



REGIONE  
PUGLIA

AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL d.lgs. 29/12/2003 N. 387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 54 MW COSTITUITO DA 9 AEROGENERATORI DI POTENZA PARI A 6 MW CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA - IMPIANTO DENOMINATO "SAN PANCRAZIO WIND" UBICATO NEI COMUNI DI SAN PANCRAZIO SALENTINO - MESAGNE - TORRE SANTA SUSANNA.

ELABORATO: Relazione di elettrodotto

PROGETTAZIONE



Ing. Emanuele Verdoscia  
Iscritto all'ordine ingegneri  
provincia Lecce al n.2825  
Classe industriale



### REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	SET 2021	Relazione di elettrodotto	Ing. Emanuele Verdoscia		

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO .....	3
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	4
4. DISTANZE DI SICUREZZA RISPETTO ALL'ATTIVITÀ SOGGETTA AL CONTROLLO PREVENZIONE INCENDI.	10
5. CRONOPROGRAMMA.....	10
6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE .....	10
6.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodo.....	10
6.2 Composizione dell'elettrodotto .....	11
6.3 Modalità di posa e di attraversamento .....	11
6.3.1 Configurazioni di posa e collegamento degli schermi metallici .....	12
6.4 Modalità Tipiche per l'esecuzione di attraversamenti .....	14
6.4.1 Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o Teleguidata o Directional Drilling .....	14
6.5 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia.....	15
6.6 Giunti .....	16
6.7 Opere ed installazioni accessorie .....	19
6.8 Rete di terra.....	19
7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV (SET) .....	19
7.1 Sistema a 150 kV.....	19
7.1.1 Caratteristiche apparati.....	20
7.1.2 Interruttori Automatici .....	20
7.1.3 Sezionatori rotativi orizzontali .....	21
7.1.4 Trasformatori di corrente TA.....	22
7.1.5 Trasformatori di tensione capacitivi TVC.....	22
7.1.6 Trasformatori di tensione induttivi TVI .....	23
7.1.7 Scaricatori di sovratensione .....	23
7.1.8 Trasformatore di potenza.....	24
7.2 Sezione 30 kV.....	24
7.2.1 Tensioni di esercizio (distanze minime).....	25
7.2.2 Carpenterie metalliche .....	26
7.2.3 Celle a media tensione (30 kV) .....	28

7.2.4 Tipo di celle.....	28
7.2.5 Caratteristiche dell'apparecchiatura.....	29
7.2.6 Trasformatori di corrente.....	29
7.2.7 Trasformatori di tensione delle sbarre.....	29
7.2.8 Sezionatori tripolari.....	30
7.2.9 Reattanza di messa a terra.....	30
7.2.9 Caratteristiche.....	30
7.2.10 Servizi ausiliari.....	31
7.3 Misura energia.....	32
7.3.1 Misure di energia (fatturazione).....	32
7.3.2 Ulteriori apparati di misura.....	33
7.4 Telecontrollo e telecomunicazioni.....	33
7.5 Edificio di Controllo SET.....	33
7.6 Messa a terra.....	34
8. STAZIONE DI CONDIVISIONE (SC) - In corso di autorizzazione da altro produttore.....	35
9. STALLO DI CONSEGNA TERNA (IR - IMPIANTO DI RETE).....	36
10. RACCORDO DI CONNESSIONE IN CAVO A 150 kV.....	36
11. TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	37
11.1 Realizzazione del cavidotto.....	37
12. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	38
13. RUMORE.....	38
13.1 Elettrodotto cavo.....	38
14. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	38
14.1 Richiami Normativi.....	38
14.2 Fasce di rispetto.....	39
14.3 Calcolo dei Campi elettrici e magnetici.....	41
15. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	41
15.1 Leggi.....	41
16. NORME TECNICHE.....	42
16.1 Norme CEI.....	42
17. SICUREZZA CANTIERI.....	43

## 1. PREMESSA

Con la realizzazione dell'impianto denominato "12647" si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Vento. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

## 2. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo, come da Ortofoto allegata (CONNESSIONE), è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti.

Cercando in particolare di:

- Utilizzare per quanto possibile corridoi già impegnati dalla viabilità stradale principale esistente, con posa dei cavi ai margini della stessa;
- Contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- Minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- Recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- Evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree sia a destinazione urbanistica sia quelle di particolare interesse paesaggistico ed ambientale, sviluppandosi in preferenza su strade pubbliche;
- Assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- Permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto.

Le Regioni, le Province e i Comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

COLLEGAMENTO IN CAVO			
Regione	Provincia	Comune	Percorrenza – Realizzazione
Puglia	Brindisi	San Pancrazio	4,35 km
COLLEGAMENTO IN CAVO			
Regione	Provincia	Comune	Percorrenza – Realizzazione
Puglia	Brindisi	Erchie	5,25 km

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Si riportano di seguito le descrizioni del tracciato dell'elettrodotto 30 KV.

Per la realizzazione del tracciato del tratto in cavo si è tenuto in considerazione:

- 1 La viabilità esistente sul territorio;
- 2 L'interferenza con la posa in opera di altri cavi interrati esistenti;
- 3 Le costruzioni adibite a presenza prolungata di personale nell'ambito della fascia di rispetto.

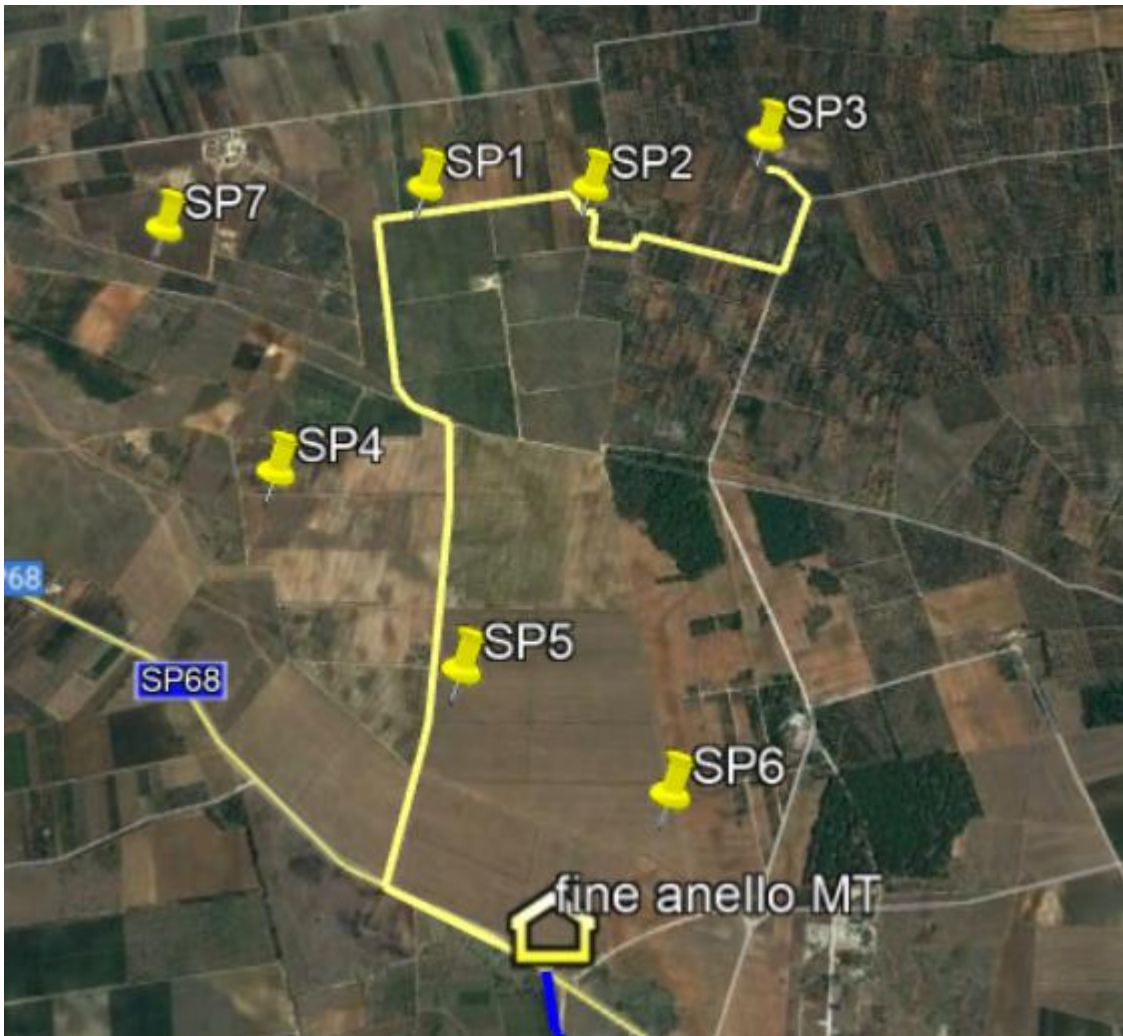
L'intervento oggetto del presente progetto ha una lunghezza di 21,78 km circa della parte in cavo. L'elettrodotto in cavo in progetto verrà installato tra i paesi di San Pancrazio Salentino, Erchie e Torre Santa Susanna; dall'Ortofoto allegata (CONNESSIONE) si nota come il percorso dell'elettrodotto in cavo parta da SP68 per giungere sulla strada statale 7 ter passano per la SP66.



