendimenti (in presenza di pendii) o intasamento di canali o di fossati e non a ridosso delle essenze arboree. Le movimentazioni di scavi e reinterri indicati nel presente sono comprese nel prezzo a corpo per la realizzazione dell'opera.

14. Varie

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri, saranno raccolte in un apposito serbatoio a vuotamento periodico di adeguate caratteristiche.

Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 7,00 metri ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pennellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale sarà realizzata in pannelli costituiti da paletti in calcestruzzo prefabbricato e rete metallica zincata e plastificata di colore verde, con alla base una lastra prefabbricata in calcestruzzo.

Per l'illuminazione esterna della Stazione sono state previste n. 4 torri faro a corona mobile alte 35,00 m equipaggiate con proiettori orientabili.

15. Macchinario e Apparecchiature principali

15.1 Macchinario

Il macchinario principale è costituito da n° 3 autotrasformatori 400/150 kV le cui caratteristiche principali sono:

Potenza nominale	250 MVA
Tensione nominale	400/150 kV
Vcc%	13%
Commutatore sotto carico	variazione del $\pm 10\%$ Vn con +5 e -5 gradini
Raffreddamento	OFAF
Gruppo	YnaO
Potenza sonora	95 db (A)

15.2 Apparecchiature principali

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di

sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali
Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

Tensione massima sezione 380 kV	420	kV
Tensione massima sezione 150 kV	170	kV
Frequenza nominale	50	Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

Sbarre 380 kV	4000	A
Stalli linea 380 kV	3150	A
Stallo di parallelo sbarre 380 kV	3150	A
Stallo ATR 380 kV	2000	A
Sbarre 150 kV	2000	A
Stalli linea 150 kV	1250	A
Stallo di parallelo sbarre 150 kV	2000	A
Stallo ATR 150 kV	2000	A
Potere di interruzione interruttori 380 kV	50	kA
Potere di interruzione interruttori 150 kV	31.5	kA
Corrente di breve durata 380 kV	50	kA
Corrente di breve durata 150 kV	31.5	kA
Condizioni ambientali limite	-25/+40	°C
Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:		
Elementi 380 kV	40	g/l
Elementi 150 kV	56	g/l

16. AUTOMAZIONE DELLA STAZIONE

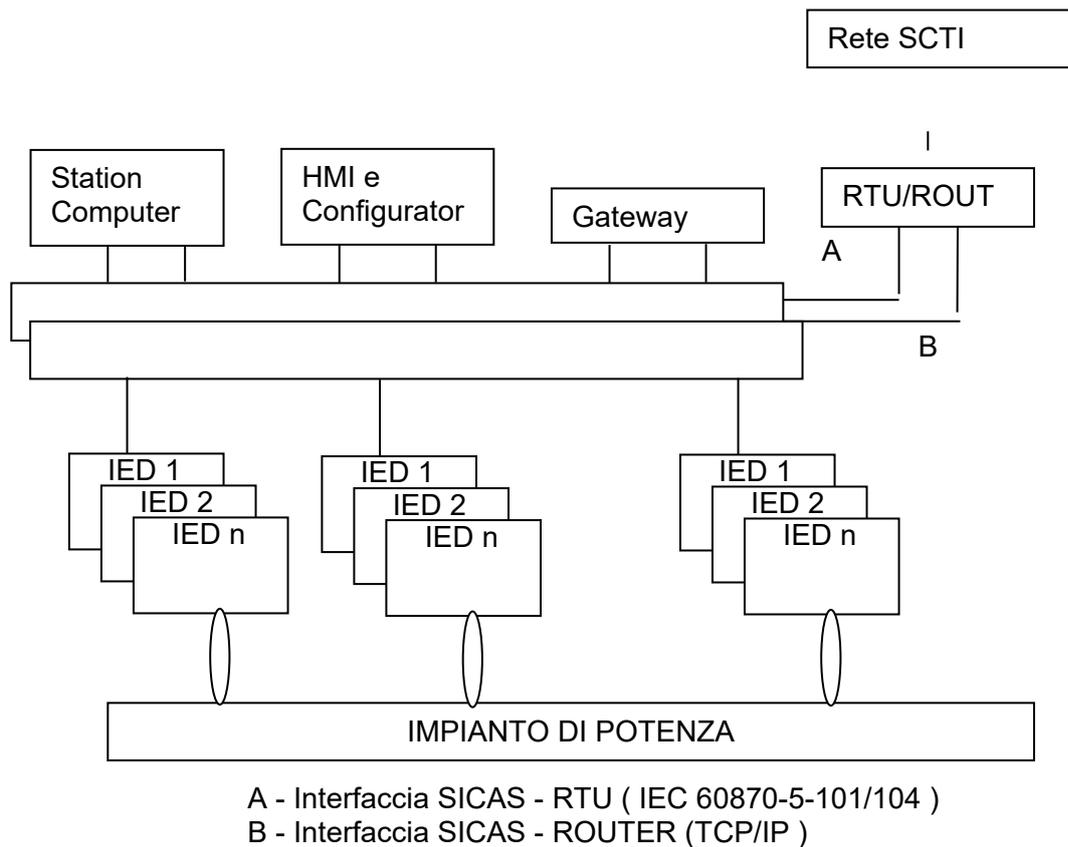
16.1 Sistema di Automazione della stazione di Cellino San Marco

