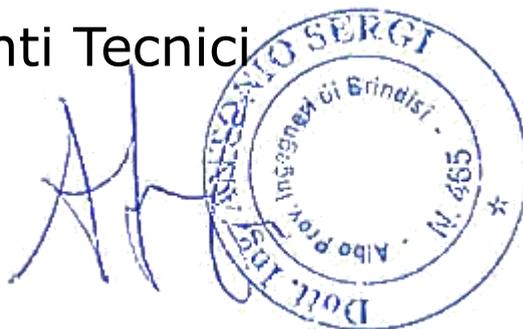


TITLE:AVAILABLE LANGUAGE: IT

# "IMPIANTO EOLICO SERRACAPRIOLA"

## Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15228.00.035.02

03	29/06/2021	FINALE	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria
			Discipline	V.D'AMICO	A. SERGI
02	10/05/2021	EMISSIONE FINALE	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria
			Discipline	V.D'AMICO	A. SERGI
01	25/03/2021	REVISIONE FINALE	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria
			Discipline	V.D'AMICO	A. SERGI
00	01/03/2021	EMISSIONE	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria	SCS Ingegneria
			Discipline	V.D'AMICO	A. SERGI
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

### GRE VALIDATION

SUPPORT TEAM	PROVASI	E.PANSINI
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT IMPIANTO EOLICO SERRACAPRIOLA	GRE-CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	7	3	I	T	W	1	5	2	2	8	0	0	0	3	5	0
CLASSIFICATION					UTILIZATION SCOPE														

## INDEX

1. PREMESSA .....	3
2. COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....	4
2.1. AEROGENERATORE.....	4
2.2. SISTEMA DI CONTROLLO E SISTEMA ELETTRICO .....	6
3. OPERE CIVILI .....	8
3.1. OPERE PROVVISORIALI .....	8
3.2. OPERE CIVILI DI FONDAZIONE .....	9
3.3. OPERE DI VIABILITÀ.....	10
3.3.1. VIABILITÀ DI IMPIANTO .....	10
3.4. SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA.....	12
4.1. TRASFORMATORE .....	15
4.2. QUADRO MT .....	15
4.3. SCOMPARTO ARRIVO/PARTENZA CAVI MT (COLLEGAMENTO AEROGENERATORI).....	15
4.4. DISPOSITIVO DI GENERATORE BT .....	16
5. SPECIFICA TECNICA CAVI MT DI COLLEGAMENTO.....	17
5.1. MESSA A TERRA DELLO SCHERMO DEI CAVI MT .....	18
5.2. GIUNTI E TERMINALI PER CAVI MT.....	19
6. SPECIFICHE TECNICHE CAVI AT.....	20
7. SPECIFICA TECNICA SOTTOSTAZIONE AT/MT .....	21
7.1. SPECIFICA TECNICA QUADRI MT.....	21
8. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO .....	23
8.1. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO .....	23
9. SISTEMA SERVIZI AUSILIARI .....	27
9.1. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE ALTERNATA.....	27
9.2. CARATTERISTICHE DEL TRASFORMATORE DI DISTRIBUZIONE: .....	27
9.3. CARATTERISTICHE E COMPOSIZIONE DEL QUADRO BT IN CORRENTE ALTERNATA: .....	27
9.4. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA .....	27
9.5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL RADDRIZZATORE: .....	28
10. GRUPPO ELETTROGENO .....	30
11. CAVI BT .....	30
11.1. ILLUMINAZIONE NORMALE E FORZA MOTRICE DELLA CABINA DI CONSEGNA.....	30
11.2. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA .....	30
11.3. IMPIANTO CONTROLLO ACCESSI ED ANTINTRUSIONE.....	30
12. RETE DI TERRA .....	31
12.1. RETE DI TERRA AEROGENERATORI .....	31
12.2. RETE DI TERRA CONNESSIONE AEROGENERATORI.....	32
12.3. RETE DI TERRA SOTTOSTAZIONE UTENTE.....	32

## 1. PREMESSA

La società "Enel Green Power Italia S.r.l." è promotrice di un progetto per l'installazione di un impianto eolico nel territorio comunale di Serracapriola, in provincia di Foggia, Regione Puglia. Il progetto, cui la presente relazione fa riferimento, riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica composta da 8 aerogeneratori, con potenza unitaria pari a 6 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 48 MW.

La potenza generata da parco eolico sarà distribuita alla sottostazione utente di Enel Green Power Italia S.r.l. di nuova realizzazione dove verrà eseguita una elevazione di tensione di sistema (150/33 kV) per il collegamento in antenna AT a 150 kV all'ampliamento della Stazione della Rete Elettrica Nazionale (RTN) 380/150 kV di TERNA S.p.A. di Rotello, in provincia di Campobasso, Regione Molise.

Come indicato nella S.T.M.G trasmessa da Terna (Codice Pratica:202001617) alla suddetta società, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il nuovo stallo a 150 kV da realizzare nella nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV, dovrà essere condiviso con altri produttori.

La presente relazione descrive, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti da progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti da progetto (Rotore, sistema di orientamento del rotore, sistema di controllo, ecc.).

<b>Progetto Serracapriola</b>	
Numero Turbine	8
Potenza Installata	48 MW
Potenza Nominale WTG	6 MW
Altezza Mozzo	135 m
Diametro Rotore	170 m
Hmax	220 m
Tensione sistema MT	33 kV
Tensione Sistema AT	150 kV

**Tabella 1: Caratteristiche impianto**

## 2. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

### 2.1. AEROGENERATORE

La turbina con potenza di 6,0 MW, è provvista di un rotore avente un diametro di 170 m, con un'area spazzata di 22.298 mq. Sarà scelto un aerogeneratore di ultima generazione, con velocità di attivazione di 3 m/s.

L'elica del WTG ha una lunghezza pari a 83 metri, consente la massima produzione di energia con livelli di uscita di rumorosità ridotta.

Le caratteristiche relative all'aerogeneratore scelto come macchina di riferimento del progetto vengono di seguito riportate:

#### Rotore-Navicella:

Il rotore è costituito da tre eliche, montata in direzione controvento. La potenza erogata è controllata da un sistema di regolazione di passo e coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo i carichi e il livello di rumore.

La navicella è stata progettata per un accesso sicuro dei tecnici a tutti i punti, durante le operazioni di manutenzione e test, anche con la turbina eolica in esercizio. Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce condizioni ottimali di ricerca guasti.

#### Eliche:

Le lame sono costituite da infusione di fibra di vetro e componenti stampati in carbonio pultruso. La struttura della pala utilizza gusci aerodinamici contenenti copri-longheroni incorporati, connessi a due epoxy-fiberglass-balsa/foam-core anime principali, resistenti a taglio. Le pale utilizzano un design delle pale basato su profili alari proprietari.

#### Mozzo del rotore:

Il mozzo del rotore è fuso in ghisa sferoidale ed è fissato all'albero di trasmissione a bassa velocità con un collegamento a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da fornire spazio per i tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle eliche e dei cuscinetti dall'interno della struttura.

#### Trasmissione:

La trasmissione è basata su un concetto di sospensione a 4 punti: l'albero principale con due cuscinetti principali e il gearbox con due bracci di torsione assemblati al telaio principale.

Il gearbox è in posizione a sbalzo ed è assemblato all'albero principale tramite un giunto bullonato a flangia.

#### Albero principale:

L'albero principale a bassa velocità è forgiato e trasferisce la torsione del rotore al gearbox e i momenti flettenti al telaio tramite i cuscinetti principali e le sedi dei cuscinetti principali.

#### Cuscinetti principali:

L'albero a bassa velocità della turbina eolica è supportato da due cuscinetti a rulli conici, lubrificati a grasso.

#### Gearbox:

Il gearbox è del tipo ad alta velocità a 3 stadi (2 planetari + 1 parallelo).

Generatore:

Il generatore è un generatore trifase asincrono a doppia alimentazione con rotore avvolto, collegato a un convertitore PWM di frequenza. Lo statore e il rotore del generatore sono entrambi costituiti da lamierini magnetici impilati e avvolgimenti formati. Il generatore è raffreddato ad aria.

Freno meccanico:

Il freno meccanico è montato sul lato opposto alla trasmissione del cambio.

Sistema di imbardata:

Un telaio in ghisa collega la trasmissione alla torre. Il cuscinetto di imbardata è un anello con ingranaggi esterni ed un cuscinetto di attrito. Una serie di motoriduttori epicicloidali elettrici guidano l'imbardata.

Copertura della navicella:

La protezione dalle intemperie e l'alloggiamento attorno ai macchinari nella navicella sono realizzati con pannelli laminati rinforzati con fibra di vetro.