Cluster 1



Cluster 2



Cluster3



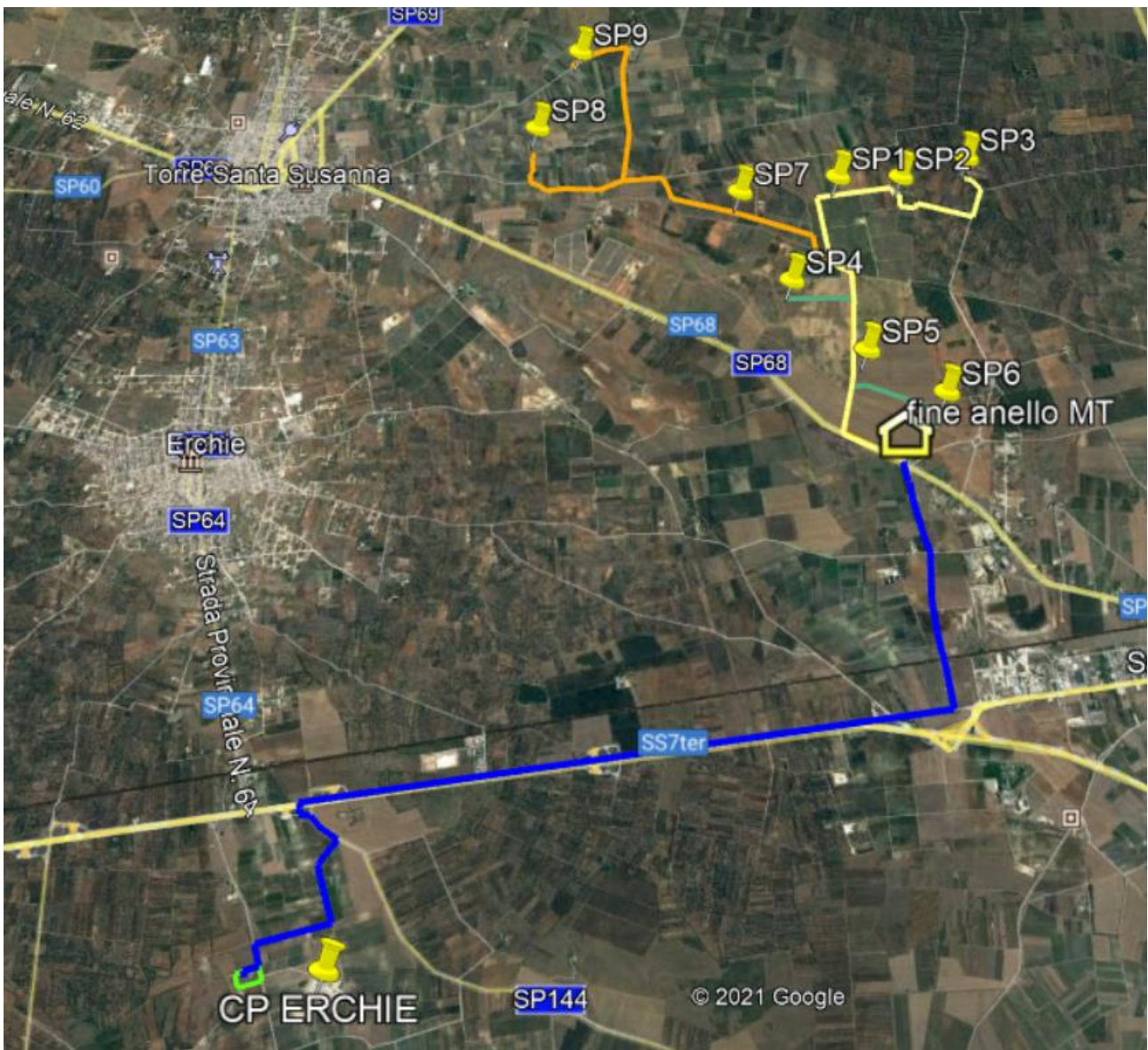


Foto 1: punto d'inizio dell'elettrodotto – SP 68



Foto 2: intersezione con SP 66



Foto 3: strada statale 7 ter



Foto 4: punto di attacco alla SSE



Le principali caratteristiche elettriche per ciascuna terna sono le seguenti:

- Tensione nominale 30 kV in corrente alternata;
- Frequenza nominale 50 Hz;
- Corrente nominale 400 A;
- Sezione nominale del conduttore 630 mm<sup>2</sup>;
- Diametro esterno massimo 42 mm per cavo.

Denominazione cavidotto	N. di terne	Portata in servizio nominale	Sezione conduttore	Diametro conduttore	Spessore isolante	Diametro cavo	Portata al limite termico del cavo <sup>(1)</sup>
	N.	[A]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[A]
S1	1	121,5	3x1x400	23,8	7,0	46	433
S2	2	364,6	3x1x630	30,5	7,5	54	562
		364,6	3x1x630	30,5	7,5	54	562
S3	3	243,1	3x1x630	30,5	7,5	54	562
		364,6	3x1x630	30,5	7,5	54	562
		121,5	3x1x400	23,8	7,0	46	433

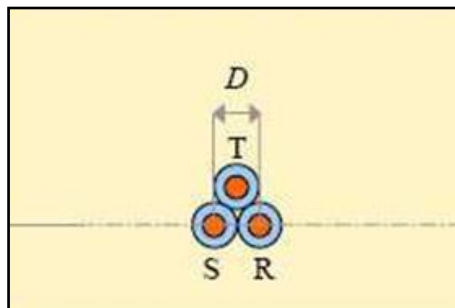
## 6.2 Composizione dell'elettrodotto

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti
- Terminali per esterno
- Cassette di sezionamento
- Termosonde
- Sistema di telecomunicazioni.

