



# AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO GALLURA

Titolo elaborato:

### DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

LT	RB	GD	EMISSIONE	12/07/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	
<b>PROPONENTE</b>  <b>SARDEGNA PRIME S.R.L.</b> VIA A. DE GASPERI N. 8 74023 GROTTAGLIE (TA)			<b>CONSULENZA</b>  <b>GE.CO.D'OR S.R.L.</b> VIA A. DE GASPERI N. 8 74023 GROTTAGLIE (TA)  <b>PROGETTISTA</b> ING. GAETANO D'ORONZIO VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)			
Codice LTEG028			Formato A4	Scala /	Foglio 1 di 59	

**INDICE**

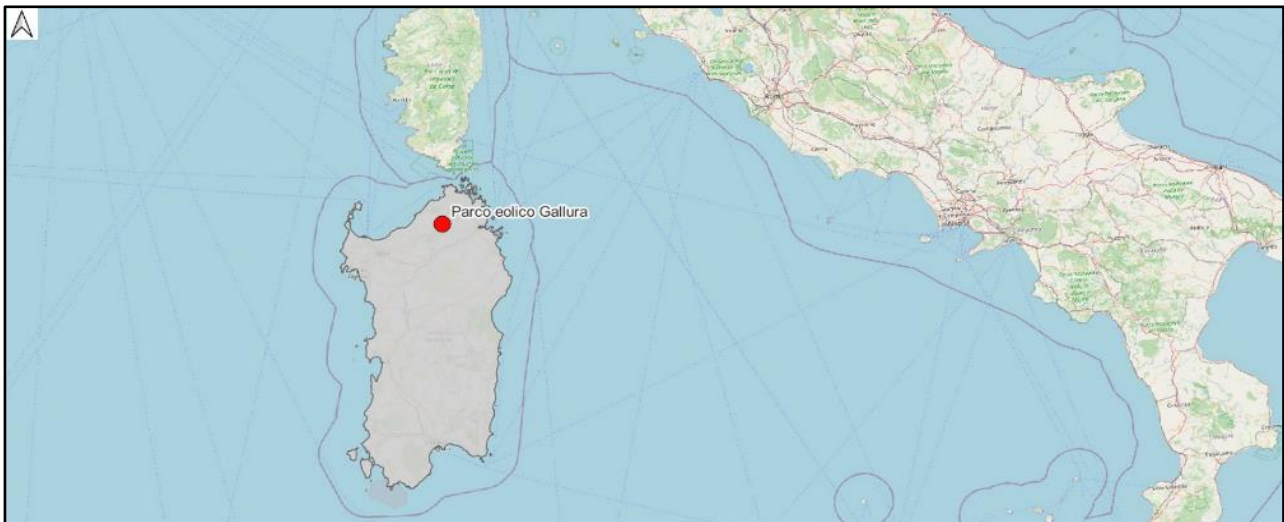
<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AEROGENERATORE</b>	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	<b>Caratteristiche meccaniche dei componenti</b>	<b>12</b>
3.1.1.	Rotore	12
3.1.2.	Pale	12
3.1.3.	Mozzo o hub	13
3.1.4.	Navicella	14
3.1.5.	Supporto e albero principale	14
3.1.6.	Sistema di imbardata	14
3.1.7.	Torre	15
<b>3.2.</b>	<b>Caratteristiche elettriche dei componenti</b>	<b>15</b>
3.2.1.	Generatore	15
3.2.2.	Convertitore	15
3.2.3.	Trasformatore	15
<b>3.3.</b>	<b>Impianto di condizionamento termico</b>	<b>16</b>
<b>3.4.</b>	<b>Sistema ausiliari</b>	<b>16</b>
<b>3.5.</b>	<b>Sensori del vento</b>	<b>17</b>
<b>3.6.</b>	<b>Sistema di controllo</b>	<b>17</b>
<b>3.7.</b>	<b>Sistema frenante</b>	<b>17</b>
<b>3.8.</b>	<b>Sistema di rilevamento fumi</b>	<b>17</b>
<b>3.9.</b>	<b>Sistema di protezione dai fulmini</b>	<b>18</b>
<b>3.10.</b>	<b>Rete di terra aerogeneratore</b>	<b>18</b>
<b>3.11.</b>	<b>Accesso all'aerogeneratore</b>	<b>19</b>
<b>3.12.</b>	<b>Colori delle parti di aerogeneratore</b>	<b>19</b>
<b>3.13.</b>	<b>Condizioni di impiego</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>FONDAZIONI AEROGENERATORI</b>	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>VIABILITA' E PIAZZOLE</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>QUADRI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE DEGLI AERONENERATORI</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELLE LINEE IN MEDIA TENSIONE</b>	<b>26</b>
<b>8.</b>	<b>CAVI ELETTRICI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE</b>	<b>30</b>
<b>9.</b>	<b>COESISTENZA TRA I CAVI ELETTRICI INTERRATI E COLLEGAMENTI INTERRATI DI ALTRA NATURA</b>	<b>33</b>

9.1.	Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni	33
9.2.	Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche	34
9.3.	Incroci di cavi	34
10.	COLLEGAMENTO IN FIBRA OTTICA	35
11.	IMPIANTO DI TERRA	35
12.	STAZIONE IN CONDIVISIONE E STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 150/33 KV	36
12.1.	Descrizione Stazione Elettrica Utente	37
12.2.	Apparecchiature AT 150 KV	38
12.3.	Sistemi di misura	39
12.4.	Sistema di automazione	39
12.5.	Sistema di protezione	39
12.6.	Servizi ausiliari	39
12.7.	Rete di terra	40
12.8.	Edificio di comando e controllo	40
12.9.	Analisi del rischio elettrocuzione	41
12.10.	Rete di smaltimento acque bianche e nere	42
12.11.	Opere civili	43
13.	IMPIANTO BESS (Battery Energy Storage System)	43
13.1.	Descrizione generale	43
13.2.	Caratteristiche dei container	45
13.3.	Caratteristiche delle batterie	46
13.4.	Collegamento del sistema di conversione MT	46
13.5.	Funzionalità dell'impianto BESS	47
13.6.	Supervisione e sistema di controllo	47
13.7.	Configurazione finale dell'impianto	49
13.8.	Processo di smaltimento dell'impianto	51
13.9.	Scelta materiali di realizzazione opere architettoniche	51
13.10.	Gestione delle acque	52
13.11.	Sistema antincendio	52
13.12.	Impianto di terra	53
14.	CAVO ELETTRICO INTERRATO IN ALTA TENSIONE	53
15.	STALLO ARRIVO PRODUTTORE	54
16.	VOLUMETRIE PREVISTE TERRE E ROCCE DA SCAVO	57

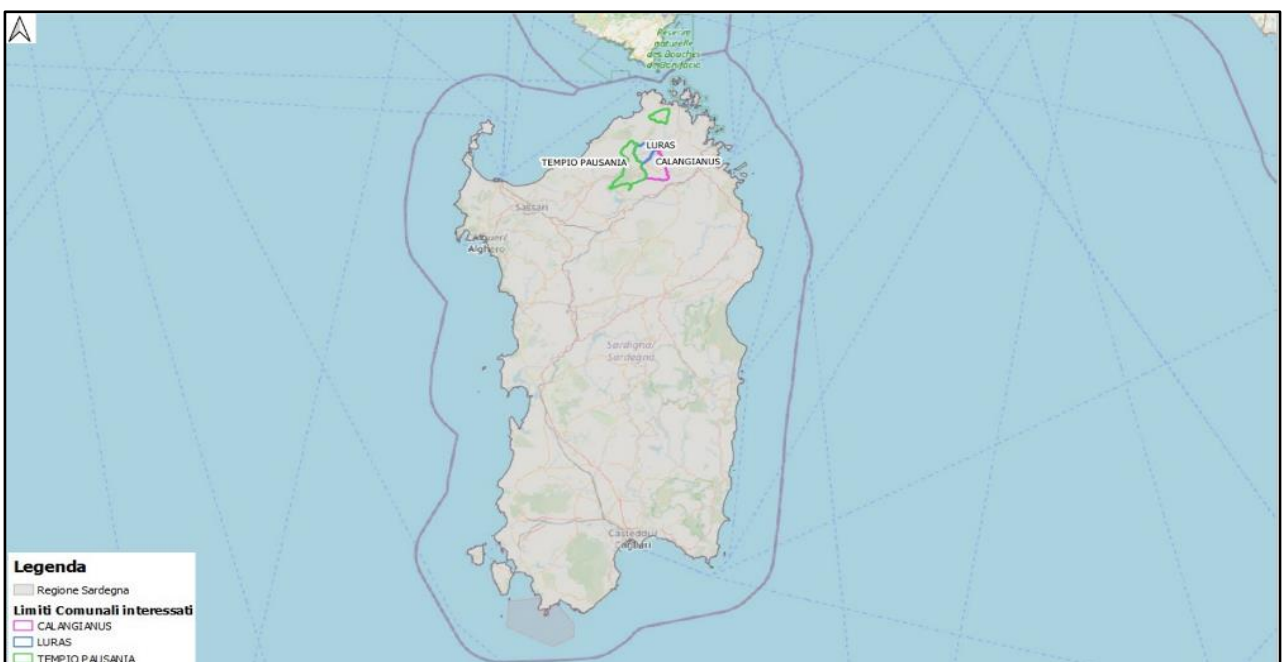
## 1. PREMESSA

La “Sardegna Prime s.r.l.” è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Sardegna, denominato “**Parco Eolico Gallura**”, nel territorio del Comune di Luras e Tempio Pausania (Provincia di Sassari) con punto di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna “Tempio” 150 kV nel Comune di Calangianus (SS).