Il Sistema di Automazione, che integra le funzioni di Protezione, Controllo, Automazione, Supervisione e Monitoraggio di Stazione, sarà realizzato in tecnologia digitale, con apparati, struttura e funzionalità analoghe a sistemi di tale tipo realizzati in stazioni elettriche Terna.

Esso sarà tale da assicurare la rispondenza al documento GRTN DRRPX02003 "Criteri di automazione delle stazioni a tensione uguale o superiore a 120 kV".

16.2 Architettura di sistema

L'architettura del sistema è sinteticamente indicata nello schema a blocchi sotto riportato.



Il Sistema di Automazione sarà organizzato e dimensionato, in termini di moduli elementari, secondo la tipologia delle Unità Funzionali presenti in stazione; ad esse corrisponderanno fisicamente armadi periferici porta apparecchiature, alloggiati nei chioschi prefabbricati, situati nelle vicinanze delle corrispondenti apparecchiature AT. Tali armadi conterranno le tipologie di IED (Intelligent Electronic Device) di comando e controllo e IED di protezione.

L'alloggiamento degli armadi periferici di modulo nei chioschi è da intendersi non vincolante, nel senso che gli stessi possono (ad esempio in caso di assenza degli spazi necessari per i chioschi) essere alloggiati nell'edificio comandi.

I dispositivi fisici e logici verranno interconnessi mediante un'infrastruttura di comunicazione che utilizza protocolli e interfacce standard.

Gli apparati periferici di stallo saranno connessi, tra loro ed agli apparati centralizzati del sistema, tramite cavi in fibra ottica che, oltre ad assicurare la comunicazione all'interno della stazione, consentiranno il totale isolamento galvanico dei singoli moduli tra loro e verso gli apparati centralizzati.

Ciascun modulo del sistema sarà fisicamente e strutturalmente indipendente dagli altri, consentendo la messa fuori servizio totale in sicurezza del singolo stallo per interventi di manutenzione/riparazione delle apparecchiature ed equipaggiamenti AT.

Gli apparati centralizzati del sistema saranno alloggiati nell'edificio comandi. Gli apparati principali saranno i seguenti:

Station computer/controller (SC)

Gateway (funzione eventualmente incorporata nello SC)

Consolle operatore di stazione HMI (con monitor grafico, tastiera e stampanti)

Il Sistema di Automazione di stazione sarà interfacciato al Sistema di Controllo e Teleconduzione Integrato (SCTI), ai fini della teleconduzione della stazione e del telecontrollo della rete elettrica, mediante apparato RTU anch'esso situato nell'edificio comandi.

In caso di ampliamenti della stazione, sarà possibile l'aggiunta degli ulteriori moduli del sistema necessari con limitati interventi di riconfigurazione dello stesso.

16.3 Funzioni di controllo e supervisione

Gli apparati IED di controllo eseguiranno, direttamente, le funzioni di comando e provvederanno alla funzione di supervisione acquisendo le grandezze dal campo. Le funzioni di comando, interblocco, supervisione ed automazione, saranno eseguite conformemente ai sistemi attualmente in esercizio sugli impianti TERNA.

16.4 Funzioni di protezione

Gli apparati IED di protezione distanziometrica saranno rispondenti a quanto prescritto nel documento GRTN DRRP02002 "Specificazione funzionale per apparati di protezione rete di tipo digitale". Essi saranno di tipo validato da Terna per l'impiego nelle proprie stazioni.

Le funzioni di protezione saranno assicurate in modo indipendente dalle rimanenti funzionalità del sistema, nel senso che gli apparati di protezione e relativi circuiti saranno tali da essere completamente attivi e funzionanti anche in caso di avaria degli IED di comando e controllo, degli apparati centralizzati e/ o della comunicazione.

16.5 Funzioni di Monitoraggio

Le funzioni di registrazione cronologica di eventi saranno integrate nel sistema: l'acquisizione dei dati, eventi ed oscillogrammi sarà effettuata dagli IED periferici, mentre l'archiviazione degli stessi avverrà negli apparati centralizzati.

I dati di monitoraggio, oltre che visualizzabili e stampabili localmente, saranno accessibili da remoto.