## 6.3 Modalità di posa e di attraversamento

La tipologia di posa standard definita da TERNA, prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a "Trifoglio"



secondo le seguenti modalità di posa, cavi saranno posati ad una profondità standard di -1,0 m (quota piano di posa), su di un letto di sabbia dallo spessore di cm. 10 ca.

I cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di cm.40, sopra il quale la quale sarà posata una lastra di protezione in C.A.

Ulteriori lastre saranno collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare.

La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.).

I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitore da posizionare a circa metà altezza della trincea.

Ulteriori soluzioni, prevedono la posa in tubazione PVC della serie pesante, PE o di ferro.

Tale soluzione potrà rendersi necessaria in corrispondenza degli attraversamenti di strade e sottoservizi in genere, quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., non realizzabili secondo la tipologia standard sopra descritta. Nel caso dell'impossibilità d' eseguire lo scavo a cielo aperto o per impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovia o di altro servizio di cui non è consentita l'interruzione, le tubazioni potranno essere installate con il sistema della perforazione teleguidata, che non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti, poiché saranno attraversate in sottopasso, come da indicazioni riportate nel tipico di posa (Vedi Paragrafo 9.4).

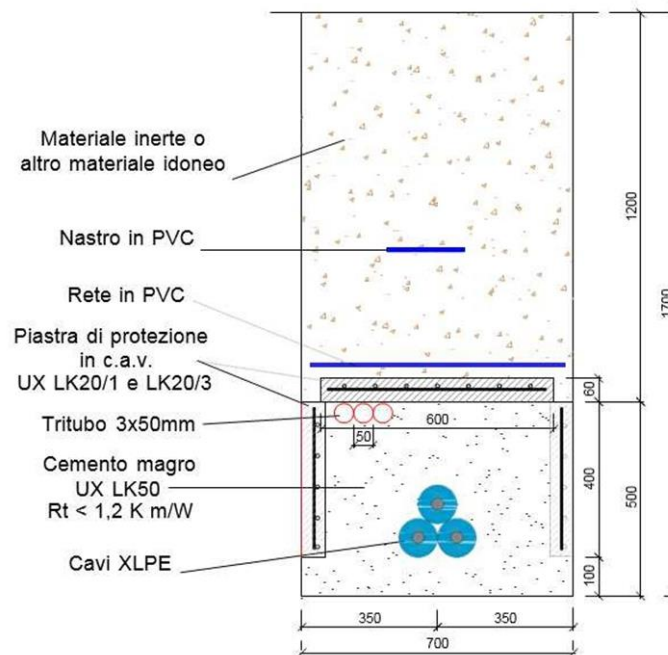
Qualora non sia possibile realizzare la perforazione teleguidata, le tubazioni potranno essere posate con sistema a "trivellazione orizzontale" o "spingitubo".

### 6.3.1 Configurazioni di posa e collegamento degli schermi metallici

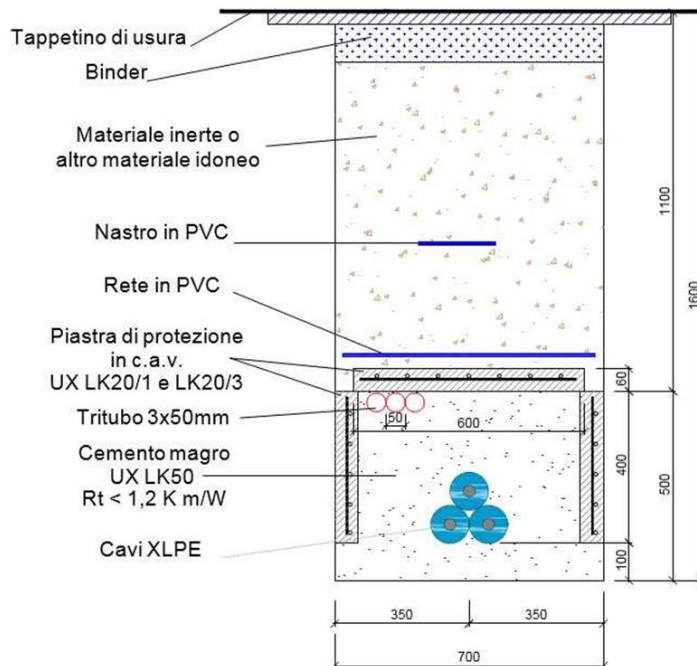
Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto a 30 kV sono tipicamente a "Trifoglio" o in "Piano".

Per gli elettrodotti in cavo in esame è prevista la posa a “trifoglio” il cui schema tipico è rappresentato nei seguenti paragrafi.

### 6.3.1.1 Esempio di posa a trifoglio in terreno agricolo



### 6.3.1.2 Esempio di posa a trifoglio su sede stradale



## 6.4 Modalità Tipiche per l'esecuzione di attraversamenti

Nel caso non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (Strade, Fiumi, ecc.), potranno essere utilizzati i seguenti sistemi di attraversamento riportati nei seguenti paragrafi.

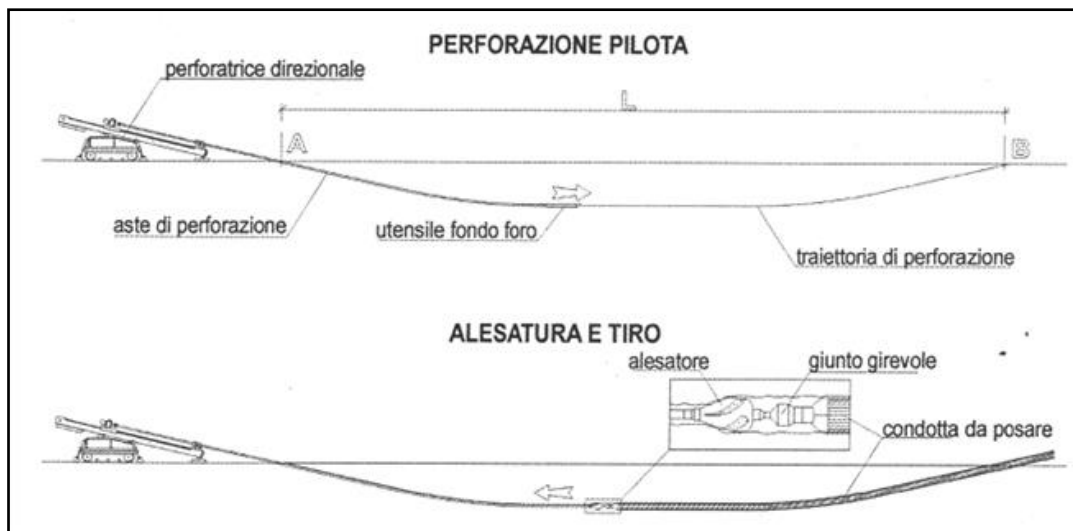
### 6.4.1 Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o Teleguidata o Directional Drilling

Tale tecnica prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma richiede solo di effettuare eventualmente delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, di demolire prima e di ripristinare poi le eventuali sovrastrutture esistenti.