A tale scopo la Ge.co.D’Or. s.r.l., società italiana impegnata nello sviluppo di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili con particolare focus nel settore dell’eolico e proprietaria della suddetta società, si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l’esercizio del suddetto impianto eolico e della relativa Valutazione d’Impatto Ambientale (VIA).



**Figura 1.1:** Localizzazione Parco Eolico Gallura



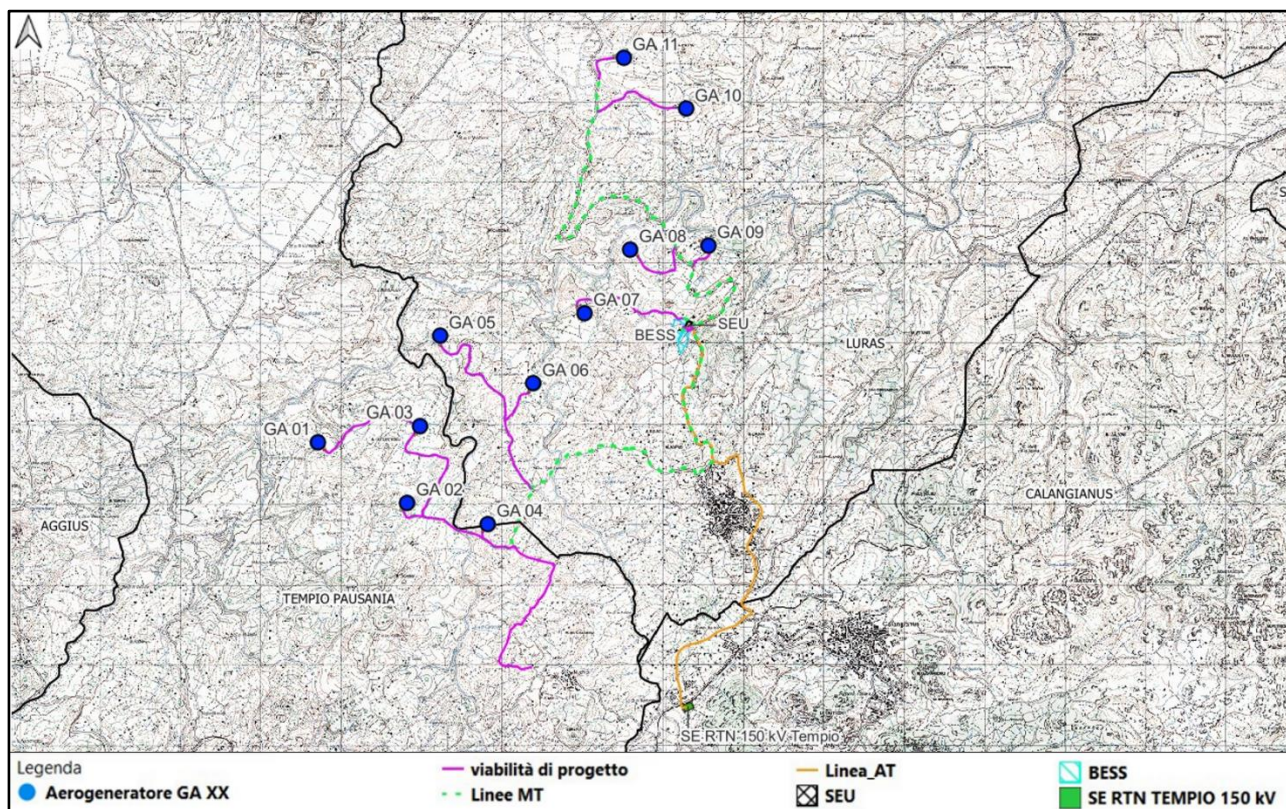
**Figura 1.2:** Localizzazione Parco Eolico Gallura con individuazione dei Comuni interessati

Nella seguente trattazione è dapprima fornita la descrizione generale d'impianto, successivamente sono descritti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi di progetto in relazione alle relative caratteristiche, alla forma e alle principali dimensioni dell'intervento e ai componenti previsti.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto eolico presenta una potenza nominale totale in immissione pari a 144 MW ed è costituito da 11 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MW (modello Vestas V172 con altezza torre pari a 114 m e rotore pari a 172 m), per una potenza complessiva installata pari a 79,2 MW, e un sistema di accumulo di energia (BESS, Battery Energy Storage System) di potenza pari a 64,8 MW.

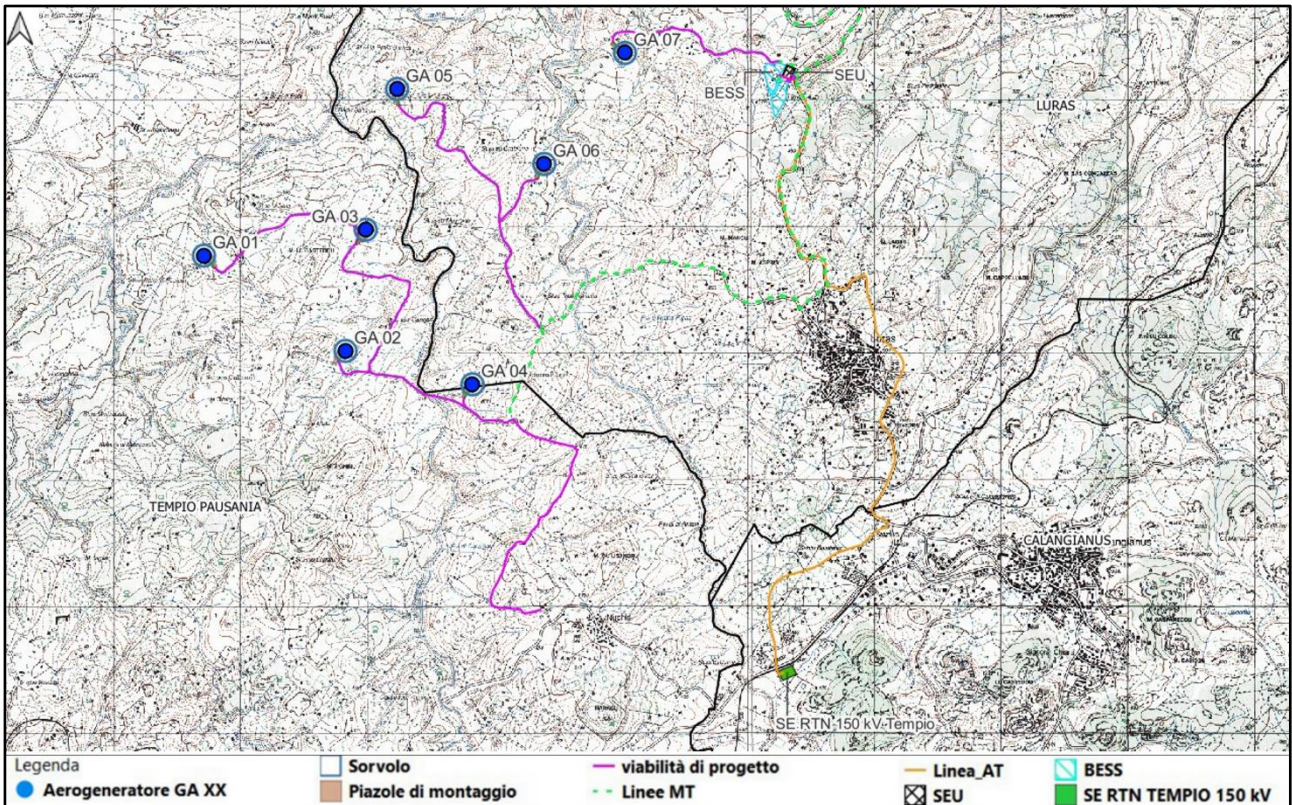
L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Tempio Pausania (SS), ove ricadano 3 aerogeneratori, il Comune di Luras (SS), ove ricadono 8 aerogeneratori, il BESS e la Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, e il Comune di Calangianus (SS), dove ricade la Stazione Elettrica (SE) RTN Terna 150 kV "Tempio" (Figura 2.1).