Torre:

La turbina eolica è montata su una serie di sezioni tubolari rastremate in acciaio. La torre ha un ascensore interno e accesso diretto al sistema di imbardata e alla navicella. È dotato di pedane e illuminazione elettrica interna.

Controller:

Il controller della turbina eolica è un controller industriale basato su microprocessore. Il controllore è completo di quadri e dispositivi di protezione ed è autodiagnostico.

Converter:

Collegato direttamente al rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di conversione 4Q back to back con 2 VSC in un collegamento CC comune. Il convertitore di frequenza consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo alimentazione a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT.

SCADA:

La turbina eolica fornisce il collegamento al sistema SCADA. Questo sistema offre il controllo remoto e una varietà di visualizzazioni di stato e report utili, per mezzo di un browser Web Internet standard. Le visualizzazioni di stato presentano informazioni tra cui dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

Monitoraggio delle condizioni delle turbine:

Oltre al sistema SCADA, la turbina eolica è equipaggiata con l'esclusiva configurazione per il monitoraggio delle condizioni. Questo sistema monitora il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta gli spettri di vibrazione effettivi con una serie di spettri di riferimento stabiliti. La revisione dei risultati, l'analisi dettagliata e la riprogrammazione possono essere eseguite utilizzando un browser web standard.

Sistemi operativi:

La turbina eolica funziona in maniera automatizzata. Si avvia automaticamente quando la

coppia aerodinamica raggiunge un certo valore. Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica, fissa i riferimenti di passo e coppia per il funzionamento nel punto aerodinamico ottimale (massima produzione) tenendo conto della capacità del generatore. Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione del passo viene regolata per mantenere una produzione di potenza stabile uguale al valore nominale.

Se è abilitata la modalità declassamento per vento forte, la produzione di energia viene limitata una volta che la velocità del vento supera un valore di soglia definito dal progetto, finché non viene raggiunta la velocità del vento di interruzione e la turbina eolica smette di produrre energia.

Se la velocità media del vento supera il limite operativo massimo, l'aerogeneratore viene arrestato dal beccheggio delle pale. Quando la velocità media del vento torna al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si ripristinano automaticamente.

I principali dati tecnici degli aerogeneratori sono qui di seguito evidenziati:

<b>POTENZA NOMINALE</b>	6,0 MW
<b>DIAMETRO DEL ROTORE</b>	170 m
<b>LUNGHEZZA DELL'ELICA</b>	83 m
<b>CORDA MASSIMA DELL'ELICA</b>	4,5 m
<b>AREA SPAZZATA</b>	22.298 m <sup>2</sup>
<b>ALTEZZA MOZZO</b>	135 m
<b>CLASSE DI VENTO IEC</b>	IIIA
<b>VELOCITÀ DI ATTIVAZIONE</b>	3 m/s
<b>VELOCITÀ NOMINALE</b>	10 m/s
<b>VELOCITÀ DI ARRESTO</b>	25 m/s

**Tabella 2: Caratteristiche principali dell'aerogeneratore**

## **2.2. SISTEMA DI CONTROLLO E SISTEMA ELETTRICO**

Ogni funzione dell'aerogeneratore viene monitorata e controllata attraverso il sistema SCADA tipo. Il sistema SCADA è un sistema di supervisione, acquisizione dati, controllo e reporting per le prestazioni del parco eolico.

I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso i sensori di cavi a fibre ottiche. I dati raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo.

Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le

apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. Con questo tipo di sistema di controllo, è possibile monitorare tutte le componenti l'impianto anche a distanza, attraverso un computer collegato in remoto. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto. Il sistema di controllo è inoltre strutturato a vari livelli, ognuno protetto da password.

Tra il rotore e lo statore è collegato un convertitore tramite il quale viene variata la frequenza delle grandezze rotoriche in modo da realizzare il funzionamento a velocità variabile. La trasmissione della potenza dall'albero lento al generatore elettrico avviene tramite un moltiplicatore. La strategia di controllo aerodinamico utilizzata è il Pitch System che consente di ottimizzare la potenza erogata diminuendo o aumentando l'efficienza aerodinamica delle pale a seconda delle condizioni di ventosità.

Il generatore è protetto da una capsula che lo riveste completamente. Il calore prodotto viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti.

Il convertitore è controllato da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso.

### 3. OPERE CIVILI

Per la realizzazione dell'impianto eolico si prevedono le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere provvisionali;
- opere civili di fondazione;
- opere di viabilità, cavidotti.

#### 3.1. OPERE PROVVISORIALI

Le opere provvisionali comprendono, principalmente, la predisposizione delle aree da utilizzare durante la fase di cantiere e la predisposizione, con conseguente carico e trasporto del materiale di risulta, delle piazzole per i montaggi meccanici ad opera delle gru. In particolare, per quel che riguarda le piazzole per i montaggi, si tratta di creare superfici piane di opportuna dimensione e portanza al fine di consentire il lavoro in sicurezza dei mezzi. Inoltre, viene prevista, per la sola fase di costruzione, l'ubicazione di un'area di cantiere ed un'area di stoccaggio, ove verranno allocati i servizi generali, le aree per il deposito temporaneo dei materiali e delle attrezzature, nonché le aree di parcheggio delle macchine, e la predisposizione di una fascia laterale a servizio alle opere di cantiere per la nuova viabilità da realizzare e la viabilità da adeguare.

Per le piazzole e per l'area di cantiere si dovrà effettuare la predisposizione dell'area, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione della superficie.

Movimenti di terra, seppur superficiali (scotico del terreno vegetale), interesseranno la piazzola di montaggio e le aree di stoccaggio temporaneo, poste in affiancamento alla viabilità di impianto, e l'area logistica di cantiere, ubicata in prossimità della WTG7, su di un Terreno adibito a seminativo.

La sezione delle piazzole da realizzare e dell'area logistica di cantiere sarà costituita dai seguenti elementi:

- strato di completamento di spessore pari a 10 cm realizzato con inerte di cava appartenente al gruppo A1 avente pezzatura massima pari a 30 mm;
- strato di base di spessore pari a 20 cm realizzato con misto granulare appartenente al gruppo A1 avente pezzatura massima pari a 70 mm.

A fine lavori le aree temporanee usate durante la fase di cantiere verranno restituite agli usi precedenti ai lavori tramite interventi di natura ambientale consistenti in:

- i) preparazione e scarificazione del suolo secondo le tecniche classiche;
- ii) stesura del terreno vegetale superficiale di scotico in precedenza rimosso durante gli scavi.

Solo una limitata area attorno alle macchine, di dimensioni pari a circa 76 m x 38 m, verrà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il ricoprimento con uno strato superficiale di 10 cm di inerte di cava appartenente al gruppo A1 avente pezzatura massima di 30 mm. Tale area, come già detto, serve a consentire di effettuare le operazioni di controllo e/o manutenzione degli aerogeneratori.

Alla fine della vita utile dell'impianto, si ripristinerà l'intera area, rimuovendo le opere interrato

e fuoriterra relative all'aerogeneratore e ripristinando le superfici rimaste occupate durante la fase esecutiva, con le stesse modalità già applicate alle opere temporanee.

La fascia laterale a servizio alle opere per la nuova viabilità da realizzare e la viabilità da adeguare ed eventuali altre opere provvisorie (protezioni, slarghi, adattamenti, piste, impianti di trattamento acque di cantiere, ecc.), che si rendono necessarie per l'esecuzione dei lavori, saranno rimosse al termine degli stessi, ripristinando i luoghi allo stato originario.

### 3.2. OPERE CIVILI DI FONDAZIONE

L'area in cui verrà realizzato l'impianto è configurabile come una estesa superficie collinare.

Le fondazioni di ciascun aerogeneratore poggeranno su un piano di sottofondazione ad una profondità indicativa di circa -3,00 m dal piano campagna e saranno composte da un basamento inferiore e da un colletto superiore avente diametro pari a 6 m e altezza pari a 0,55 m.

Il basamento inferiore sarà composto da due elementi sovrapposti aventi le seguenti caratteristiche:

- Elemento cilindrico avente diametro pari a 24,5 m e altezza pari a 0,90 m;
- Elemento tronco-conico avente diametro inferiore pari a 24,5 m, diametro superiore pari a 6 m e altezza pari a 2,10 m.

Le caratteristiche geometriche del plinto di base dovranno confermarsi mediante dimensionamento di dettaglio in fase di progettazione esecutiva. Per questo motivo, anche la soluzione su pali è stata investigata.