Le fasi principali del processo della TOC sono le seguenti:

- delimitazione delle aree di cantiere;
- realizzazione del foro pilota;
- alesatura del foro pilota e contemporanea posa dell'infrastruttura (tubazione).

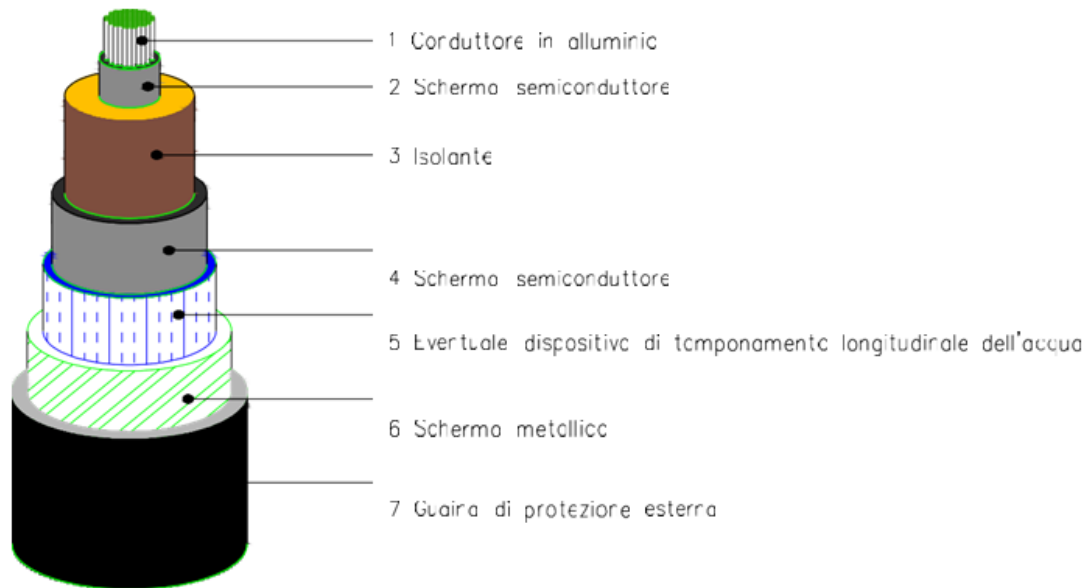
Da una postazione di partenza in cui viene posizionata l'unità di perforazione, attraverso un piccolo scavo di invito viene trivellato un foro pilota di piccolo diametro, lungo il profilo di progetto che prevede il passaggio lungo il tratto indicato raggiungendo la superficie al lato opposto dell'unità di perforazione. Il controllo della posizione della testa di perforazione, giunta alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente superiore al diametro della tubazione che deve essere trascinata all'interno del foro definitivo. Tale operazione viene effettuata servendosi della rotazione delle aste sull'alesatore, e della forza di tiro della macchina per trascinare all'interno del foro un tubo generalmente in PE di idoneo spessore. Le operazioni di trivellazione e di tiro sono agevolate dall'uso di fanghi o miscele acqua-polimeri totalmente biodegradabili, utilizzati attraverso pompe e contenitori appositi che ne impediscono la dispersione nell'ambiente. Con tale sistema è possibile installare condutture al di sotto di grandi vie, di corsi d'acqua, canali marittimi, vie di comunicazione quali autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.



## 6.5 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato:





1	CONDUTTORE IN RAME O ALLUMINIO	5	BARRIERA CONTRO LA PENETRAZIONE DI ACQUA
2	SCHERMO SUL CONDUTTORE	6	GUAINA METALLICA
3	ISOLANTE	7	GUAINA ESTERNA
4	SCHERMO SEMICONDUCTORE		

L'elettrodotto sarà costituito da una terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio di sezione pari a circa 630 mm<sup>2</sup>; esso sarà un conduttore di tipo milliken a corda rigida (per le sezioni maggiori), compatta e tamponata di alluminio, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, da nastri semiconduttivi igroespandenti. Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale, a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterna meccanica.

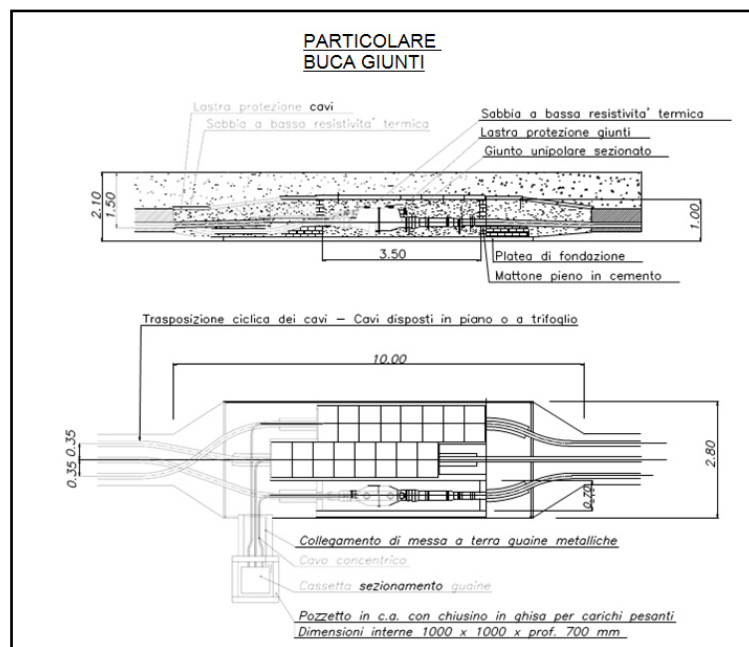
## 6.6 Giunti

I giunti necessari per il collegamento del cavo saranno posizionati lungo i percorsi dei cavi, a metri 400- 550 circa l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di apposite buche, di cui sintetizziamo gli aspetti caratteristici:

- I giunti, saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -2,00 ca. (quota fondo buca) e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di

protezione meccanica;

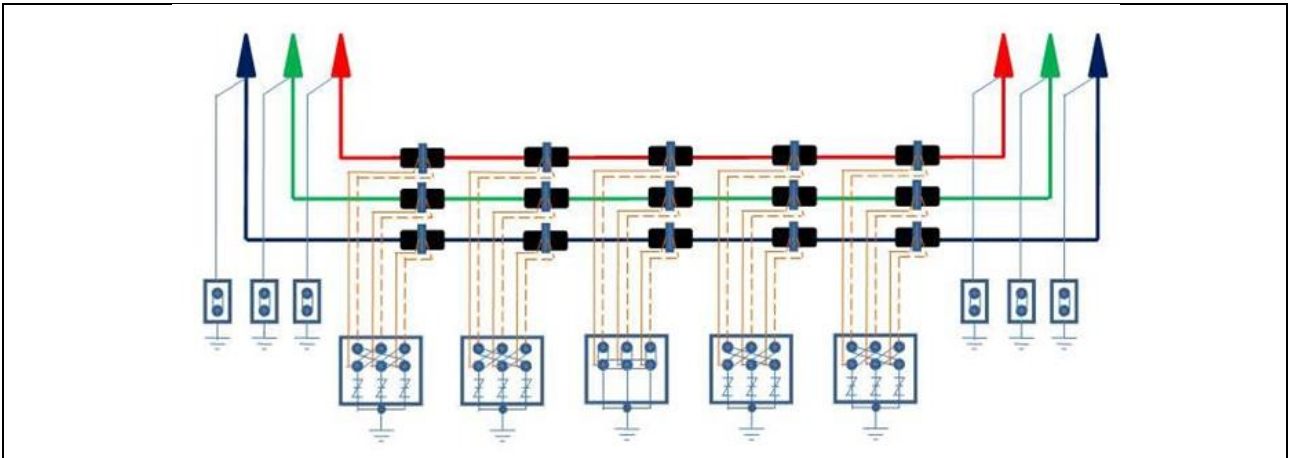
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame.
- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.