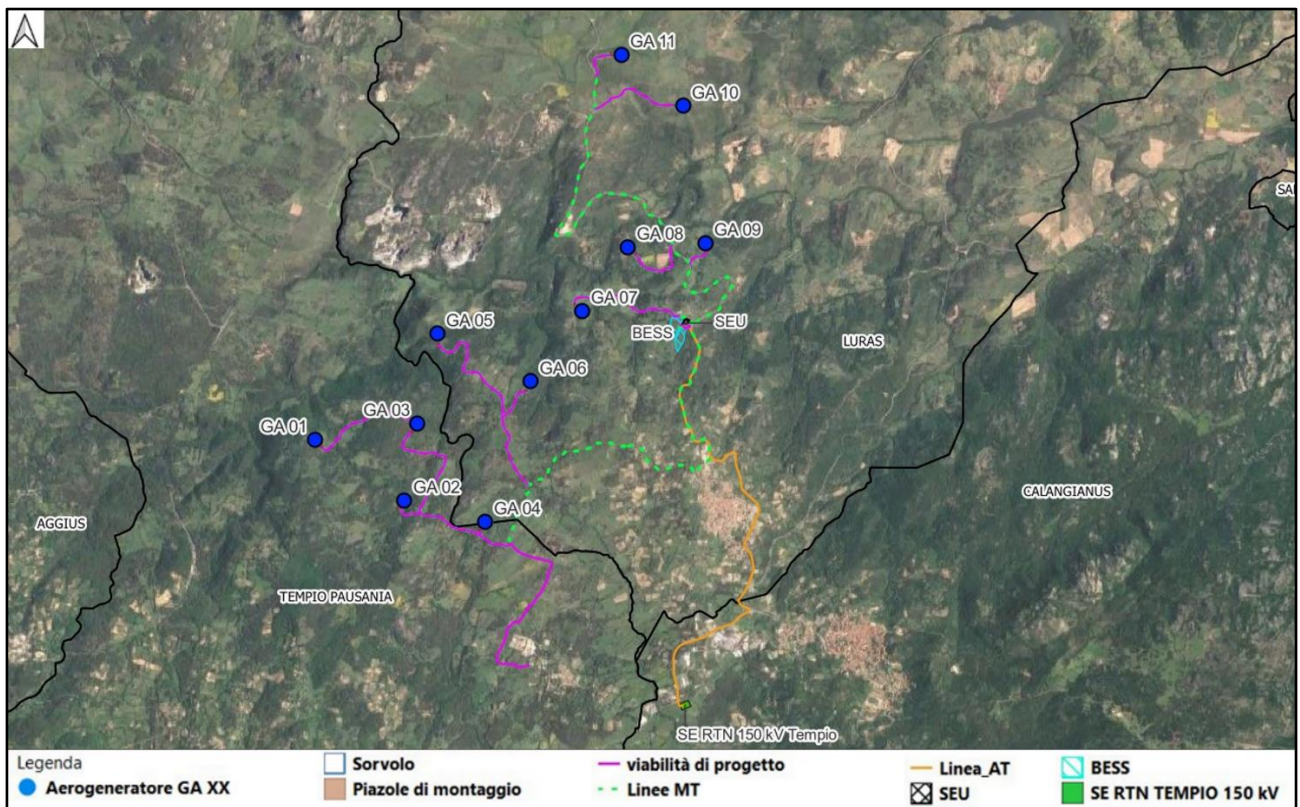
**Figura 2.1:** Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Gallura su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

La soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202200017) prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio" (prevista da Piano di Sviluppo di Terna), previa realizzazione di un nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE di Santa Teresa e la nuova SE Buddusò (di cui al Piano di Sviluppo di Terna) (Figura 2.2).

Il progetto prevede che la SEU (Sottostazione Elettrica Utente) 150/33 kV venga collegata alla suddetta SE RTN mediante la posa in opera, su strade esistenti o da realizzarsi per lo scopo, di una linea Alta Tensione a 150 kV interrata di lunghezza complessiva di circa 7,2 km. Le turbine eoliche verranno collegate attraverso un sistema di linee elettriche interrate a 33 kV, allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna che servirà per la costruzione e la gestione futura dell'impianto. Tale sistema verrà realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

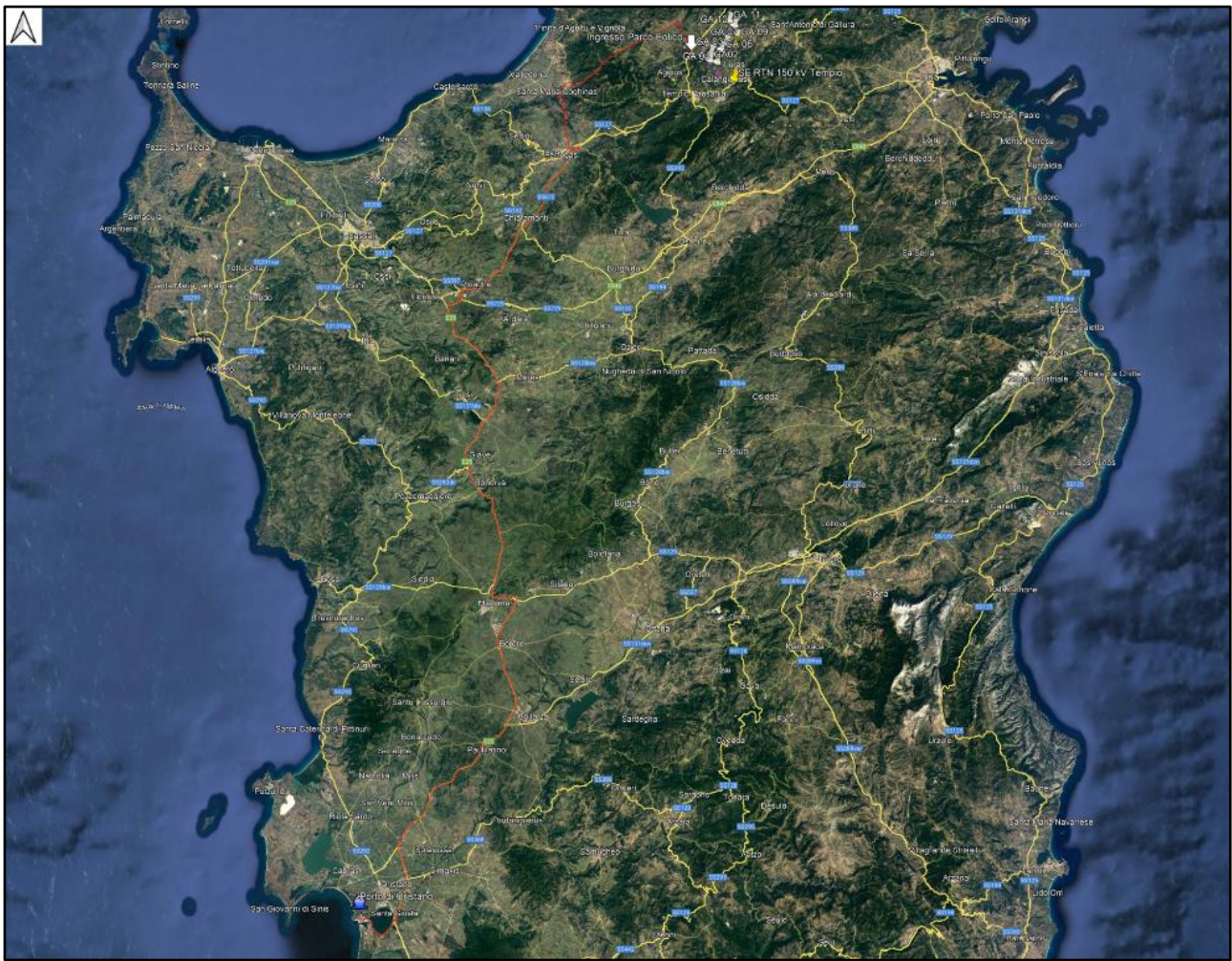


**Figura 2.2:** Soluzione di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna 150 kV Tempio ( di futura realizzazione)



**Figura 2.3:** Inquadramento territoriale dell’impianto eolico Gallura su ortofoto con i limiti amministrativi dei comuni interessati

L’area di progetto (**Figura 2.4**) si raggiunge partendo dal Porto di Oristano, attraversando poi la SS131, SS729, SS672, SP92, SP33, SP74, SP58, SP74, SP5, SS131 e un sistema di viabilità esistente, opportunamente adeguato e migliorato per il transito dei mezzi eccezionali, da utilizzare per consegnare in sito i componenti degli aerogeneratori e da cui si dirameranno nuovi tratti di viabilità necessari per la costruzione e la manutenzione dell’impianto eolico.



**Figura 2.4:** Viabilità di accesso al sito dal Porto Industriale di Oristano su immagine satellitare

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori.