16.6 Consolle di stazione

Dalla consolle operatore (HMI) sarà possibile la conduzione locale centralizzata della stazione, con visualizzazione e stampa delle informazioni sintetiche e di dettaglio dell'impianto; dalla stessa sarà inoltre possibile la visualizzazione e la stampa dei dati di monitoraggio e la diagnostica del sistema. La postazione HMI sarà utilizzata anche per la configurazione/ parametrizzazione del sistema e dei suoi componenti.

17. STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

La durata di realizzazione della stazione è stimata in 16 mesi.

In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e della importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio.

18. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE – SISMICITA'

18.1 Inquadramento geologico

Per quanto concerne l'inquadramento geologico dell'area interessata dalla nuova Stazione Elettrica si rimanda all'apposita relazione.

18.2 Caratteristiche sismiche

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico. In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di indagine, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004.

Zona sismica 4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante, $a_g < 0,05g$, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

18.3 AREE IMPEGNATE

L'elaborato "Planimetria catastale" riporta l'estensione dell'area impegnata dalla stazione.

I terreni ricadenti all'interno di detta area, risulteranno soggetti al vincolo preordinato all'esproprio. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particelle sono riportati nell' "Elenco proprietà catastali" come desunti dal catasto.

18.4 CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'architettura della stazione di Cellino San Marco, rispondente ai requisiti del GSE, è simile ai più recenti standard di stazioni AT sia per quanto riguarda le apparecchiature sia per quanto concerne le geometrie dell'impianto.

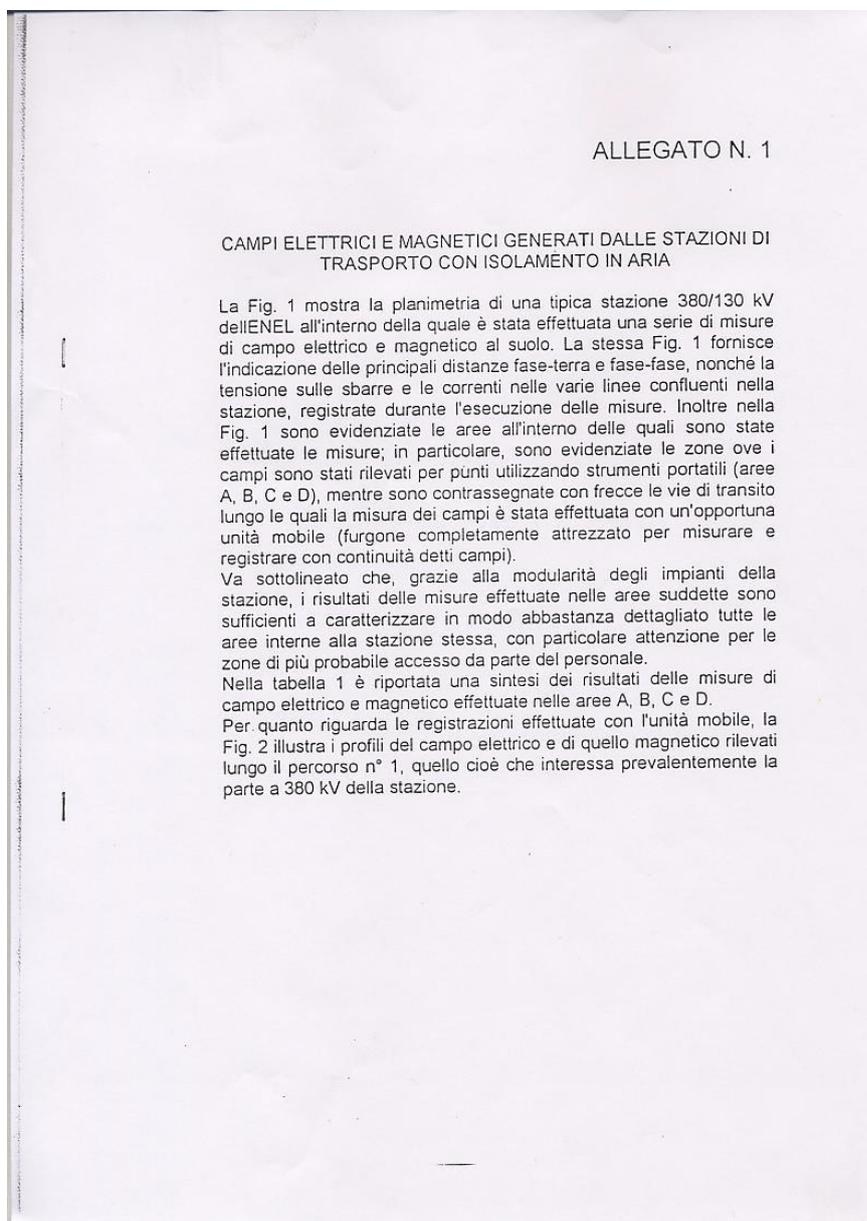
Per tali impianti sono stati effettuati rilievi sperimentali per la misura dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio (rif. Allegato 1), con particolare riguardo ai punti ove è possibile il transito di personale (viabilità interna).