Per la tipologia profonda, i pali saranno connessi al basamento inferiore sarà composto da due elementi sovrapposti aventi le seguenti caratteristiche:

- Elemento cilindrico avente diametro pari a 21 m e altezza pari a 1,30 m;
- Elemento tronco-conico avente diametro inferiore pari a 21 m, diametro superiore pari a 6 m e altezza pari a 1,70 m.
- 30 pali disposti su due raggi (6m e 9m) di diametro 1m e profondità 38m.

Le caratteristiche geometriche delle due tipologie di fondazione descritte nel presente elaborato dovranno confermarsi mediante dimensionamento di dettaglio in fase di progettazione esecutiva, con i carichi di dettaglio sitospecifici forniti dal produttore delle turbine eoliche e a valle di indagini di dettaglio da eseguire sulle singole posizioni. Per questo motivo, la soluzione di fondazione potrà prevedere, in relazione ai carichi ed al terreno, l'utilizzo di una fondazione diretta o su pali trivellati.

Al di sotto del plinto è prevista l'esecuzione di uno strato di calcestruzzo magro di pulizia avente spessore variabile e comunque mai inferiore ai 10 cm.

In fase di progetto esecutivo dovrà verificarsi la necessità/opportunità di eseguire opere di drenaggio sul paramento dell'opera di fondazione in calcestruzzo degli aerogeneratori, per la captazione e l'evacuazione delle acque provenienti dai terreni.

### 3.3. OPERE DI VIABILITÀ

Nella definizione del percorso utilizzato per il trasporto delle componenti dell'impianto fino ai siti di installazione degli aerogeneratori, è stato privilegiato l'utilizzo di strade esistenti evitando la modifica dei tracciati esistenti, compatibilmente con le varianti necessarie al passaggio dei mezzi pesanti e dei trasporti eccezionali, al fine di evitare gli interventi e limitare gli impatti sul territorio.

Il criterio seguito nella scelta del tracciato è stato quello di rendere minimi gli impatti sul territorio.

I raggi minimi delle curve planimetriche previste saranno pari a 70 m, per l'esercizio della viabilità ed al fine della movimentazione degli aerogeneratori.

Il progetto individua tutti gli interventi necessari per rendere la viabilità conforme alle necessità del trasporto.

#### 3.3.1. VIABILITÀ DI IMPIANTO

A partire dal punto finale investigato dalla survey a partire dal porto, inizia la viabilità interna all'impianto, che si divide in tre aree:

- Parte nord che include: WTG06, WTG08
- Parte centrale che include: WTG 02, WTG 03, WTG04, WTG05 e WTG07
- Parte sud che include la WTG01

Sono previsti 3 tipi di viabilità:

- Viabilità esistente già adatta al tipo di trasporto
- Viabilità da migliorare per poter permettere l'accesso alle posizioni. Tali miglioramenti possono prevedere una semplice pulizia delle banchine, un allargamento locale della carreggiata o una rettifica di un tratto di viabilità
- Viabilità di nuova realizzazione

Si evidenzia che, per quanto possibile, si è sfruttata la viabilità esistente e nella viabilità di nuova realizzazione si è cercato di impattare il minimo sul contesto in cui il progetto è inserito. Tracce esistenti e confini tra proprietà sono stati privilegiati nell'individuazione dei percorsi di nuova realizzazione.

L'accesso al sito avverrà dal punto di coordinate: 512956.26 m E; 4627222.42 m N, a sud dell'area proposta. La SP45 attraversa tutta l'area d'impianto e da essa si diramano gli accessi verso tutte le WTG, ad esclusione della WTG1, che viene raggiunta con viabilità separata.

Dal questo punto, svoltando verso Sud-ovest si percorre una viabilità asfaltata esistente che conduce nei pressi della WTG1. Nel punto di coordinate 510963.49 m E; 4627163.14 m N si abbandona la viabilità asfaltata e si percorre una viabilità sterrata per raggiungere la WTG01.

La WTG01 si raggiunge con un tratto di viabilità di nuova realizzazione, che si distaccherà dalla viabilità sterrata esistente e permetterà in retromarcia di raggiungere la posizione proposta.

Partendo dal punto iniziale di coordinate 512956.26 m E; 4627222.42 m N, dirigendosi in direzione NO, percorrendo la SP45, si raggiungono le restanti torri.

Nel punto di coordinate 511128.66 m E; 4629506.47 m N, sono previste due diramazioni:

- In direzione SO per raggiungere la WTG02, la WTG03 e la WTG04
- In direzione NE per raggiungere le WTG 05 e 07

Si sfrutterà la presenza di una strada esistente per approcciare le posizioni WTG05 e WTG07. La diramazione verrà presa in retromarcia, per rendere praticamente nullo l'impatto sulla situazione esistente. È previsto un adeguamento delle condizioni della strada sterrata esistente, garantendo che la sezione minima e le condizioni del pacchetto siano adatti ai trasporti previsti, ma conservandone il tracciato. Per l'accesso alle posizioni, si prevedono piccole diramazioni dalla strada esistente. In questa area, in prossimità della WTG05, è prevista inoltre una turning area, necessaria per garantire la possibilità di manovra ai mezzi.

Anche per accedere alle posizioni WTG04, WTG03 e WTG02, si sfrutterà la presenza di una strada esistente ed anche in questa ipotesi, la diramazione verrà presa in retromarcia, per rendere praticamente nullo l'impatto sulla situazione esistente. È previsto un adeguamento delle condizioni della strada sterrata esistente, garantendo che la sezione minima e le condizioni del pacchetto siano adatti ai trasporti previsti, ma conservandone il tracciato. Per l'accesso alle posizioni, si prevedono piccole diramazioni dalla strada esistente. In questa area, in prossimità della WTG04, è prevista inoltre una turning area, necessaria per garantire la possibilità di manovra ai mezzi, così da accedere nel giusto senso di marcia alle posizioni WTG03 e WTG02. Seguendo la SP45 verso nord, si raggiungono la WTG06 e la WTG08. La strada interseca sue reticoli idraulici.

Il primo nel punto di coordinate 510486.04 m E; 4629785.63 m N, ed il secondo nel punto di coordinate 509754.93 m E; 4631007.26 m N. La viabilità, anche in corrispondenza degli attraversamenti, è ritenuta idonea per il passaggio dei mezzi che saranno coinvolti durante la costruzione. Non sarà necessario perciò prevedere adeguamenti lungo la SP45.

In corrispondenza del punto di coordinate 509754.93 m E; 4631007.26 m N, si è rilevata la presenza di una discarica a cielo aperto che rende inefficace le opere idrauliche presenti.

Nel punto di coordinate 510094.00 m E; 4631336.00 m N si incontra una strada sterrata. Questa verrà ricalcata per accedere alle posizioni WTG06 e WTG08. Sono previste due diramazioni per raggiungere le WTG, per la 06 si tratta di un piccolo tratto, coincidente pressoché con lo sviluppo della piazzola, mentre per la WTG08 sarà necessario prevedere un tratto più consistente, ma limitato a circa 750 m di lunghezza.

Come già detto, i nuovi tracciati si svilupperanno prevalentemente lungo le linee di confine delle particelle interessate, con brevi tratti da realizzare ex novo per raggiungere i singoli aerogeneratori. Essi correranno seguendo quanto più possibile la morfologia propria del terreno esistente. Potranno risultare necessarie delle sistemazioni temporanee delle curve di alcune stradine o piste per consentire il passaggio degli automezzi per il trasporto delle pale degli aerogeneratori.

La strada di nuova realizzazione avrà la carreggiata larga complessivamente 5 m, di cui 4 occupati da corsie, con due banchine larghe 50 cm ognuna.

I dati geometrici di progetto della viabilità di nuova realizzazione sono i seguenti:

<b>STRADE DI ACCESSO AGLI AEROGENERATORI</b>	
Larghezza carreggiata in rettilineo	5 m
Allargamento in curva ciglio esterno	6 m
Pendenza trasversale	sezione a con pendenza trasversale unica per facilitare lo scorrimento delle acque superficiali, con pendenza falde max. 2%
Cunette laterali per raccolta acqua piovana	larghezza variabile, prefabbricate in c.a. o in terra
Raggio planimetrico minimo (Rmin)	70,00 m in asse
Raccordo verticale minimo (Rv)	500 m

**Tabella 3 Dati geometrici del progetto di nuova viabilità**

La sezione delle nuove strade da realizzare sarà costituita dai seguenti elementi:

- strato di completamento di spessore pari a 10 cm realizzato con inerte di cava appartenente al gruppo A1 avente pezzatura massima pari a 30 mm;
- strato di base di spessore pari a 20 cm realizzato con misto granulare appartenente al gruppo A1 avente pezzatura massima pari a 70 mm.
- tra lo strato di base e il terreno naturale, sarà compattato allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati.