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		D <sub>ROTORE</sub> [m]	H <sub>hub</sub> [m]	H <sub>TOT</sub> [m]
		Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]			
GA01	Tempio Pausania (SS)	161	28	40.944209	9.114506	172	114	200
GA02	Tempio Pausania (SS)	1	72	40.937420	9.127765	172	114	200
GA03	Tempio Pausania (SS)	1	37	40.946034	9.129671	172	114	200
GA04	Luras (SS)	18	59	40.935028	9.139665	172	114	200
GA05	Luras (SS)	18	14	40.956035	9.132634	172	114	200
GA06	Luras (SS)	18	103	40.950686	9.146434	172	114	200
GA07	Luras (SS)	19	110	40.958569	9.154009	172	114	200
GA08	Luras (SS)	19	4	40.965673	9.160778	172	114	200
GA09	Luras (SS)	16	148	40.966117	9.172209	172	114	200
GA10	Luras (SS)	12	57	40.981420	9.168951	172	114	200
GA11	Luras (SS)	12	22	40.987169	9.159870	172	114	200

**Tabella 2.1:** Localizzazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto



---

### **3. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'AEROGENERATORE**

---

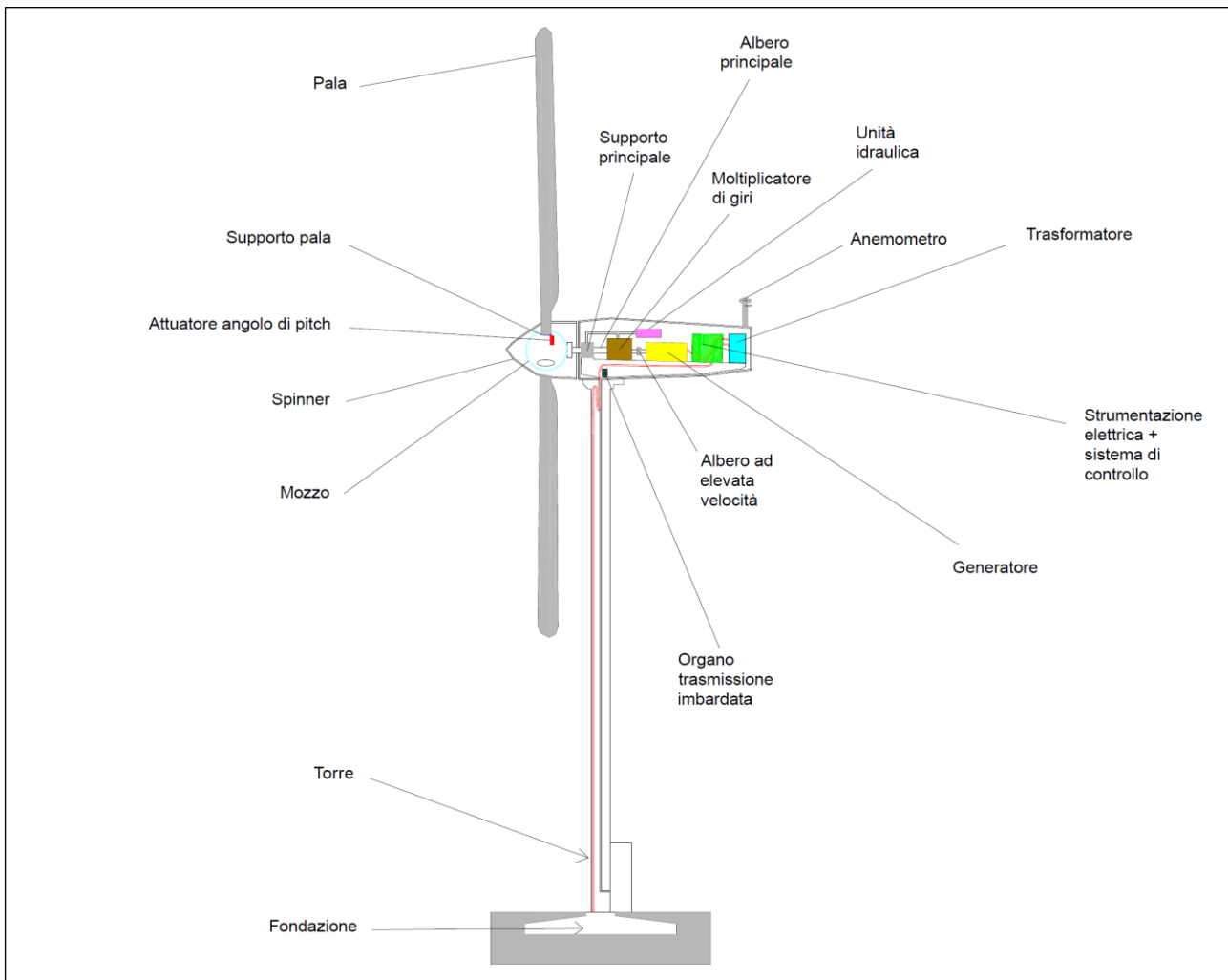
L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è principalmente costituito da una torre (suddivisa in più parti), dalla navicella, dal Drive Train, dall'Hub e da tre pale che costituiscono il rotore.

In linea generale il rotore è attivato dal vento e l'energia cinetica è trasferita dal rotore a un moltiplicatore di giri, all'interno della navicella, che trasforma la rotazione lenta delle pale in una a velocità superiore tale da far funzionare il generatore elettrico che, a sua volta, trasforma l'energia meccanica in energia elettrica (in taluni casi non è presente il moltiplicatore di giri e la funzione di questo componente è svolta elettricamente).

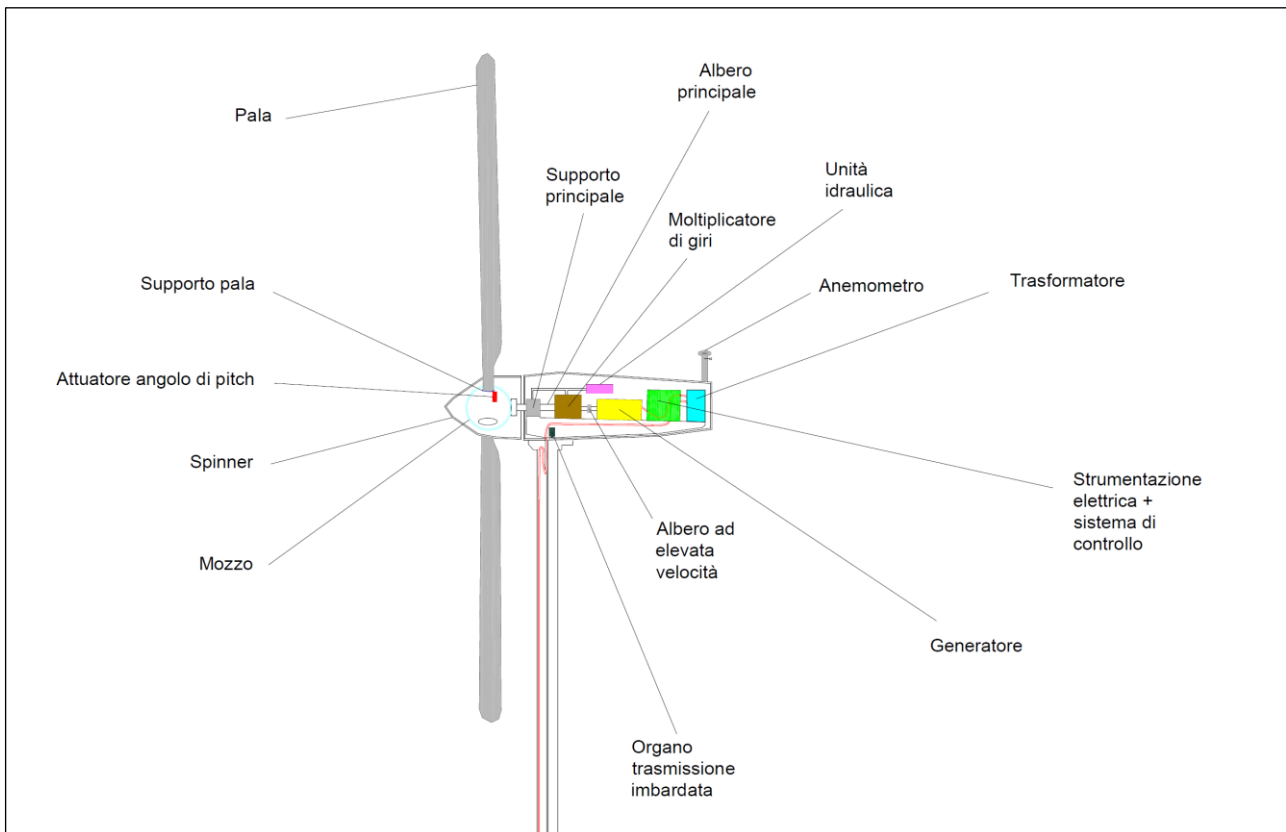
La navicella è ancorata al sistema di imbardata necessario a mantenere un allineamento tra l'asse del rotore e la direzione del vento al fine di assicurare il massimo rendimento, mentre il sistema di controllo consente il monitoraggio continuo dei parametri di funzionamento dell'aerogeneratore e aziona eventualmente il dispositivo di sicurezza necessario all'arresto in caso di malfunzionamento o nel caso di eccessiva velocità del vento.