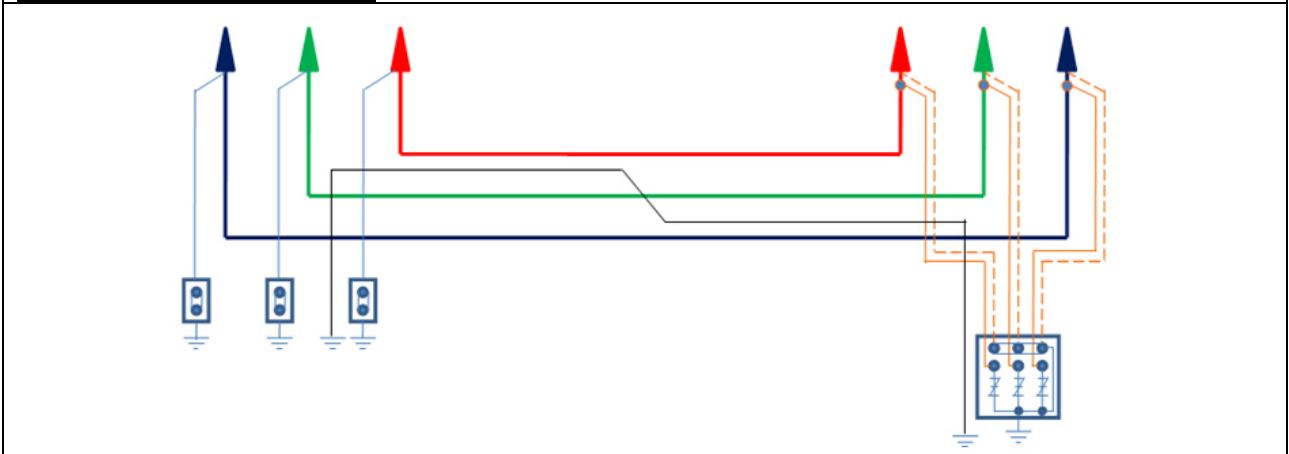
Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

Si riporta di seguito alcuni esempi di connessione delle guaine:

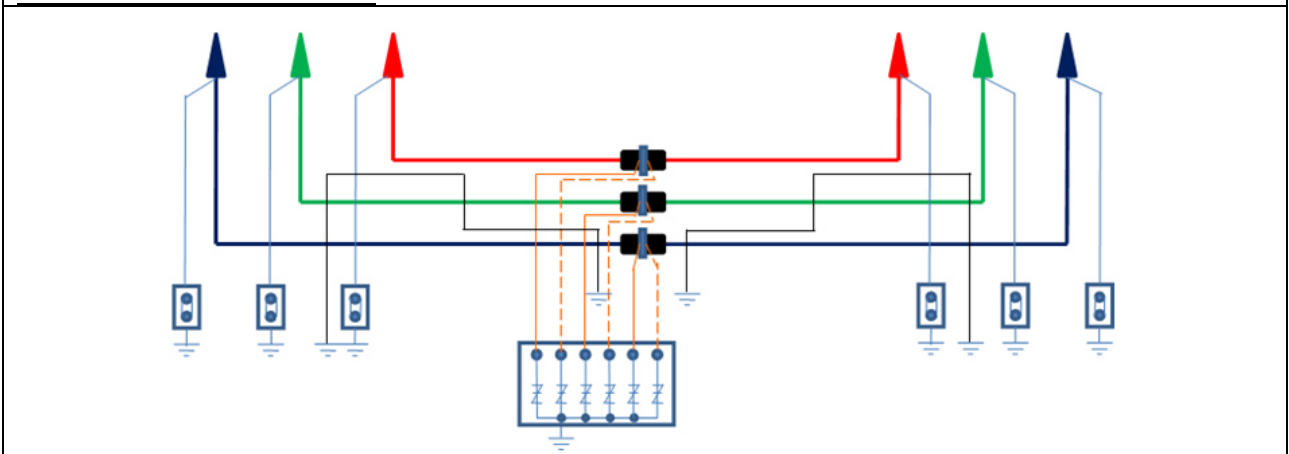
## **CROSS BONDING**



**SINGLE POINT BONDING**



**SINGLE POINT BONDING**



## 6.7 Opere ed installazioni accessorie

In merito alla soluzione proposta precisiamo quanto segue:

- I supporti saranno fissati su strutture di fondazione di tipo monoblocco, per mezzo di tirafondi o con tasselli ad espansione;
- In caso di ingresso laterale dei cavi, si dovrà considerare la realizzazione di fondazione di tipo a cunicolo;
- Lungo la salita ai supporti, i cavi saranno fissati agli stessi per mezzo di staffe amagnetiche;
- I terminali saranno corredati con apposite cassette per la messa a terra delle guaine. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.

## 6.8 Rete di terra

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- anello posato attorno a ciascun aerogeneratore (raggio  $R=15$  m);
- la corda di collegamento tra ciascun anello e la stazione elettrica (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza);
- maglia di terra della stazione di trasformazione;
- maglia di terra della stazione di connessione alla rete AT.

La rete sarà formata da un conduttore nudo in rame da  $50 \text{ mm}^2$  e si assumerà un valore di resistività  $\rho$  del terreno pari a  $150 \Omega\text{m}$ .

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

La SET è necessaria ad immettere l'energia prodotta dagli aerogeneratori nella rete a 150 kV alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV denominata "Erchie", di proprietà di TERNA. La SET è costituita da una sezione a 150 kV e una sezione a 30 kV avente n°2 montanti di collegamento ai generatori.

### 7.1 Sistema a 150 kV

Il sistema AT a 150 kV è costituito da n°1 stallo trasformatore che sarà composto dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi TVC (protezione)
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare)

- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF<sub>6</sub> con comando tripolare
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi TVI (fatturazione)
- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e fatturazione)
- N° 3 scaricatori di sovratensione.
- N° 1 trasformatore 30/150 kV di potenza 40/50 MVA (ONAN/ONAF) con variatore di rapporto sotto carico.

### 7.1.1 Caratteristiche apparati

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: ..... 150 Kv
- Tensione massima: ..... 170 kV
- Livello di isolamento:
  - Tensione a frequenza industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace).... 315 kV
  - Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 μs) (cresta)<sup>1</sup>..... 750 kV
- Corrente nominale montante di linea.....800 A
- Corrente nominale montante trasformatore .....254 A
- Massima corrente di cortocircuito .....31,5 kA
- Tempo di estinzione dei guasti: .....0,5 s
- Altezza dell'installazione ..... <1000 m

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

- Distanza fase-terra: 3,3 m
- Distanza fase-fase: 2,2 m
- Distanza fase-suolo: 4,5 m

La corrente massima di esercizio in AT è di 173 A, corrispondente al regime di piena potenza del PE, inferiore alle correnti nominali degli apparati e dei conduttori utilizzati.