Si realizzerà lo stesso tipo di pacchetto anche nei tratti in cui la viabilità esistente dovrà essere adeguata per permettere il passaggio del trasporto eccezionale. Si eviterà perciò l'uso di pacchetti stradali che aumenterebbero la superficie impermeabile del sito.

Tutte le sezioni tipo sono rappresentate nel documento GRE.EEC.D.25.IT.W.15228.00.079.00 - Sezioni stradali tipo".

La pavimentazione delle strade sterrate esistenti in adeguamento prevede uno strato superficiale in misto granulare per uno spessore di 20cm.

Terminati i lavori di cantiere, si provvederà alla risistemazione di tutte le aree occupate e di quelle contermini interessate dai movimenti di terra, prevedendo l'asportazione di tutti i materiali riportati, ricoprendo le superfici interessate con terreno vegetale e ripristinando quanto più possibile la situazione preesistente.

Una volta dismesso l'impianto, per ridurre al minimo gli impatti e ricostruire la situazione di partenza, si procederà con operazioni di ri-vegetazione e con il ripristino delle superfici occupate mediante decompattazione e livellamento dello strato di terra superficiale, e rimessa della struttura vegetale. Tali misure mireranno in particolare al ripristino delle condizioni originarie nelle aree occupate dalle installazioni e dalle infrastrutture mediante il recupero delle colture agrarie.

### **3.4. SCAVI E MOVIMENTI DI TERRA**

Relativamente alla movimentazione delle terre, queste riguardano opere di scavo e di riporto; in particolare sono previsti scavi per la realizzazione della viabilità, per opere di fondazione delle torri, per l'esecuzione delle trincee per i cavidotti; sono previsti riporti essenzialmente per i ricoprimenti delle opere interrato e per la realizzazione del progetto stradale.

Per la imposta del piano di posa della struttura di base del corpo del rilevato, sono previste operazioni di scotico della superficie erbata del terreno (per uno spessore medio di ca. 20 cm), e di sbancamento (per sezioni variabili secondo il progetto), lavori che determineranno la produzione di terre e rocce frantumate, al pari delle lavorazioni di scavo per le imposte delle opere d'arte di attraversamento dei rilevati stradali previste per il deflusso delle acque raccolte. Lo scavo del materiale terroso-detritico-roccioso avverrà utilizzando le normali tradizionali tecniche di scavo per dimensioni medio-piccole di sbancamento e pertanto con pale ed escavatori meccanici dotati di benne aperte di varia larghezza, senza l'uso di acqua o fanghi, esplosivi o altre sostanze chimiche di disgregazione della roccia, frese, seghe a trefoli o nastro, o qualsiasi altra tecnica che possa, in linea generale, potenzialmente inquinare il terreno sottoposto a lavoro.

Lo sbancamento avverrà mediante escavatore cingolato per fronti esposti di scavo di larghezze e pendenze opportunamente scelte in funzione del tipo di terreno e delle condizioni di stabilità del sito e della sicurezza delle maestranze e mezzi (secondo il Piano di Sicurezza di Coordinamento che verrà predisposto in fase di progettazione esecutiva).

Analoghe considerazioni valgono per le metodiche di scavo delle trincee.

La realizzazione dei rilevati avverrà mediante stesa in strati successivi e sovrapposti di 10-20 cm di terreno geotecnicamente idoneo (come da progetto), compattazione e rullatura con mezzi meccanici (rulli ed escavatori), trasportato sull'area di conferimento mediante mezzi idonei. Non verranno utilizzati polimeri, fanghi o altre sostanze chimiche di addizionamento o miscelazione con il materiale terroso.

Sarà invece possibile l'uso di acqua trasportata con autobotti e di sicura provenienza non inquinata, per operare il lavaggio delle ruote dei camion e le vie di cantiere di collegamento con la viabilità pubblica (per impedire il trasporto di terreno sulla sede viaria e pertanto per motivi di sicurezza stradale e per mitigare l'effetto di creazione di polveri nella stagione secca), oltre che per integrare il contenuto di umidità nel terreno da compattare nel periodo secco.

Per i dettagli sul piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.R.73.IT.W.15228.00.012.00 - PIANO PRELIMINARE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO".

Si fa presente che le volumetrie sono indicate come risultanti dalle geometrie di progetto e, pertanto, nella loro condizione di compattazione naturale (terreno in sito) od artificiale (corpo dei rilevati). Nella realtà, il materiale che verrà movimentato sarà in volume di circa il 20-25 % maggiore di quanto indicato nelle tabelle a causa dell'effetto di frammentazione a seguito del suo scavo e movimentazione con i mezzi meccanici.

Le operazioni di compensazione delle volumetrie di terre di scavo prodotte avviene nelle aree di cantiere mediante il riuso per la realizzazione del corpo del rilevato e per la realizzazione

della copertura di terreno sciolto sulle scarpate per la rinaturalizzazione e rinverdimento delle stesse a fine lavori.

Il trasporto delle terre prodotte dagli scavi e riutilizzate in loco avverrà mediante movimentazione con mezzi idonei all'interno delle aree di cantiere, con stoccaggi temporanei delle terre nell'area a lato del rilevato da costruire a disposizione per gli accumuli, differenziando, nel caso del progetto stradale, quelle destinate per il rinverdimento delle scarpate per le quali si utilizzerà il materiale proveniente dallo scotico, da quelle riutilizzabili nel corpo stradale. Nella realizzazione della viabilità e delle trincee per i cavidotti, gli accumuli degli scavi delle trincee saranno posizionati a lato delle stesse per il pronto riempimento degli scavi. In modo analogo si procederà nello scavo delle fondazioni delle torri. Nella realizzazione della nuova viabilità, il deposito delle terre avverrà per la totalità delle volumetrie prodotte relativamente ai materiali per il rinverdimento delle scarpate, in quanto prodotte nelle prime fasi del lavoro (scotico) e riutilizzati ad opera conclusa; detto deposito avverrà nell'area individuata per la sistemazione delle strutture logistiche e ricovero mezzi. Lo stoccaggio nell'area di deposito dei materiali riutilizzabili per il corpo del rilevato potrà invece risultare poco significativo in quanto il parallelismo tra le operazioni di sbancamento e quelle di costruzione del rilevato potrà consentire il diretto trasporto del materiale idoneo tra i punti di scavo e quello di riallocaimento, riducendo pertanto le necessità di stoccaggio. In ogni caso il deposito del terreno per la costruzione del corpo stradale avverrà in cumuli di altezza media non superiore a 2,50/3,00 metri. Nel caso delle terre per la rinaturalizzazione, queste verranno allocate mediante cumuli di altezza di non più di 1,50/2,00 metri.

#### 4. SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO ELETTRICO AEROGENERATORE

Tale specifica racchiude le caratteristiche necessarie al dimensionamento dell'impianto all'interno dell'aerogeneratore comprensivo di:

- Dati tecnici sistema di conversione (trasformatore);
- Dati tecnici del quadro MT;
- Dati tecnici del dispositivo di generatore BT

##### 4.1. TRASFORMATORE

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato all'interno della navicella. Di seguito sono riportate le caratteristiche principali del trasformatore:

<b>Type</b>	Liquid filled
<b>Max Current</b>	7.11 kA + harmonics at nominal voltage $\pm$ 10 %
<b>Nominal voltage</b>	30/0.69 kV
<b>Frequency</b>	50 Hz
<b>Impedance voltage</b>	9.5% $\pm$ 8.3% at ref. 6.5 MVA
<b>Loss (<math>P_0</math> / <math>P_{k75^\circ C}</math>)</b>	4.77/84.24 kW
<b>Vector group</b>	Dyn11
<b>Standard</b>	IEC 60076

*Tabella 4 - Dati del trasformatore BT/MT*

##### 4.2. QUADRO MT

Per ogni aerogeneratore è prevede l'installazione di un Quadro di media tensione (QMT) a bordo macchina per la connessione elettrica alla linea di raccolta interna al parco eolico, nella configurazione a singolo o doppio ingresso, secondo quanto previsto nello schema elettrico unifilare di progetto. Si riportano le principali caratteristiche del quadro MT:

<b>Type</b>	TBD
<b>Rated voltage</b>	20-40,5(Um) kV
<b>Operating voltage</b>	20-40,5(Um) kV
<b>Rated current</b>	630 A
<b>Short time withstand current</b>	20 kA/1s
<b>Peak withstand current</b>	50 kA
<b>Power frequency withstand voltage</b>	70 kV
<b>Lightning withstand voltage</b>	170 kV
<b>Insulating medium</b>	SF <sub>6</sub>
<b>Degree of protection, vessel</b>	IP65
<b>Internal arc classification IAC:</b>	A FL 20 kA 1s
<b>Standard</b>	IEC 62271
<b>Temperature range</b>	-25°C to +45°C

*Tabella 5 - Caratteristiche tecniche del QMT*

##### 4.3. SCOMPARTO ARRIVO/PARTENZA CAVI MT (COLLEGAMENTO AEROGENERATORI)

Ogni aerogeneratore è dotato di uno o più quadri per l'arrivo/partenza di una o più linee di connessione secondo lo schema elettrico unifilare al fine di minimizzare la lunghezza della linea

MT e di migliorare la continuità di servizio.