Il sistema frenante è costituito da un sistema di arresto aerodinamico, necessario al controllo della potenza nel caso di elevata velocità del vento, e da un sistema di arresto meccanico utilizzato come freno di stazionamento.

La torre, di forma tubolare, è ancorata al terreno mediante fondamenta che sono interrato e costruite con cemento armato in modo da permettere all'aerogeneratore di resistere alle oscillazioni e vibrazioni dovute alla pressione del vento.



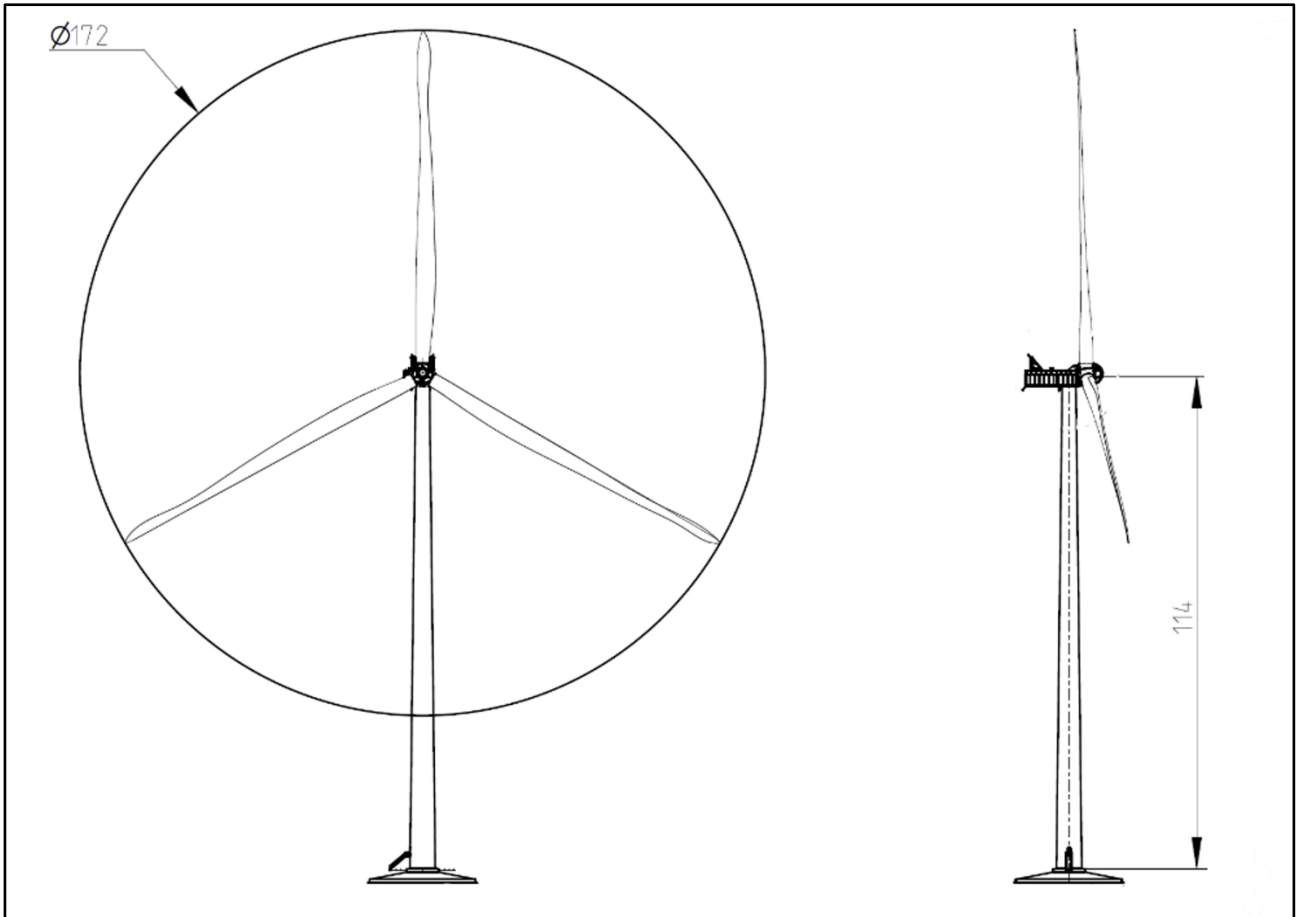
**Figura 3.1:** Componenti principali dell'aerogeneratore (il disegno non è da intendersi in scala)



**Figura 3.2:** Dettaglio componenti aerogeneratore

Per il presente progetto una delle possibili macchine che potrebbe essere installata è il modello **Vestas V172**, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza torre all'hub pari a 114 m e diametro del rotore pari a 172 m.

Il profilo dell'aerogeneratore è riportato nella **Figura 3.3** e le principali caratteristiche descrittive e tecniche delle componenti sono trattate nei paragrafi seguenti.



**Figura 3.3:** Profilo aerogeneratore V172 – 7,2 MW – HH= 114 m – D=172 m



**Figura 3.4:** Aerogeneratore modello Vestas V170 – 7,2 MW

### 3.1. Caratteristiche meccaniche dei componenti

---

#### 3.1.1. Rotore

---

L'aerogeneratore è dotato di un rotore, costituito da 3 pale e un mozzo (hub).

Le pale sono controllate da un sistema di controllo del passo a microprocessore OptiTip® grazie al quale sono continuamente posizionate in modo da ottimizzare l'angolo di beccheggio sulla base delle condizioni prevalenti del vento.

Per l'aerogeneratore di progetto il diametro è di 172 m, l'area spazzata di 23235 m<sup>2</sup> e l'intervallo operativo di velocità in termini di giri al minuto è 4.3 ÷ 12.1 rpm.

#### 3.1.2. Pale

---

Le pale sono costituite da 2 gusci aventi profilo alare con una struttura incorporata e sono adibite ad entrare in contatto con il vento e subirne la spinta propulsiva.

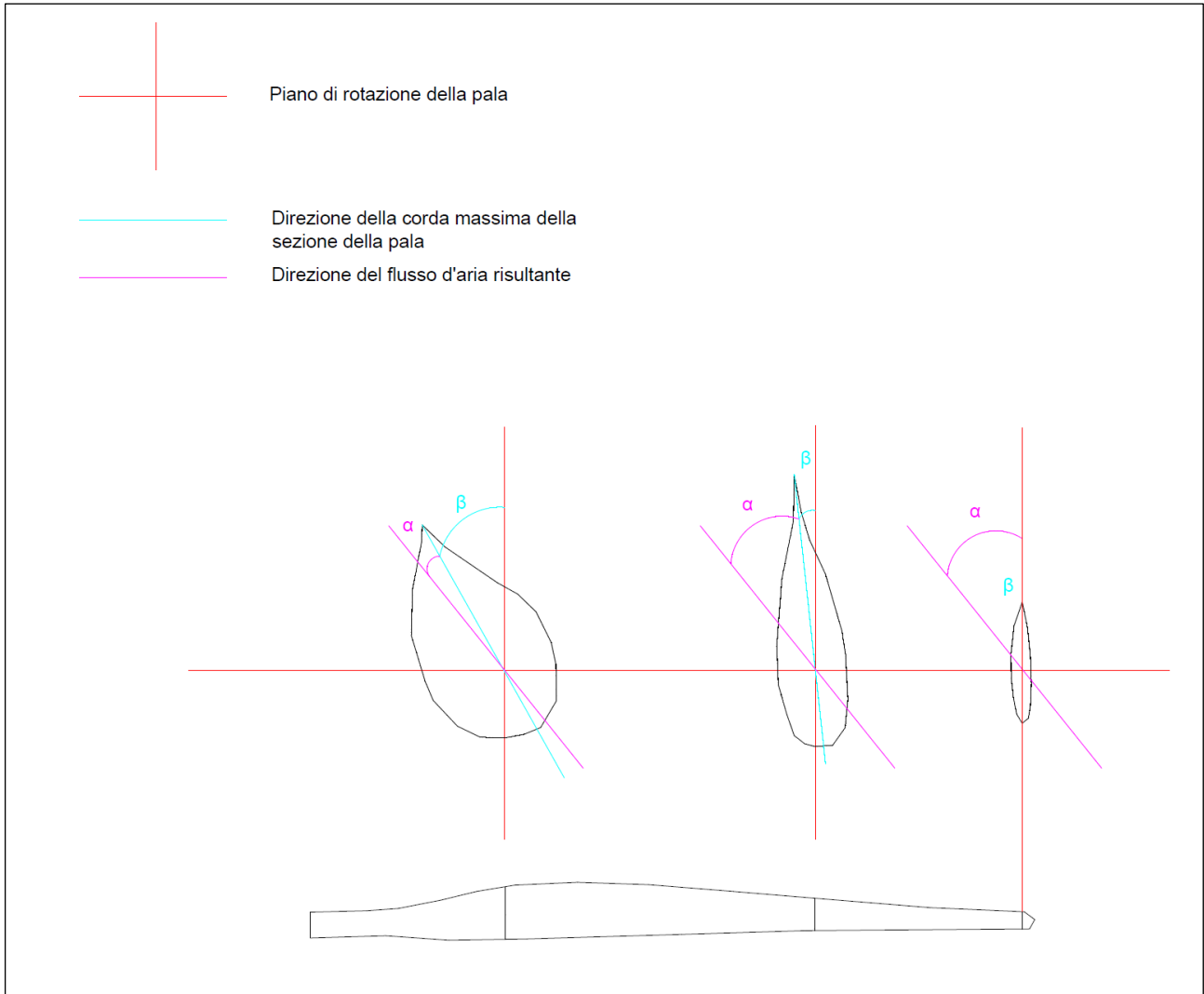
La struttura di una pala non è fissa in quanto la sua posizione è regolabile da un sistema alloggiato nel mozzo che ne consente la rotazione mediante la regolazione dell'angolo di pitch ( $\beta$ ), ovvero lo scostamento angolare tra il piano di rotazione dell'asse della pala e la corda massima della sezione della stessa, al fine di rendere costante la portanza lungo tutto il braccio.