La corrente di cortocircuito che l'impianto (apparati e cavi) può sopportare per 0,5 s è di 31,5 kA. Tale valore di corrente è notevolmente superiore alla reale corrente di cortocircuito al punto di connessione del parco sulla linea a 150 kV.

### 7.1.2 Interruttori Automatici

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

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

### 7.1.3 Sezionatori rotativi orizzontali

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

### 7.1.4 Trasformatori di corrente TA

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

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

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

### 7.1.5 Trasformatori di tensione capacitivi TVC

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

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

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

### 7.1.6 Trasformatori di tensione induttivi TVI

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

(\*) Valori superiori potranno essere adottati

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

### 7.1.7 Scaricatori di sovratensione

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

(\*) Valori superiori potranno essere adottati



### 7.1.8 Trasformatore di potenza

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

#### 1. Caratteristiche costruttive

- Tipo di servizio continuo
- Raffreddamento ONAN/ONAF
- Potenza nominale 60/70 MVA
- Tensioni a vuoto
  - Primario  $150 \pm 10 \times 1,2\%$
  - Secondario 30 kV
- Frequenza 50 Hz
- Connessione Stella/triangolo
- Gruppo di connessione YNd11
- Tensione di cortocircuito 12%

#### 2. Isolamento

- Tensione a impulso atmosferico (1,2/50 $\mu$ s):
  - Primario 650 kV
  - Neutro del primario 250 kV
  - Secondario 170 kV
- Tensione a frequenza industriale:
  - Primario 275 kV
  - Neutro del primario 95 kV
  - Secondario 70 kV

### 7.2 Sezione 30 kV

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

#### Esterno Edificio tecnico:

- Tre scaricatori di sovratensione,
- Tre sezionatori unipolari destinati ad isolare la reattanza di messa a terra,
- Una reattanza di messa a terra del secondario del trasformatore di potenza

#### Interno Edificio tecnico:

- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore,
- N°2 celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione della rete a 30 kV del Parco Eolico.
- N°1 celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari.

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

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- |  |         |
|--|---------|
| • Tensione nominale                                | 30 kV   |
| • Tensione massima                                 | 36 kV   |
| • Livello di isolamento                            |         |
| – Tensione a impulso atmosferico                   | 170 Kv  |
| – Tensione a frequenza industriale                 | 70 kV   |
| • Corrente nominale del trasformatore <sup>1</sup> | 867 A   |
| • Corrente nominale di cortocircuito <sup>2</sup>  | 31,5 kA |
| • Tempo di estinzione del guasto                   | 0,5 s   |

### 7.2.1 Tensioni di esercizio (distanze minime)

	CEI 99-2	Fissata in questo progetto
Distanza minima fase – terra in aria	0,32 m	0,5 m
Distanza minima fase – fase in aria	0,32 m	0,5 m
Altitudine minima fase – suolo	0,32 m	3,6 m

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

<sup>1</sup> Corrispondente all'elemento con minor corrente nominale

<sup>2</sup> Corrispondente al potere di interruzione degli interruttori installati nella cella a 30 kV.

### 7.2.2 Carpenterie metalliche

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

La struttura metallica necessaria a supportare gli apparati consta di:

#### **Struttura metallica per apparecchiature a 150 kV**

- Sei supporti per trasformatori di tensione,
- Un supporto per sezionatore di consegna,
- Tre supporti per trasformatori di corrente
- Tre supporti per interruttori
- Tre supporti per scaricatori di sovratensione

Le strutture potranno sopportare il tiro totale previsto dei conduttori.

#### **Strutture metalliche a 30 kV**

Per ogni trasformatore di potenza:

- Un supporto per il lato sbarra esterna 30 kV in uscita del trasformatore
- Un supporto per l'altro lato della sbarra esterna 30 kV, scaricatori, reattanza di messa a terra ed il suo sezionatore di isolamento.

#### **Sbarre**

Le sbarre (di due tipi: sbarre principali e interconnessioni tra gli apparati) saranno scelte in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici e termici delle correnti di cortocircuito previste, senza la produzione di deformazioni permanenti.

#### ***Sbarra da 30 kV***

##### **Sbarre esterne**

Comprende dai morsetti dell'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza, alla connessione con i cavi isolati che vanno alla cella a 30 kV; la sbarra sarà costituita da:

- Materiale: Tubo di rame 80/70 mm.
- Sezione equivalente del conduttore: 1180 mm<sup>2</sup>
- Portata nominale conduttore: 2095 A

### Isolatore supporto sbarre

La sbarra da 30 kV da esterno è sostenuta da isolatori di appoggio con le seguenti caratteristiche:

- Tensione massima..... 36 kV
- Tensione a impulso atmosferico..... 170 kV
- Tensione a frequenza industriale (sotto la pioggia) ..... 70 kV
- Linea di fuga 850 mm
- Carica di rottura a flessione 4000 N
- Carica di rottura a torsione 1200 Nm

### Sezionatore

Si installerà un sezionatore per la connessione / disconnessione della reattanza di messa a terra, con le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale .....36 kV
- Tensione a impulso atmosferico:
  - A terra ed interpolare (cresta) .....170 kV
  - Sulla distanza di sezionamento (cresta) .....195 kV
- Tensione a frequenza industriale:
  - A terra ed interpolare (cresta). .....70 kV
  - Sulla distanza di sezionamento (cresta) .....80 kV
- Corrente massima.....400 A
- Corrente massima di breve durata (1s) (cresta) .....16 kA

Il sezionatore è formato da tre sezionatori unipolari e sarà del tipo a due colonne per fase, con apertura verticale e azionamento manuale, senza lama di messa a terra.

### Scaricatori di sovratensione

- Tensione di servizio continuo  $U_c$  (fase-terra) 30 kV
- Tensione massima transitoria (1 s)  $U_r$  (fase-terra) 37,5 kV
- Tensione massima residua (10 kA, 8/20  $\mu$ s) 92,1 kV
- Corrente nominale di scarica 10 kA

Gli scaricatori di sovratensione saranno ad ossido di zinco con isolamento polimerico.

Si installeranno un totale di tre scaricatori di sovratensione a 30 kV per trasformatori. L'insieme degli scaricatori di sovratensione sarà montato sul supporto della reattanza di messa a terra e sarà equipaggiato con un unico contatore di scarica.

### Conduttori interconnessione sbarre esterne – sbarre interne

La connessione tra la sbarra esterna e la cella a 30 kV del trasformatore di potenza, si effettua attraverso:

- Materiale: due terne di cavi di rame
- Tipo di cavo: ARP1H5E (o equivalente)
- Sezione equivalente del singolo conduttore: 630 mm<sup>2</sup>
- Corrente nominale: 2064 A.

#### Sbarre interne

Nella sbarra interna delle celle la distanza tra le fasi è di 14,5 cm (sbarre isolate) e permette un passaggio di corrente di 2.000 A.

#### **7.2.3 Celle a media tensione (30 kV)**

Da punto di vista della struttura, queste celle saranno del tipo incapsulato metallico, isolamento in SF<sub>6</sub>, per installazione all'interno.

Le celle da installare sono le seguenti:

- N°1 celle del trasformatore di potenza (con interruttore automatico)
- N°3 celle di linea + TSA (con interruttore automatico).

#### **7.2.4 Tipo di celle**

Le caratteristiche strutturali di ogni cella sono analoghe, variando unicamente la apparecchiatura installata, compatibilmente alle necessità relative ad ogni servizio.