Si riportano le principali caratteristiche del quadro:

<b>Rated current, Cubicle</b>	630 A
<b>Rated current circuit breaker</b>	630 A
<b>Short time withstand current</b>	20 kA/1s
<b>Short circuit making current</b>	50 kA/1s
<b>Short circuit breaking current</b>	20 kA/1s
<b>Three position switch</b>	Closed, open, earthed
<b>Switch mechanism</b>	Spring operated
<b>Tripping mechanism</b>	Stored energy
<b>Over-current relay</b>	Self-powered
<b>Functions</b>	50/51 50N/51N
<b>Power supply</b>	Integrated CT supply

**Tabella 6 - Caratteristiche tecniche dello scomparto MT**

#### 4.4. DISPOSITIVO DI GENERATORE BT

Il generatore elettrico è un generatore trifase asincrono, a doppia alimentazione con rotore avvolto, collegato a un convertitore PWM di frequenza.

E' molto efficiente ed è raffreddato dallo scambio di area. Il sistema di controllo consente il funzionamento a velocità variabile utilizzando il controllo di intensità di frequenza del rotore.

Le caratteristiche e le funzioni introdotte da questo generatore sono:

- Comportamento sincrono all'interno della griglia;
- Ottimo operatività a qualsiasi velocità del vento, massimizza la produzione e minimizza carichi e rumore, grazie alla variabilità della velocità funzionamento;
- Controllo delle potenza attiva e reattiva attraverso il controllo dell'ampiezza e fase della corrente rotorica;
- Smooth connection and disconnection dalla griglia elettrica.

Il generatore è protetto contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi. La temperatura è monitorata in continuo attraverso prove ai punti sullo statore, sullo bearing and slip ring box.

<b>Type</b>	DFIG Asynchronous
<b>Nominal voltage</b>	690V
<b>Nominal power</b>	6000 kW
<b>Nominal grid frequency</b>	50Hz
<b>Nominal Speed</b>	1120 rpm-6p (50Hz)
<b>Power factor correction</b>	Frequency converter control
<b>Power factor range</b>	0.9 capacitive to 0.9 inductive
<b>Terminals</b>	82 kA

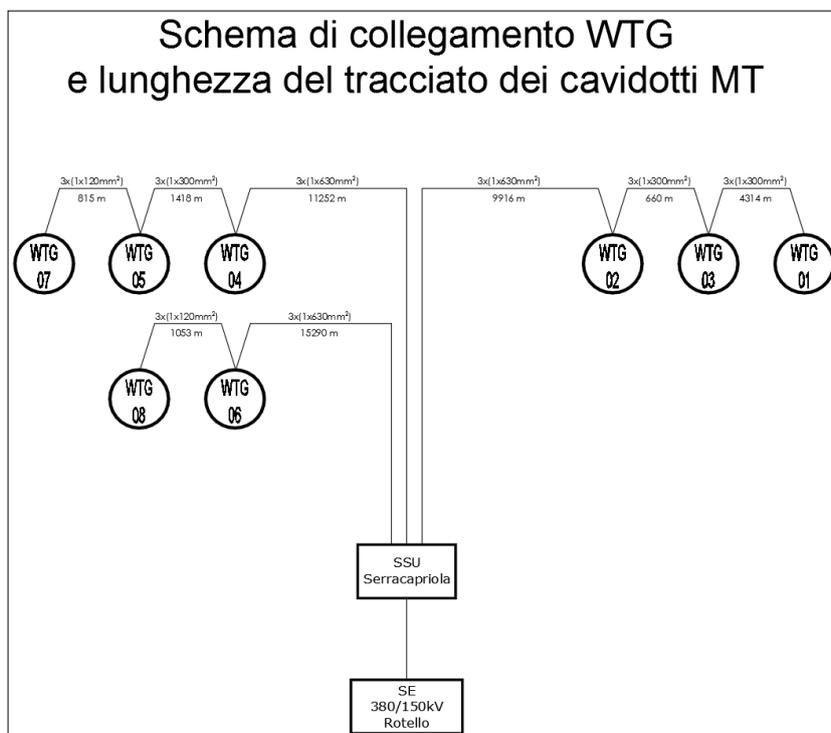
**Tabella 7 - Caratteristiche tecniche Generatore**

## 5. SPECIFICA TECNICA CAVI MT DI COLLEGAMENTO

Il progetto in questione prevede che ciascun aerogeneratore sia elettricamente interconnesso mediante un collegamento di tipo "entra-esce" attraverso un cavo MT all'aerogeneratore successivo, secondo quanto riportato nello schema unifilare presentato nel documento GRE.EEC.D.24.IT.W.15228.00.090.00 – Schema Elettrico Unifilare.

Sia i cavidotti d'interconnessione (cavidotti interni) fra gli aerogeneratori che i cavidotti di vettoriamento (esterno) seguiranno un tracciato sia su strada esistente (strade comunali e/o provinciali) sia strade di nuova realizzazione. All'interno del parco sarà realizzata una rete elettrica con cavi interrati alla tensione di esercizio a 33 kV .

Infine, l'energia prodotta verrà convogliata, per mezzo di un cavo AT, alla nuova Stazione Elettrica della RTN 380/150 kV, come dimostrato nello schema seguente:



I cavi utilizzati saranno del tipo **ARE4H5E 18/30kV** con le seguenti principali caratteristiche:

- conduttore in alluminio con formazione rigida compatta, classe 2;
- semiconduttore interno estruso;
- isolante in XLPE;
- semiconduttore esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo;

I cavi saranno interrati direttamente, la profondità di interramento sarà non inferiore a 1 m.

Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento (in tubazione) di cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

In base alle specifiche tecniche di progetto precedentemente descritte si riportano le verifiche in termini di caduta di tensione operativa lungo le linee elettriche di collegamento, secondo la seguente espressione

$$AV\% = \frac{\sqrt{3}LxI(R\cos\varphi + X\sin\varphi)x100}{U}$$

La formula da applicare per determinare le perdite di potenza sarà:

$$Pp = 3LxRxI^2$$

Dove

AV% = caduta di tensione in %

L = lunghezza della linea in km

I = corrente nominale (A)

R = resistenza elettrica della linea in  $\Omega$ /km

X = reattanza elettrica della linea in  $\Omega$ /km

$\cos\varphi = 0,90$

$\sin\varphi = 0,44$

In tutti i casi, la caduta di tensione operativa risulta inferiore al 2% come richiesto dalle vigenti norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo e modalità di posa".

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato GRE.EEC.R.24.IT.W.14706.00.024.00 – Calcoli preliminari impianti.

### 5.1. MESSA A TERRA DELLO SCHERMO DEI CAVI MT

Lo schermo dei circuiti di media tensione va collegato a terra ad entrambe le estremità.

Tuttavia la norma consente di collegare a terra lo schermo di un cavo, lungo fino a 1 Km, ad una sola estremità nei casi in cui :

- lo schermo, se accessibile, sia considerato a tensione pericolosa all'estremità non collegata a terra e nelle giunzioni;
- la guaina di materiale isolante che ricopre lo schermo sopporti la tensione totale dell'impianto di terra al quale è collegata l'altra estremità.

Nel caso di impianti eolici poiché gli aerogeneratori sono dotati del proprio impianto di terra è consigliabile collegare allo stesso entrambe le estremità del cavo al fine di realizzare una globale equipotenzialità in caso di guasto a terra.

## **5.2. GIUNTI E TERMINALI PER CAVI MT**

I giunti e i terminali sui cavi vanno eseguiti secondo le istruzioni del fabbricante e da personale appositamente istruito. Il giunto e il terminale alterano il campo elettrico radiale nel cavo e costituiscono un punto critico nella tenuta dielettrica.

L'interruzione dello schermo e del semiconduttore ad esso collegato sull'isolante ha un elevato campo elettrico "effetto punta" che potrebbe provocare in breve tempo il cedimento dell'isolante stesso. Si riduce il campo elettrico mediante una guaina di materiale con costante dielettrica maggiore di quella dell'isolante primario del cavo.