In linea generale, la portanza dipende proporzionalmente dall'angolo di attacco ( $\alpha$ ), ovvero l'angolo

compreso tra la direzione del flusso d'aria risultante e la corda massima della sezione della pala.

L'angolo di attacco dipende dalla velocità periferica della pala, che aumenta man mano che ci si sposta dal mozzo verso l'estremità della pala stessa.

Pertanto, al diminuire dell'angolo di pitch, aumenta l'angolo di attacco e la portanza è mantenuta costante anche verso l'estremità della pala.



**Figura 3.1.2.1:** Rappresentazione grafica degli angoli di pitch e di attacco (il disegno non è da intendersi in scala)

Le pale sono realizzate in fibre di carbonio e fibra di vetro poliestere, hanno una lunghezza di 84,35 m e la corda massima ha una lunghezza di 4,3 m.

I cuscinetti delle pale consentono alle stesse di ruotare con angoli di inclinazione variabili.

Ogni pala è collegata ad un sistema idraulico a passo individuale costituito da un cilindro contenuto nel mozzo, da un pistone montato sul cuscinetto della pala e da una unità idraulica, contenuta nella navicella e collegata al cilindro mediante tubi.

### 3.1.3. Mozzo o hub

Il mozzo, costituito da un guscio di forma sferica in ghisa, supporta le 3 pale, i cuscinetti e il cilindro e

trasferisce le forze di reazione all'albero principale in ghisa contenuto nella navicella.

#### 3.1.4. Navicella

---

La navicella è costituita da una sezione frontale in ghisa, il telaio di base in ghisa e 2 strutture modulari, la navicella principale e uno scomparto laterale realizzati principalmente in lamiera di metallo.

Il telaio di base della navicella trasmette i carichi dal rotore alla torre, mentre ad esso sono imbullonati gli ingranaggi di imbardata trattati nel seguito.

La navicella principale ospita una serie di componenti, tra cui il supporto principale, l'albero principale, il moltiplicatore di giri, l'unità idraulica di raffreddamento, il generatore, i dispositivi di controllo e il trasformatore.

Un sistema di binari assicura eventuali operazioni di assistenza e manutenzione mediante una gru all'intero apparato.

La navicella principale è dotata di una porta posizionata nella base della struttura e necessaria per l'evacuazione di personale e/o trasporto delle varie attrezzature o componenti.

All'interno dello scomparto laterale avviene la produzione di energia elettrica grazie a componenti quali il generatore e il trasformatore.

Il tetto della struttura è dotato di luci a segnalazione aerea che possono essere azionate dall'interno della navicella e dall'esterno della stessa, mentre l'accesso dalla torre alla navicella principale avviene attraverso il telaio di base.

La navicella è dotata di una gru di servizio interna avente una capacità di sollevamento di 800 kg.

#### 3.1.5. Supporto e albero principale

---

Il punto di connessione tra il sistema di trasmissione e la navicella è rappresentato dal supporto principale, in ghisa, che è connesso all'albero principale, il principale percorso di trasferimento del carico per il rotore e che è lubrificato grazie alla circolazione di olio.

Per l'aerogeneratore in progetto non è presente il moltiplicatore di giri, necessario per aumentare la velocità del rotore in modo da far funzionare il generatore elettrico, in quanto la funzione di moltiplicazione meccanica è realizzata elettricamente.

#### 3.1.6. Sistema di imbardata

---

Il sistema di imbardata è necessario per mantenere l'allineamento tra l'asse del rotore e la direzione risultante del vento in modo che il rotore fronteggi sempre il vento.

Esso è realizzato con un sistema basato su cuscinetti lisci a strisciamento PETP, i cui ingranaggi sono a stadi multipli (per l'aerogeneratore in progetto la velocità di imbardata a 50 Hz è approssimativamente di  $0,4^\circ/\text{sec}$  e a 60 Hz di  $0,5^\circ/\text{sec}$ ).

### 3.1.7. Torre

---

Per l'aerogeneratore di progetto sono disponibili diverse tipologie di torri a seconda dell'altezza al mozzo.

Le torri tubolari sono costituite da sezioni in acciaio unite da flange, mentre le torri ibride sono realizzate in calcestruzzo ad alta resistenza nella parte inferiore e in acciaio nella parte superiore.

Le torri sono caratterizzate da moduli interni certificati per le relative omologazioni, mentre l'altezza designata al mozzo (nel caso specifico di 114 m) include anche la distanza dal centro del mozzo della flangia superiore della torre.

## 3.2. Caratteristiche elettriche dei componenti

---

### 3.2.1. Generatore

---

Il generatore ha la funzione di trasformare l'energia meccanica in energia elettrica.

Esso è di tipo sincrono ed è realizzato con magneti permanenti trifase ed è collegato alla rete attraverso un convertitore.

L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore, mentre il calore generato dalle perdite viene rimosso grazie all'ausilio di uno scambiatore di calore aria-acqua.

La potenza nominale dipende dalla variante dell'aerogeneratore e può arrivare fino a 7600 kW, il range di frequenze di funzionamento è 0-126 Hz e la tensione dello statore è 3x800 V alla velocità nominale (La gamma delle velocità operative va da 0 a 420 giri al minuto).

### 3.2.2. Convertitore

---

Il convertitore è costituito da un sistema di conversione su vasta scala che controlla il generatore e la potenza immessa in rete.

Esso è composto da 4 unità di conversione lato macchina e altrettante unità lato linea funzionanti in parallelo, oltre ad una unità di controllo comune.

La funzione principale riguarda la conversione di potenza a frequenza variabile in uscita dal generatore alla potenza a frequenza fissa con potenza attiva e reattiva adatta alla rete.

Il convertitore alloggia all'interno della navicella ed ha una tensione nominale di 800 V lato generatore e 720 V lato rete (la potenza nominale apparente è di 7750 KVA).

### 3.2.3. Trasformatore

---

Il livello di tensione in uscita dal generatore è incrementato dal trasformatore al fine di ridurre le perdite di trasmissione.

Tale componente è trifase a 2 avvolgimenti, è immerso in un liquido estere naturale biodegradabile classe K ed è dotato di un circuito esterno di raffreddamento ad acqua.

Il trasformatore si trova nello scomparto laterale della navicella, ha un peso non superiore a 15000 kg ed è progettato secondo lo standard IEC (IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1).

La potenza nominale è pari a 8400 KVA, la potenza reattiva a vuoto vale circa 21 kVar e la potenza reattiva a pieno carico circa 882 kVar, mentre il livello di potenza sonora vale 80 dB(A).

### **3.3. Impianto di condizionamento termico**

---

L'impianto di condizionamento termico è costituito da un sistema di raffreddamento a liquido, un sistema di raffreddamento a flusso libero, un sistema di raffreddamento ad aria all'interno della navicella principale e dello scomparto laterale e un sistema di raffreddamento ad aria del convertitore con funzione di filtraggio.

Il sistema di raffreddamento a liquido rimuove le perdite di calore dal generatore, dall'impianto idraulico, dal convertitore e dal trasformatore.

Al suo interno il gruppo delle pompe comprendono una serie di valvole in grado di assicurare un flusso utile ai vari componenti.

Inoltre, all'interno di tale sistema è contenuto un apparato elettrico di controllo della temperatura del liquido e un apparato necessario al filtraggio di particelle di liquido di raffreddamento.