Le apparecchiature con le quali sarà dotata ogni tipo di cella è la seguente:

##### Celle dei trasformatori

- Sbarra da 2000 A
- Derivazione a 2000 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

##### Cella di linea

- Sbarra da 2000 A
- Derivazione a 1250 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

Oltre alle apparecchiature menzionate, si dispone di 3 trasformatori di tensione nelle sbarre per poter

realizzare misure di tensione e potenza.

### 7.2.5 Caratteristiche dell'apparecchiatura

Le caratteristiche elettriche dell'apparecchiatura descritta per ciascuna cella sono le seguenti:

#### Interruttori

- |                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| - Tensione massima                 | 36 kV  |
| - Tensione a impulso atmosferico   | 170 kV |
| - Tensione a frequenza industriale | 70 kV  |

#### Intensità massime

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| - Cella del trasformatore | 2.000 A |
| - Celle di linea          | 1.250 A |

#### Intensità di cortocircuito

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| - Cella del trasformatore | 31,5 kA |
| - Celle di linea          | 31,5 kA |
| - Isolamento              | in SF6  |

### 7.2.6 Trasformatori di corrente

Tensione massima ..... 36 kV

Rapporti di trasformazione:

- Cella del trasformatore.....1600 / 5-5-5 A
- Celle di linea (linee C1, C2)..... 500 / 5-5 A

Potenza e classi di precisione:

- Cella del trasformatore:
  - Primo nucleo (misura)..... 15 VA; 0,5
  - Secondo nucleo (protezioni)..... 5 VA; 5P20
  - Terzo nucleo (protezioni).....15VA ; 5P20
- Celle di linea:
  - Primo nucleo (misura)..... 15 VA; 0,5
  - Secondo nucleo (protezioni)..... 5 VA; 5P20

### 7.2.7 Trasformatori di tensione delle sbarre

Tensione massima ..... 36 kV

Rapporto di trasformazione..... $30.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}/100:3V$

Potenza e classe di precisione:

- Primo nucleo (misura).....100 VA; 0,5
- Secondo nucleo (protezioni).....50 VA; 3P

### 7.2.8 Sezionatori tripolari

I sezionatori delle celle saranno tripolari con tre posizioni (sbarre, disinserito, messa a terra) con azionamento manuale per manovre improvvise e blocco meccanico e elettrico con l'interruttore.

- Tensione massima..... 36 kV
- Tensione a impulso atmosferico (1.2/50µs) ..... 170 kV
- Tensione a frequenza industriale..... 70 kV
- Corrente massima:
  - Cella del trasformatore.....2000 A
  - Cella di linea.....1250 A
- Corrente di cortocircuito.....31,5 kA
- Isolamento..... in SF6

### 7.2.9 Reattanza di messa a terra

I collegamenti a triangolo del lato 30 kV del trasformatore di potenza e del lato 30 kV dei trasformatori dei singoli aerogeneratori bloccano la componente omopolare della corrente di guasto a terra con conseguente difficoltà da parte delle protezioni MT nel rilevare i guasti a terra.

Per superare tale difficoltà si installa una reattanza di messa a terra avente un collegamento a “zig-zag” sul lato 30 kV. Essa permette di avere neutro artificiale attraverso il quale la componente omopolare della corrente di guasto monofase a terra nella rete MT può scorrere facilitando l'individuazione dei guasti stessi da parte delle protezioni MT.

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

La reattanza viene dimensionata in modo da ottenere:

$$I_{\text{guasto monofase}} = 3 \cdot I_0 < 500 \text{ A}$$

### 7.2.9 Caratteristiche

Si installerà una reattanza trifase di messa a terra, insieme al trasformatore di potenza in olio a 30/150 kV, le cui caratteristiche principali sono:

- Tensione nominale..... 30 kV
- Frequenza ..... 50 Hz
- Gruppo di connessione.....Zig-Zag

- Corrente di guasto a terra per il neutro..... 500 A
- Durata del guasto a terra per il neutro ..... 30 s
- Isolante di parti attive.....olio minerale
- Refrigerazione.....ONAN
- Tensione a impulso atmosferico(1,2/50 $\mu$ s) ..... 170 kV
- Sovratensione indotta a 150 Hz e 40 s..... 60 kV
- Resistenza del Neutro.....7,25  $\Omega$
- Reattanza del Neutro.....103,6  $\Omega$
- Impedenza omopolare.....103,9  $\Omega$

In ogni fase e sul neutro si disporrà un trasformatore di corrente per protezione di tipo Bushing aventi le seguenti caratteristiche:

- Sulla fase

3 T.A. tipo BR, rapporto 300/5 A, 15 VA, 5P20

- Sul neutro

1 T.A. tipo BR, rapporto 300/5 A, 15 VA, 5P20

Le protezioni della reattanza saranno termometro e relè Buchholtz con comando di allarme.

### 7.2.10 Servizi ausiliari

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

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

#### **Servizi ausiliari in c.a.**

##### *Trasformatori di servizi ausiliari*

Per disporre di questi servizi è prevista l'installazione di un trasformatore esterno da 100 kVA.

Le caratteristiche sono le seguenti:

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



### *Gruppo elettrogeno*

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

### **Servizi ausiliari in c.c.**

L'alimentazione dei servizi in corrente continua é assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 125 V<sub>cc</sub>. Le caratteristiche di raddrizzatore e batterie sono:

Raddrizzatore:

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

Batteria:

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

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

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

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

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

## **7.3 Misura energia**

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

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

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

Caratteristiche degli apparati di misura:

1. Trasformatori di tensione: 150:  $\sqrt{3}/0,100$ :  $\sqrt{3}$  50 VA cl 0,2

2. Trasformatori di corrente:

200/5-5-5-5 A

30VA cl 0,2s (sul secondario di fatturazione)

3. Contatore-registratore elettronico:

Tipo: contatore bidirezionale,

Precisione di misura: Energia attiva (classe 0.2) / Energia reattiva (classe 0.5)

Entrate: 3 x 100:√3 V e 3 x 5 A

N° Registri: 6 (Attiva +, Attiva -, Reattiva Induttiva +, Reattiva Induttiva -, Reattiva Capacitiva +, Reattiva Capacitiva -)

Comunicazioni: via modem GSM, incorporato nel contatore-registratore.

### 7.3.2 Ulteriori apparati di misura

Si disporrà delle seguenti misure nelle UCP.

#### Montanti 150 kV:

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza (cos φ)

#### Celle 30 kV

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza (cos φ)

## 7.4 Telecontrollo e telecomunicazioni

La UCS sarà connessa via porta di comunicazione RS232 con il computer situato nella sala di controllo. Le informazioni della UCS, unitamente a quelle provenienti dagli aerogeneratori e dalle torri meteorologiche, saranno elaborate con un programma informatico al fine di permettere il controllo in remoto del parco e della sottostazione.

## 7.5 Edificio di Controllo SET

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

- Locale celle MT
- Locale BT e trafo MT/BT,
- Locale Gruppo Elettrogeno,
- Locale comando e controllo,
- Locale servizi igienici,
- Magazzino.