## 6. SPECIFICHE TECNICHE CAVI AT

Per l'immissione dell'energia prodotta dal parco eolico alla RTN sarà necessario realizzare un collegamento in antenna tra la sottostazione di trasformazione 150/33 kV e il nuovo stallo AT a 150 kV della futura stazione elettrica (S.E.) della RTN a 380/150 kV di Terna S.p.A. per mezzo di elettrodotto AT a 150 kV.

Le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in alta tensione sono le seguenti:

- Sistema elettrico 3 fasi – c.a.
- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Categoria sistema A

L'elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche principali:

Tensione nominale	150 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Potenza trasportata	220 MVA
Isolamento	XLPE
Sezione del conduttore	1200 mm <sup>2</sup>
Portata in corrente	Circa 950 A (*)

(\*) per una potenza di circa 220 MV,  $\cos\varphi$  0,90

La sezione impegnata è stata scelta sulla base della potenza trasportabile prevista in relazione agli scenari di condivisione dello stallo AT con altri produttori come indicato nella STMG ricevuto da terna. Tali dati potranno subire adattamenti dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

## 7. SPECIFICA TECNICA SOTTOSTAZIONE AT/MT

La realizzazione della nuova Sottostazione di trasformazione AT/MT si rende necessaria per consentire l'immissione nella Rete Elettrica Nazionale (RTN), a tensione 150 kV, l'energia prodotta dal parco eolico in questione.

La Sottostazione di trasformazione è composta da una sezione a AT e da una sezione a MT.

La sezione AT-150 kV è del tipo unificato TERNA con isolamento in aria ed è costituita da:

- N°1 sistema sbarra AT;
- N°1 stallo linea (in condivisione con altri produttori)
- N°1 stallo di trasformazione di proprietà della società Enel Green Power Italia S.r.l.;
- N°2 stalli di trasformazione (altri produttori);

Lo stallo linea, in condivisione con altri produttori, sarà equipaggiato con:

- N°1 terna di Terminali per cavo AT;
- N°1 terna di scaricatori di sovratensione AT;
- N°1 terna di trasformatori di tensione per esterno con tre secondari (misure, protezione e misure fiscali);
- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV senza lame di messa a terra;
- N°1 terna di trasformatori di corrente, unipolari isolati in gas SF<sub>6</sub> con quattro secondari (misure e protezioni);
- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV con lame di messa a terra;
- n. 1 interruttore unipolare per esterno in SF<sub>6</sub>;

Lo stallo di trasformazione di proprietà della società Enel Green Power Italia S.r.l. sarà equipaggiata con:

- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV con lame di messa a terra;
- N°1 terna di trasformatori di corrente, unipolari isolati in gas SF<sub>6</sub> con quattro secondari;
- N°1 terna di trasformatori di tensione con quattro secondari;
- N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno;
- N° 1 trasformatore trifase di potenza 150/33 kV, 63 MVA, ONAN/ONAF.

### 7.1. SPECIFICA TECNICA QUADRI MT

I quadri MT saranno installati all'interno dell'edificio della Sottostazione di proprietà della società Enel Green Power Italia S.r.l.

Il Quadro MT sarà equipaggiato con:

- N°1 scomparto arrivo trasformatore di potenza MT/AT, con interruttore, TA, TV, relè a microprocessore per le protezioni max. I (51N(67I) - 59N) e con le misure di A, V, W VAR, cosfi, frequenza;
- N°3 scomparti di arrivo linea dal parco eolico, con interruttori, TA, relè a microprocessore per le protezioni max. I (51/50-51/50N/51/LLB -67N - MFM);
- N°1 scomparto misure con TV.
- N° 1 scomparto arrivo trasformatore ausiliario BT/MT.

- N°1 scomparto di arrivo dal Capacitor Bank con interruttore, TA, relè a microprocessore per le protezioni max. I (51/50-51/50N/51/LLB- MFM);
- N° 1 scomparto di arrivo dal SHUNT Reactor con interruttore, TA, relè a microprocessore per le protezioni max. I (51/50-51/50N/51/LLB- MFM).

Di seguito le caratteristiche elettriche della sezione MT:

- Tensione nominale 36 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale
- 50 Hz/1 min valore efficace 50 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico
- 1,2 / 50 microsec. valore di picco 170 kV
- Tensione di esercizio 33 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- N° fasi 3
- Corrente nominale sbarre principali 1250A
- Corrente nominale sbarre derivazione 630/1250A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 20 kA
- Corrente nominale di picco 50 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla V nominale 20 kA
- Durata nominale del corto circuito 3 sec.

## **8. SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO**

### **8.1. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO**

Il sistema di protezione, comando e controllo provvederà alla sicura ed efficiente gestione sia dei singoli componenti che dell'impianto visto nel suo insieme, garantendone in ogni istante le proprietà di controllabilità, osservabilità e raggiungibilità.

La controllabilità consiste nella possibilità di analizzare in tempo reale o differito lo stato dell'impianto, attraverso la conoscenza delle variabili acquisite (stati, misure, allarmi, eventi, trasferimento di file).

L'osservabilità definisce la possibilità di estrarre informazioni dall'impianto stesso.

La raggiungibilità implica la possibilità di poter interagire con l'impianto (tramite comandi e regolazioni).

Le suddette proprietà consentiranno l'espletamento delle seguenti attività:

- a) Conduzione: attuazione delle manovre di esercizio normale e di emergenza avvalendosi della conoscenza in tempo reale dello stato dell'impianto;
- b) Teleconduzione: remotizzazione totale o parziale dell'attività di conduzione;
- c) Telecontrollo: invio al sistema di controllo centralizzato del cliente di informazioni in tempo reale (stati, eventi, allarmi, misure) o in tempo differito;
- d) Manutenzione: operazioni ed interventi atti a conservare, migliorare o ripristinare il livello di efficienza dell'impianto.

Per sistema di comando e controllo si intende il complesso degli apparati e circuiti predisposti a fini di comando degli organi di protezione, di registrazione locale, di misura, di rilevazione di segnali di stato, di anomalia, di perturbazione, di sintesi degli stessi, di segnalazione sui quadri locali di comando, di interfacciamento con gli apparati di comando e controllo remoti. La Norma CEI 11 - 1 indica alcuni requisiti generali del sistema di protezione, comando e controllo riferito ai seguenti aspetti:

- a) Funzionali (es. funzioni di protezione, manovre elementari, sequenze logiche, controlli ed interblocchi, grandezze processate, segnalazioni visive, etc.);
- b) Di configurabilità, parametrizzazione e taratura (campi di regolazione, parametri regolabili, I/O, etc.)
- c) Di precisione;
- d) Di autodiagnostica, monitoraggio interno ed interfaccia uomo-macchina (MMI);
- e) Di compatibilità, in termini di interfacce e comunicazione, con altri sistemi.

Il sistema di comando, di tipo modulare e di facile espandibilità, avrà di base la seguente filosofia:

- a) dovrà ottimizzare l'uso dello stallo minimizzando il numero di manovre nel massimo rispetto della sicurezza;
- b) dovrà permettere quante più manovre possibili (al limite tutte) anche dalla centrale di controllo remota, condizionando tali manovre con opportuni interblocchi hardware e software, di modo che la teleconduzione avvenga in massima sicurezza, evitando

manovre con personale presente in stazione o addirittura in campo.

Pertanto la teleconduzione da centro remoto sarà verificata e subordinata ad effettive condizioni di sicurezza per il personale addetto. Più in generale la possibilità di diverse modalità di comando impone un coordinamento tra di esse: non sarà possibile la presenza contemporanea di due modalità di comando ed eventualmente sarà definito un livello di priorità.

Le manovre devono essere condizionate da interblocchi che evitino sequenze pericolose per il personale, dannose per gli organi stessi o comunque incompatibili per il loro stato;

Il comando interruttori proveniente dalle protezioni utilizzerà una via diretta e indipendente dalle altre: a prescindere dalla possibilità di comando remoto, le apparecchiature saranno predisposte per poter governare l'impianto in locale a livello di stallo. La conduzione locale avverrà da opportuno pannello di comando installato all'interno del locale comando e controllo dell'edificio utente.

In pratica il comando e controllo dell'impianto avverrà su tre livelli:

- a. livello di stallo;
- b. livello di stazione;
- c. livello remoto.

Le funzioni di acquisizione dati, monitoraggio locale e comando, interblocchi, protezione, sono collocati a livello di stallo. Le funzioni di supervisione, monitoraggio, comando, registrazione di eventi e allarmi, reporting storico, diagnosi sono collocate a livello di stazione. I due livelli comunicheranno fra loro tramite opportuno sistema. Tipicamente la connessione fisica avviene tramite porta seriale, tra il pannello del livello di stallo e il computer server del livello di stazione.