Il sistema di raffreddamento a flusso libero è situato in cima all'estremità posteriore della navicella principale e funge da base per i sensori del vento, del rilevamento del ghiaccio, delle precipitazioni e delle luci esterne.

Il sistema di raffreddamento ad aria è un apparato di ventilazione avente lo scopo di dissipare l'aria calda generata dalle apparecchiature meccaniche ed elettriche immettendo aria ambiente nella navicella principale.

Il sistema di raffreddamento ad aria del convertitore è costituito da uno scambiatore di calore aria-aria al quale il flusso di aria dall'ambiente è fornito da un filtro per poi essere indirizzato verso i punti ritenuti critici.

### **3.4. Sistema ausiliari**

---

Il sistema ausiliari è alimentato grazie ad un trasformatore 720/400 V separato contenuto nella navicella principale, la cui alimentazione (lato primario) è fornita dall'armadio del convertitore.

Tale sistema assicura l'alimentazione dei vari componenti quali motori, pompe, ventilatori, riscaldatori e del sistema di controllo.

L'alimentazione a 400 V è trasferita all'unità di controllo della torre per poi essere distribuita ai vari servizi



quali l'ascensore di servizio, il sistema delle luci necessarie alle operazioni di manutenzione, il sistema di ventilazione.

### **3.5. Sensori del vento**

---

L'aerogeneratore di progetto è dotato di un sensore del vento a ultrasuoni e di un sensore del vento meccanico. I sensori sono dotati di riscaldatori incorporati per ridurre al minimo le interferenze dovute al ghiaccio e alle neviccate.

Il software della turbina rileva automaticamente un eventuale guasto e fornisce informazioni quando un sensore del vento è usurato e necessita di essere sostituito.

In tal caso l'aerogeneratore continua a funzionare utilizzando l'altro sensore senza alcuna perdita di produzione fino alla sostituzione.

### **3.6. Sistema di controllo**

---

L'aerogeneratore è dotato di un sistema di controllo e monitoraggio VMP8000 multiprocessore composto dal controller principale, dai nodi di controllo distribuiti, dai nodi Input/Output (IO) distribuiti, dallo switch ethernet e da altre apparecchiature di rete.

Il controller principale è contenuto nella parte inferiore della torre della turbina e gestisce gli algoritmi di controllo dell'intero sistema e tutte le comunicazioni IO.

### **3.7. Sistema frenante**

---

Il sistema frenante è costituito da un freno principale aerodinamico, localizzato nella testa dell'aerogeneratore e che provoca il rallentamento delle pale in condizioni di vento forte grazie a un accumulatore idraulico che fornisce energia per il beccheggio della lama.

Un secondo freno a disco meccanico è integrato nel generatore elettrico, è ad azionamento idraulico, è utilizzato come freno di stazionamento e può essere attivato grazie ai pulsanti di arresto in condizioni di emergenza.

### **3.8. Sistema di rilevamento fumi**

---

L'aerogeneratore è dotato di un sistema costituito da sensori di rilevamento del fumo allocati nella navicella principale, nello scomparto laterale, nel vano trasformatore, nei quadri elettrici e nella base della torre.

Nel caso di rilevamento di fumo, il sistema è in grado di garantire immediatamente l'apertura del quadro di Alta Tensione.

### 3.9. Sistema di protezione dai fulmini

Ogni aerogeneratore di progetto è dotato di un sistema in grado di proteggerlo dai danni fisici provocati dai fulmini.

Esso è costituito da un sottosistema di captazione dell'aria, un sottosistema di conduzione della corrente dovuta ai fulmini verso il basso, un sottosistema di protezione da sovratensione e da sovracorrente, una schermatura dai campi elettrici e magnetici e un impianto di messa a terra.

### 3.10. Rete di terra aerogeneratore

Ciascun aerogeneratore è dotato di un sistema di terra costituito da anelli dispersori concentrici collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti.

Nelle figure seguenti sono riportate la vista in sezione e in pianta del sistema di messa a terra della turbina.

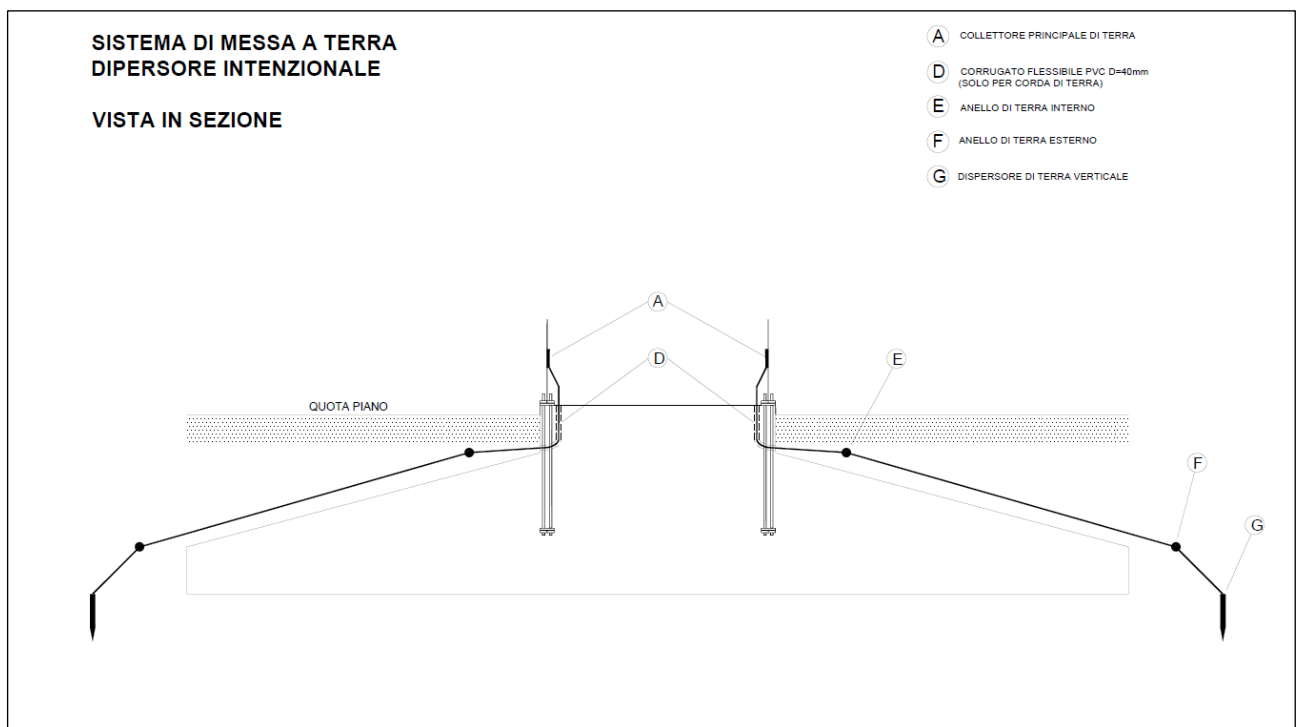
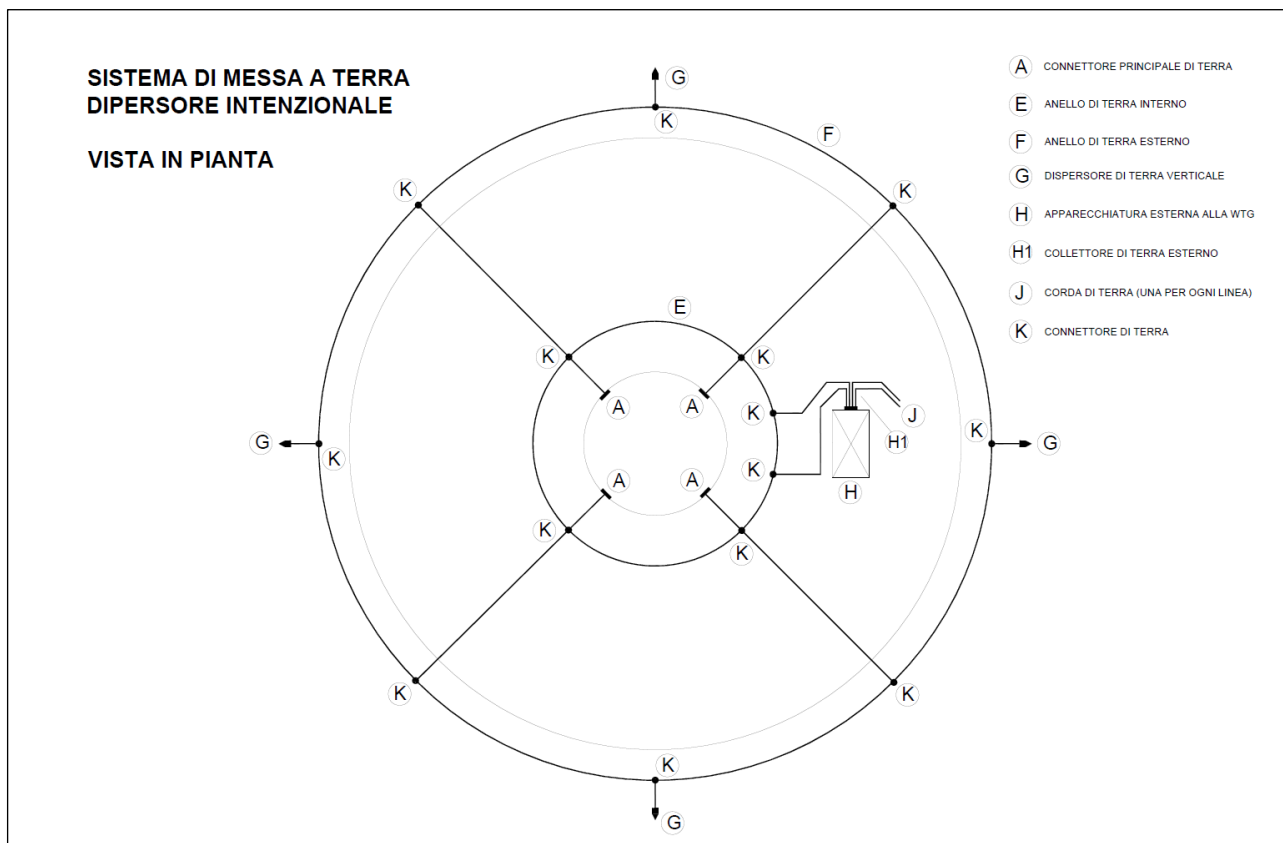