I rilievi della sezione 380 kV, data l'unificazione dei componenti e della disposizione geometrica, sono estendibili alla nuova stazione di Cellino San Marco. Per quanto concerne il campo elettrico al suolo, i valori massimi si presentano in corrispondenza delle uscite linea a 380 kV con punte di

circa 12,5 kV/m, che si riducono a meno di 0,5k V/m già a circa 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

Per quanto concerne il campo magnetico al suolo questo risulta massimo sempre in corrispondenza delle medesime linee, con valori variabili in funzione delle condizioni di esercizio; nel caso in esame, ipotizzando correnti di linea di 1500 A (valore corrispondente alla corrente nominale delle linee 380kV), si hanno valori del campo magnetico al suolo di circa 18 μ T, che si riducono a meno di 8 μ T già a 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

Il campo elettromagnetico alla recinzione è pertanto sostanzialmente riconducibile ai valori generati dalle linee entranti.



ALLEGATO 1

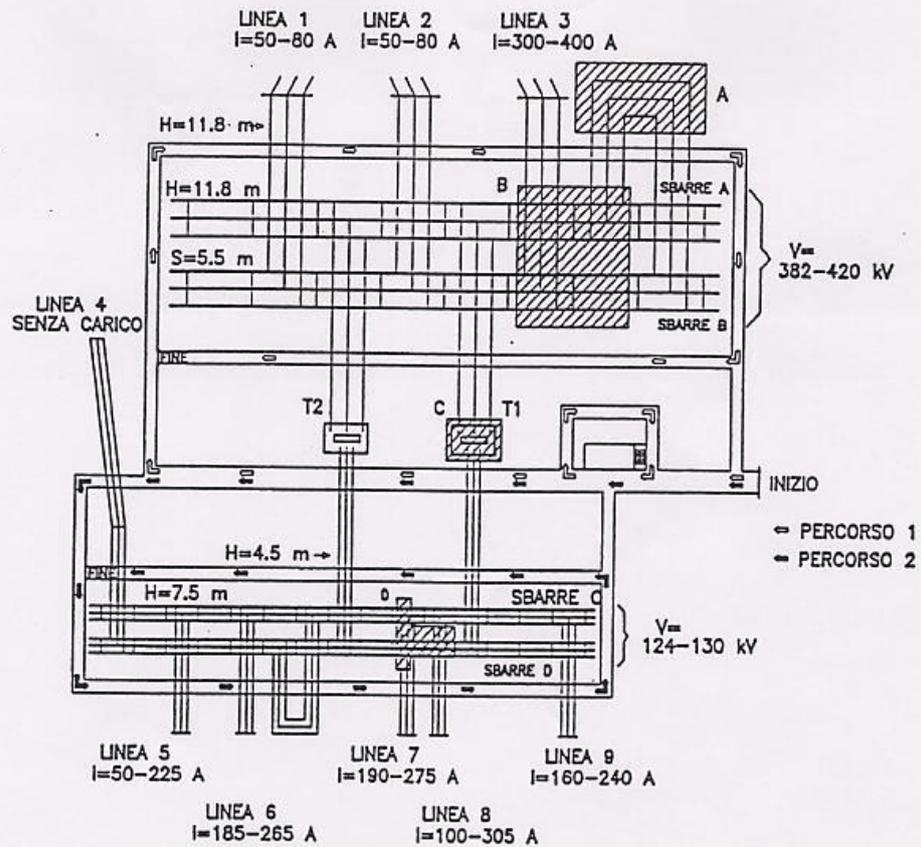


Fig.1 - Pianta di una tipica stazione 380/130 kV con l'indicazione delle principali distanze fase-fase (S) e fase-terra (H), e delle variazioni delle tensioni e delle correnti durante le misurazioni di campo elettrico e magnetico

19. RUMORE

Nella stazione elettrica saranno presenti esclusivamente macchinari statici, che costituiscono una modesta sorgente di rumore, ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra.

Il rumore sarà quindi prodotto in pratica dalle unità di trasformazione principali e dai relativi impianti ausiliari (raffreddamento).

Le macchine che verranno installate nella nuova stazione elettrica saranno degli autotrasformatori 400/150 kV a bassa emissione acustica.

Il livello di emissione di rumore sarà in ogni caso in accordo ai limiti fissati dalla legge quadro sull'inquinamento acustico in corrispondenza dei recettori sensibili.

L'impianto sarà inoltre progettato e costruito secondo le raccomandazioni riportate dalle Norme CEI di riferimento.

20. SOSTEGNI

20.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO

Le caratteristiche elettriche del raccordo sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona A e in zona B.