Inoltre tale computer server sarà collegato tramite rete geografica (ADSL) al livello remoto in cui saranno collocate le stesse funzioni del livello di stazione ovvero le funzioni di supervisione, monitoraggio, comando, registrazione di eventi e allarmi, reporting storico e diagnosi.

Il livello di stallo è fisicamente rappresentato da un pannello di controllo (componente di classe secondaria) direttamente collegato con gli organi di manovra, TA e TV (componenti di classe primaria), installato nel locale comando e controllo.

Il livello di stazione sarà fisicamente rappresentato da un computer server, in cui saranno installati opportuni software che permetteranno di acquisire i dati provenienti dal livello inferiore, elaborarli ed impartire comandi ai dispositivi di livello inferiore stessi.

Anche il livello remoto sarà fisicamente rappresentato da un computer server con gli opportuni software di acquisizione ed elaborazione dati e per l'invio di segnali di comando, è sarà installato nella centrale di controllo remota.

Gli apparati a livello di stallo sono di classe primaria (apparecchi di manovra, TA e TV) e classe secondaria (componenti dedicati alla protezione e controllo dei componenti primari).

Pertanto ciascun componente di classe primaria dovrà essere "accessoriato" con componenti di classe secondaria. Tali componenti dovranno "dialogare" fra loro e con il livello superiore (livello di stazione), che comprende l'apparecchiatura di supervisione e monitoring. Il protocollo di

interfaccia dovrà essere tale da assicurare la comunicazione con il PC-server del livello di stazione.

Pertanto, l'accesso all'intera stazione avviene attraverso le apparecchiature a livello di stallo di "classe secondaria", intendendo per accesso l'acquisizione di dati e la possibilità di impartire comandi.

Le principali funzioni che genericamente sono denominate di "protezione e controllo" sono:

- a. Protezione
- b. Misure
- c. Monitoring
- d. Supervisione
- e. Controllo

I dispositivi a livello di stallo (dispositivo di controllo e supervisione, relé di protezione, trasduttori), sono fisicamente installati in un unico pannello installato nel locale di comando e controllo.

Il dispositivo a livello di stallo dovrà assicurare almeno le seguenti funzioni base:

- a. Monitoraggio locale
- b. Comando
- c. Ordini di apertura/chiusura
- d. Interblocchi
- e. Richiusura automatica unipolare, tripolare, uni-tripolare
- f. Clock interno
- g. Informazioni su data e ora (leggibili a livelli superiori)
- h. Gestione di eventi e allarmi
- i. Funzioni di controllo

Pertanto, oltre ad acquisire ed elaborare i segnali binari di ingresso provenienti dai dispositivi di misura e protezione, detto pannello di stallo, sarà equipaggiato con un modello di comando per inviare gli ordini di apertura/chiusura all'apparecchiatura di manovra.

I dispositivi a livello di stallo per il controllo e la supervisione dell'apparecchiatura primaria, acquisiranno direttamente i dati delle apparecchiature primarie stesse, tipicamente con tecnologia convenzionale, cioè fili e contatti.

Funzioni software, normalizzate o adattate alle esigenze del cliente, quali il comando degli apparecchi AT, gli interblocchi, la richiusura automatica, saranno effettuate a livello di stallo con lo stesso hardware del pannello di controllo.

Il sistema così progettato con un livello di stallo rappresentato da un terminale di controllo (componente di classe secondaria) direttamente collegato con gli organi di manovra, TA e TV (componenti di classe primaria), assicurerà anche nel caso di perdita della comunicazione tra i due livelli (livello di stallo e livello di stazione):

- a. Funzionalità della protezione
- b. Controllo dell'apparecchiatura primaria

- c. Monitoraggio dello stato dell'apparecchiatura primaria
- d. Visualizzazione degli allarmi più importanti a livello di stallo.

inoltre si provvederà affinché opportune sicurezze evitino manovre da remoto in concomitanza di presenza di operatori in campo.

Le soluzioni realizzative proposte dovranno essere individuate nel rispetto dei seguenti requisiti:

- a. Aderenza agli standard internazionali tecnici e di mercato (MMI, importazione/esportazione dei dati, protocolli di commutazione);
- b. Interoperabilità, al fine di minimizzare lo sforzo di integrazione tra apparati di costruttori o serie costruttive diversi;
- c. Remotizzazione delle funzioni diagnostiche e di configurazione degli apparati;
- d. Modularità ed adattabilità delle apparecchiature a diverse configurazioni/espansioni di impianto;
- e. Gestione flessibile degli aggiornamenti (scalabilità);
- f. Affidabilità;
- g. Adeguatezza delle prestazioni;
- h. Conformità alla normativa internazionale di riferimento in termini di compatibilità elettromagnetica, immunità, caratteristiche elettriche e meccaniche;
- i. Compatibilità con il sistema di controllo del Cliente;

## 9. SISTEMA SERVIZI AUSILIARI

### 9.1. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE ALTERNATA

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- n°1 trasformatore di distribuzione, 100 KVA, 33 / 0,4 KV, isolamento in RESINA;
- n°1 quadro di distribuzione 400 / 230 V.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- quadro BT edificio (prese F.M. interne, illuminazione interna );
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore;
- resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando;
- raddrizzatore.

### 9.2. CARATTERISTICHE DEL TRASFORMATORE DI DISTRIBUZIONE:

- potenza nominale 100 KVA
- rapporto nominale 30+-2x2,5% / 0,4 KV
- tensione di c.to c.to 4 %
- collegamento Dyn11
- numero avvolgimenti 2
- isolamento in RESINA
- raffreddamento naturale in aria
- esecuzione a giorno per interno
- n.2 morsetti di terra

### 9.3. CARATTERISTICHE E COMPOSIZIONE DEL QUADRO BT IN CORRENTE ALTERNATA:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale 1000 V
- Tensione esercizio 400/230 V
- Corrente nominale 160 A
- Corrente c.to c.to 16 KA
- Forma 2
- Grado di protezione IP30

### 9.4. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da:

- N°1 raddrizzatore carica batteria a due rami;
- N°1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità 150 Ah alla scarica di 10 ore.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- motori interruttori e sezionatore AT;
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.

### 9.5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL RADDRIZZATORE:

N°1 raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatti per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V cc ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità di 150Ah alla scarica in 10 ore.

Caratteristiche elettriche principali:

#### Alimentazione c.a.:

- tensione nominale trifase 400 V ca +- 10 %
- frequenza 50Hz +- 5%
- Erogazione c.c ramo utenze:
- tensione alle utenze 110 V, stabilizzato a +/-1%
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%

#### Erogazione c.c ramo batteria:

- carica di mantenimento 2,27 V/elemento
- carica a fondo 2,4 V/elemento
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%
- funzionamento automatico, caratteristica IU

#### Strumenti:

- voltmetro e amperometro sul carico
- voltmetro e amperometro sulla batteria

#### Segnalazioni luminose e allarmi a morsettiera:

- rete regolare
- batteria in carica a fondo
- batteria in carica di mantenimento
- minima tensione batteria
- avaria erogazione
- sovraccarico
- sovratemperatura
- Sovratensione

#### Caratteristiche di funzionamento del Raddrizzatore

Il raddrizzatore carica batterie è a due rami (ramo batteria RB, ramo impianto RS), adatto all'alimentazione continua dei carichi permanenti e alla contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori al Pb ermetici. Nelle condizioni normali il ramo RS alimenta i servizi ausiliari e il ramo RB ricarica la batteria. In caso di mancanza di rete o a una qualsiasi avaria, la batteria sarà commutata senza soluzione di continuità sull'impianto. Nel caso di avaria del ramo RS , il carico sarà trasferito al ramo RB con batteria in pieno tampone. Nella eventualità di avaria del ramo RB, la batteria verrà commutata sul ramo RS, il quale modificherà automaticamente la sua tensione in modo da predisporre in carica di mantenimento della stessa.

### **Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua:**

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione esercizio 110 V + - 10%
- Corrente nominale 250 A
- Corrente c.to c.to 10 KA
- Forma 2
- Grado protezione IP30

e sarà composto da:

- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A segnalazione scatto.
- relè minima tensione, relè polo a terra, voltmetro e amperometro, interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

### **Caratteristiche batteria:**

n.1 batteria di accumulatori ermetici al piombo con le seguenti caratteristiche principali:

- tensione nominale: 108V
- capacità nominale: 150 Ah alla scarica in 10 ore
- tipo: FIAMM SLA o equivalente
- vita attesa: 12 anni

La batteria, costituita da n.27 monoblocchi da 4V ciascuno, sarà contenuta in un apposito armadio metallico e sarà fornita completa dei normali accessori d'uso. L'armadio batteria sarà installato vicino al raddrizzatore.