## 7.6 Messa a terra

### Descrizione

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

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

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

### Messa a terra di protezione

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

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

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

Nell'edificio non si metteranno a terra:

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

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

### Ipotesi di progetto

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

Corrente di cortocircuito monofase .....31,5 kA

Tempo durata del guasto .....0,5 s

Resistenza del terreno (ipotesi)..... 150  $\Omega$ m

Resistenza manto superficiale (10 cm di ghiaia, de □ 2-4 cm)..... 3000  $\Omega$ m

La rete di terra sarà formata da una maglia di circa 4 m x 4 m, e si realizzerà con un conduttore a corda di rame nuda di sezione 95 mm<sup>2</sup>. Per il collegamento degli apparati alla rete di terra si utilizzerà corda di rame nuda di sezione 125 mm<sup>2</sup>.

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

## **8. STAZIONE DI CONDIVISIONE (SC) - In corso di autorizzazione da altro produttore**

La connessione del parco eolico alla stazione TERNA dovrà avvenire in condivisione con altri operatori per mezzo di una Stazione di Condivisione che ne raccolga le produzioni e le convogli sull'unico stallo assegnato da TERNA.

La Stazione di Condivisione sarà costituita da un sistema di sbarre sul quale afferiranno i diversi impianti di produzione per mezzo di un sezionatore e da uno stallo di consegna costituito da:

- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi TVC (protezione)
- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e fatturazione)
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF<sub>6</sub> con comando tripolare
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare)
- N° 3 scaricatori di sovratensione
- N° 3 terminali cavo AT

La Stazione di Condivisione sarà connessa alla rete RTN di TERNA in antenna su uno stallo consegna a 150 kV (Impianto di Rete) della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) TERNA 380/150 kV denominata "ERCHIE" per mezzo di un collegamento in cavo a 150 kV della lunghezza circa 300 m.

## **9. STALLO DI CONSEGNA TERNA (IR - IMPIANTO DI RETE)**

Lo stallo di consegna TERNA sarà ubicato nella Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) TERNA 380/150 kV denominata “*Erchie*” e sarà costituito da:

- N° 3 scaricatori di sovratensione
- N° 3 terminali cavo AT
- N° 3 trasformatori di tensione
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare)
- N° 3 trasformatori di corrente
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare
- N° 2 sezionatori a pantografo (tripolare)

La corrente nominale dello stallo sarà pari a 1250 A.

Tutte le opere, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore.

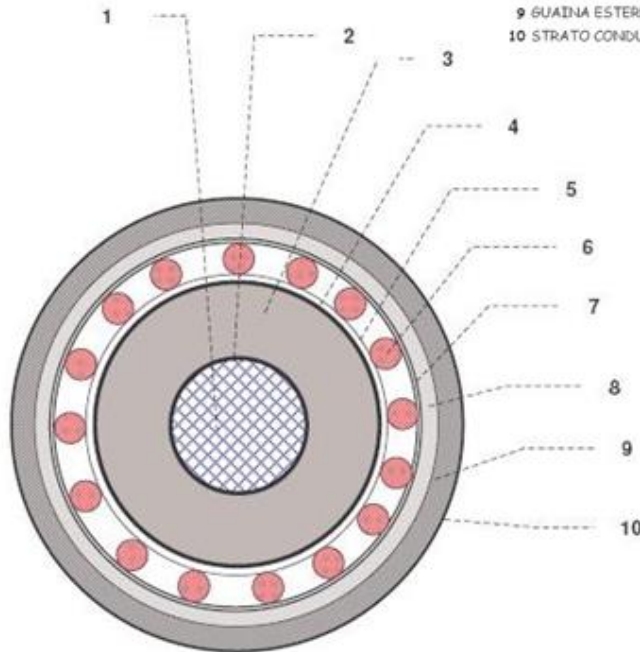
## **10. RACCORDO DI CONNESSIONE IN CAVO A 150 kV**

Per collegare la Stazione di Condivisione alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) di TERNA verrà realizzato un breve tratto di linea interrata a 150 kV della lunghezza di circa 300 m.

Verrà utilizzata una terna di cavi unipolari di tipo estruso per la posa diretta nel terreno.

**CAVO AT XLPE**  
**ARE4H1H5E - 87/150 kV 1x1600**  
non in scala

- 1 CONDUTTORE: corda rigida rotonda, compatta e tamponata di alluminio. Sez. 1.600 mm<sup>2</sup>
- 2 SEMICONDUOTTORE ESTRUSO
- 3 ISOLANTE ESTRUSO DI XLPE
- 4 SEMICONDUOTTORE ESTRUSO
- 5 NASTRO WATER BLOCKING SEMICONDUOTTORE
- 6 SCHERMO A FILI DI RAME ricotto non stagnato (Sez. 70 mm<sup>2</sup>)
- 7 NASTRO WATER BLOCKING SEMICONDUOTTORE
- 8 NASTRO DI ALLUMINIO
- 9 GUAINA ESTERNA DI PE
- 10 STRATO CONDUTTIVO: strato semiconduttivo estruso



## 11. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si rimanda all'elaborato Relazione sulla Gestione delle Terre e Rocce da Scavo: SCS.SP.REL.19\_ piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e delle rocce da scavo.

### 11.1 Realizzazione del cavidotto

La realizzazione di un elettrodotto in cavo è suddivisibile in tre fasi principali:

- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
- stenditura e posa del cavo;
- reinterro dello scavo fino a piano campagna.

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 1 m per una profondità di 1.2 m, prevalentemente su sedime stradale.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, 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.

Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono 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.

## **12. INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE**

Si rimanda all'elaborato Relazione Geologica SCS.SP.REL.007

## **13. RUMORE**

### **13.1 Elettrodotta cavo**

L'elettrodotta in cavo non costituisce fonte di rumore.

## **14. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

### **14.1 Richiami Normativi**

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di una ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- Limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- Valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- Obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione<sup>1</sup>.

Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

## **14.2 Fasce di rispetto**

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che



comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003. Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. *(Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della l'insediamento degli stessi".)*

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato per la determinazione delle fasce

di rispetto degli elettrodotti, tale metodologia prevede, che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Per il calcolo delle fasce di rispetto, calcolate in ottemperanza a quanto disposto con tale decreto, si rimanda al documento Relazione Impatto Elettromagnetico SCS.SP.REL.022.

### **14.3 Calcolo dei Campi elettrici e magnetici**

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo dipende dalla tensione di esercizio della linea stessa, mentre il secondo è funzione della corrente che vi circola, ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

Per il calcolo del campo elettrico è stato utilizzato il programma EMF Tools, sviluppato da CESI per TERNA. (software utilizzato dalle ARPA).

I calcoli relativi all'andamento del campo elettrico e la valutazione del campo di induzione magnetica ai fini della definizione della DPA sono contenuti all'interno del documento Relazione Impatto Elettromagnetico SCS.SP.REL.022

## **15. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il progetto di cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

### **15.1 Leggi**

Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque ed agli impianti elettrici.

Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001)

Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", (GU n. 200 del 29-8-2003)

Decreto 29 Maggio 2008 (G.U. 156 5 Luglio 2008): “Metodologia per la determinazione della fascia di rispetto degli elettrodotti”.

Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità.

Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi".

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio", Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell'art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali.

## **16. NORME TECNICHE**

### **16.1 Norme CEI**

- CEI 11-17, "Esecuzione delle linee elettriche in cavo", quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", prima ediz. 2000-07
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6).

## 17. SICUREZZA CANTIERI

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa e del D.Lgs. 81/08 e successiva modifica e integrazioni D.Lgs. 106/09. Pertanto, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Carmiano 30/08/2021	Il tecnico
	Ing Emanuele Verdoscia 