## 10. GRUPPO ELETTROGENO

Gruppo elettrogeno con potenza nominale 30 kVA in servizio di emergenza dotato di quadro di commutazione automatica e serbatoio incorporato.

## 11. CAVI BT

Cavi ausiliari multipolari con conduttori in corda flessibile in rame isolato in R16 sotto guaina di PVC tipo FG16OR16 0,6/1kV, secondo la norma CEI 20-22, sezione minima 2,5mm<sup>2</sup>, per realizzare le connessioni ausiliarie tra le apparecchiature AT stazione utente di nuova fornitura ed i rispettivi armadi MK (ove presenti), il quadro controllo e protezioni, il quadro MT, le batterie, il raddrizzatore, i quadri S.A e le cassette TV.

### 11.1. ILLUMINAZIONE NORMALE E FORZA MOTRICE DELLA CABINA DI CONSEGNA

L'impianto di illuminazione normale sarà realizzato con tecnologia a Led, con lampade 36W o 58W, reattore elettronico, montate a soffitto.

L'impianto di distribuzione forza motrice sarà realizzato con gruppo prese interbloccate.

L'impianto elettrico sarà a vista utilizzando:

- tubi in PVC serie pesante, autoestinguente.
- cassette PVC
- conduttori FS17

### 11.2. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con 1 lampada 20 W, reattore elettronico con inverter, montate a soffitto.

L'impianto elettrico sarà a vista utilizzando:

- tubi in PVC serie pesante, autoestinguente.
- cassette PVC
- conduttori FS17

### 11.3. IMPIANTO CONTROLLO ACCESSI ED ANTINTRUSIONE

L'area utente e i fabbricati saranno protetti dall'ingresso da persone non autorizzate tramite un sistema di antintrusione, composto da:

- Barriere perimetrali
- Contatti sulle porte di accesso
- Sirena
- Centrale elettronica di allarme

L'area utente sarà dotata di impianto di una videosorveglianza con telecamere a colori e sarà dotato di videoregistratore digitale con capacità di stoccaggio immagine di 24h e sarà collegato su rete internet.

## 12. RETE DI TERRA

Le specifiche tecniche per la realizzazione dell'impianto di terra devono seguire le indicazioni previste dalla seguente normativa di riferimento:

- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra per sistemi di I, II, III categoria"
- Norma CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifase a corrente alternata"
- Requisiti delle stazioni elettriche di Terna con tensioni superiori a 120kV.

Per un corretto dimensionamento della rete di terra è necessario richiedere all'ente distributore le correnti di guasto monofase e bifase a terra e i relativi tempi di intervento delle protezioni al fine di poter coordinare il sistema di protezione del distributore (TERNA) con quello dell'utente. Tali informazioni vengono specificate solo in fase di progettazione esecutiva (fase successiva all'accettazione della STMD da parte dell'utente) e quindi una volta determinato l'effettivo punto di consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto.

In questa fase della progettazione si è comunque sviluppata una prima ipotesi di rete di terra globale seguendo le norme sopra richiamate.

### 12.1. RETE DI TERRA AEROGENERATORI

Il trasformatore elevatore di tensione avrà il primario collegato a stella, con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica. La connessione alla rete elettrica dovrà quindi essere eseguito in configurazione TN-S.

L'impianto di messa a terra deve essere predisposto in sede di realizzazione delle fondazioni e con collegamento ai ferri d'armatura. Esso sarà costituito da un conduttore di rame nudo con sezione adeguata posto orizzontalmente ad un metro di distanza dalla fondazione e ad una profondità adeguata, che segue il perimetro della struttura fino a richiudersi su se stesso; esso sarà inoltre integrato con due/quattro picchetti di messa a terra in acciaio ramato della lunghezza di 6 m ciascuno e del diametro di almeno 14 mm, piantati verticalmente in posizioni diametralmente opposte rispetto alla torre. Il conduttore circolare viene collegato a due perni di fissaggio alla fondazione, sui lati opposti della torre, ed agli stessi punti si conetterà il quadro di controllo a base torre.

La disposizione dell'impianto di messa a terra ad anello chiuso attorno alla struttura limita la tensione di passo e contatto per le persone eventualmente presenti alla base della torre in caso di fulminazione diretta della struttura stessa ed, allo stesso tempo, i picchetti verticali accoppiati al medesimo impianto facilitano l'ottenimento di un basso valore della resistenza complessiva di terra.

### **12.2. RETE DI TERRA CONNESSIONE AEROGENERATORI**

All'interno della canalizzazione per la posa dei cavi di media tensione interrata per il collegamento "entra - esci" fra gli aerogeneratori, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione adeguata per la connessione tra le diverse reti di terra degli aerogeneratori.

### **12.3. RETE DI TERRA SOTTOSTAZIONE UTENTE**

Per la progettazione dell'impianto di terra si deve fare riferimento ad un insieme di dati che dipendono dalle caratteristiche di alimentazione e di quelle del sito di installazione della cabina.

I principali parametri di riferimento di cui si deve disporre sono:

- la corrente massima di guasto a terra (IF);
- il tempo di eliminazione del guasto (tc);
- le tensioni di contatto e di passo tollerabili (UTP, USP);
- la configurazione e le caratteristiche della rete di alimentazione in media tensione;
- il luogo in cui l'impianto di terra deve essere realizzato;
- l'area da proteggere, (forma e caratteristiche del terreno);
- eventuali vincoli in relazione alla messa a terra del neutro in bassa tensione.

Nella progettazione, al fine di tenere conto di possibili variazioni nel tempo dei citati parametri, è opportuno scegliere gli stessi in relazione alle condizioni più sfavorevoli che si possono verificare.

Il tipo di impianto da realizzare dipende dalle caratteristiche morfologiche del terreno dell'area da proteggere, che possono influenzarne fortemente il valore di resistività (es. presenza di rocce, profondità del terreno vegetale, ecc.). Poiché la resistività può inoltre variare anche nel tempo, per il progetto è necessario effettuare più rilievi nell'area interessata per stabilire conseguentemente un valore medio di riferimento. Per terreni non omogenei è necessario scegliere un valore di resistività di riferimento prudenziale, leggermente più elevato del valore medio (almeno 1,5 volte).

In base al tipo di cabina da realizzare è possibile individuare il dispersore da utilizzare e la disposizione dei conduttori del dispersore. I dispersori non devono essere facilmente deteriorabili per effetto dell'umidità o per l'azione chimica del terreno, e devono mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche elettriche.

Solitamente, per le cabine si utilizzano dispersori ad anello che consentono di ottenere con maggiore facilità basse resistenze di terra. L'anello viene realizzato interrando un conduttore nudo (tondino, corda o piattina di acciaio zincato a caldo o di rame o di acciaio ramato) intorno alla fondazione della cabina ad una profondità di almeno 0,5 m. Questo tipo di dispersore può essere integrato con spandenti e picchetti per ridurre, ove necessario, la resistenza di terra. È opportuno che i picchetti siano collocati in pozzetti ispezionabili, con coperchi isolanti per evitare pericolose tensioni di passo.

I conduttori di terra si dipartono dal collettore e vanno a collegare le masse da mettere a terra. Le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori a 16 mm<sup>2</sup> se di rame, 35 mm<sup>2</sup> se

d'alluminio, 50 mm<sup>2</sup> se d'acciaio. I conduttori di terra devono avere percorsi brevi ed essere posati preferibilmente nudi.

Vanno collegati all'impianto di terra i seguenti elementi metallici:

- ripari di protezione dei circuiti MT;
- -la carpenteria metallica degli scomparti MT;
- -il cassone del trasformatore MT/BT per servizi ausiliari;
- -la carcassa dei TA e TV ed un polo del circuito secondario;
- -i telai dei sezionatori di terra;
- -le intelaiature di supporto degli isolatori;
- i terminali e le guaine dei cavi MT provenienti dalla cabina di raccolta;
- i cavi di rame nudo per la connessione della rete di terra tra la cabina di raccolta e la cabina di consegna;
- gli organi di manovra manuale delle apparecchiature;
- i quadri porta sbarre BT e porta interruttori;
- gli interruttori BT;
- la cassa dei condensatori BT;

Si devono collegare all'impianto di terra anche le parti metalliche e le strutture di notevole estensione come porte, finestre, griglie di aerazione, scale, parapetti di protezione, lamiere copri cunicoli.