Figura 3.10.1: Tipico sezione del sistema di messa a terra dell'aerogeneratore



**Figura 3.10.2:** Tipico in pianta del sistema di messa a terra dell'aerogeneratore

### 3.11. Accesso all'aerogeneratore

L'accesso alla turbina dall'esterno avviene attraverso una porta, dotata di una serratura, posta all'ingresso della piattaforma a circa 3 metri dal livello del suolo.

L'accesso alla sommità della torre avviene tramite una scala con sistema di arresto caduta o ascensore di servizio.

In particolare, sono previsti due distinti percorsi di accesso alla navicella principale tramite una scala, così come lo scomparto laterale ha due aperture di accesso, una nella parte anteriore e una nella parte posteriore, e l'accesso alla cabina di trasformazione è controllata da dispositivi di interblocco.

L'accesso al rotore è limitato con protezione fissa o mobile e controllata da dispositivi di interblocco.

### 3.12. Colori delle parti di aerogeneratore

La navicella, le pale e la parte esterna della torre dell'aerogeneratore sono di colore grigio chiaro (RAL 7035), mentre la parte interna della torre è realizzata in colore bianco crema (RAL 90001).

### 3.13. Condizioni di impiego

Le condizioni meteo del sito in cui è prevista l'installazione delle turbine sono prese in considerazione, durante la fase di progettazione, al fine di valutare le relative prestazioni.

I vari componenti dell'aerogeneratore, i liquidi e gli oli adoperati sono in grado di resistere nell'intervallo di temperature che varia tra  $-40^{\circ}$  e  $+50^{\circ}$  (valore calcolato all'altezza del mozzo), mentre

l'aerogeneratore è progettato per funzionare tra  $-20^{\circ}$  e  $+45^{\circ}$ .

A temperature all'interno della navicella superiori a  $+50^{\circ}$  l'aerogeneratore si porta automaticamente in posizione di riposo.

#### **4. FONDAZIONI AEROGENERATORI**

---

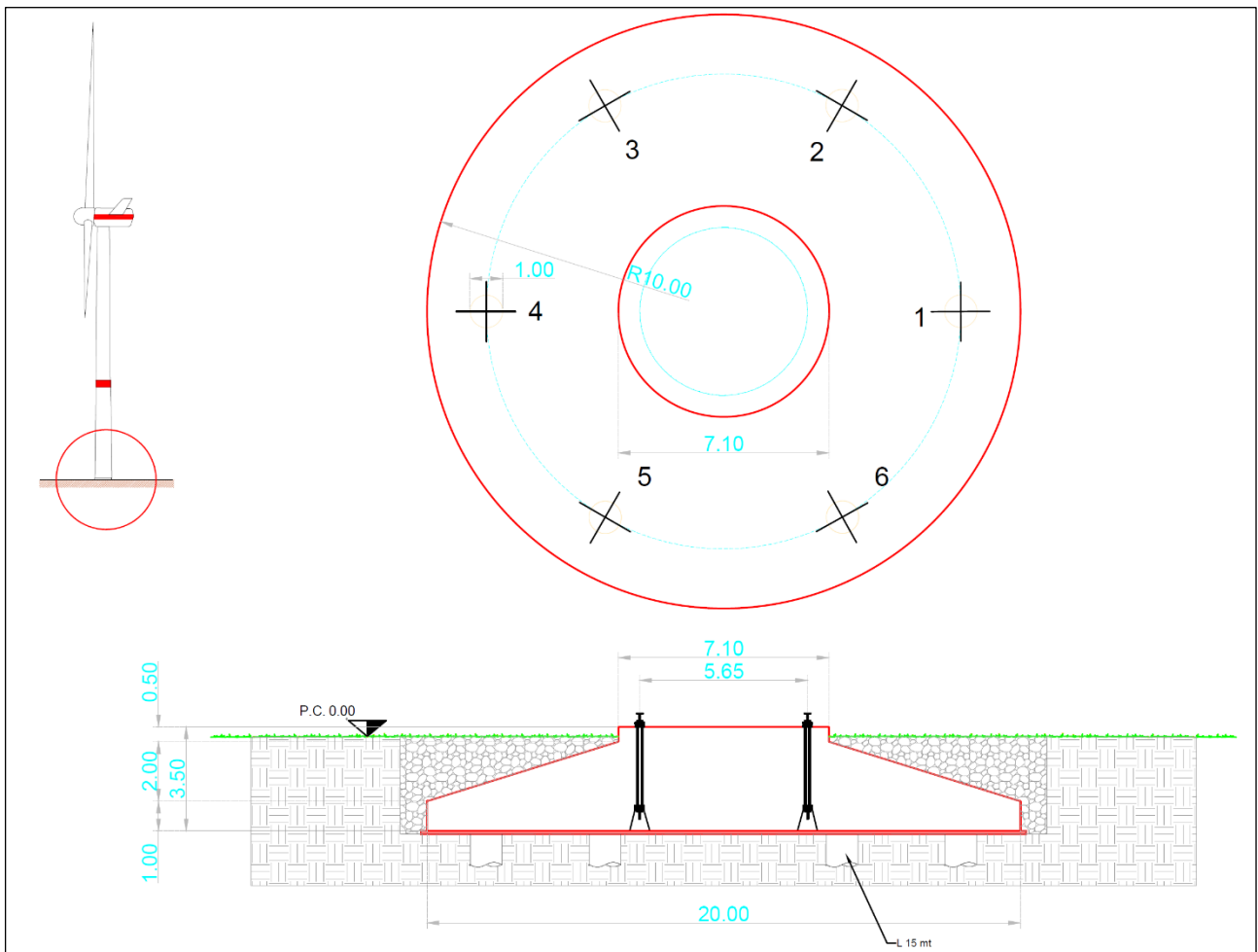
L'aerogeneratore scarica gli sforzi su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo diretto e indiretto su pali.

La fondazione è calcolata preliminarmente in modo tale da poter sopportare il carico della macchina, il momento prodotto sia dal carico concentrato, posto in testa alla torre, che dall'azione cinetica delle pale in movimento e le sollecitazioni sismiche in funzione del sito geologico di installazione degli aerogeneratori.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente.

Il plinto ha un diametro di 20.0 m, i pali di fondazione hanno un diametro 1.000 mm per 15 m di profondità, dimensionati in funzione delle caratteristiche tecniche del terreno derivanti dalle indagini geologiche e sulla base dall'analisi dei carichi trasmessi dalla torre (forniti dal costruttore dell'aerogeneratore), l'ancoraggio della torre alla fondazione è costituito da una gabbia di tirafondi dimensionati per garantire la trasmissione delle sollecitazioni dalla torre alla fondazione stessa.



**Figura 4.1:** Fondazioni tipo per l'installazione degli aerogeneratori

## 5. VIABILITA' E PIAZZOLE

La viabilità e le piazzole del parco eolico sono elementi progettati considerando la fase di costruzione e la fase di esercizio dell'impianto eolico.

In merito alla viabilità, ove possibile, si utilizza il sistema viario esistente adeguandolo al passaggio dei mezzi eccezionali. Tale indirizzo progettuale consente di minimizzare l'impatto sul territorio e di ripristinare tratti di viabilità comunale e interpoderali che si trovano in stato di dissesto migliorando l'accessibilità dei luoghi anche alla popolazione locale.

Nei casi in cui tale approccio non è applicabile sono progettati tratti di nuova viabilità seguendo il profilo naturale del terreno senza interferire con il reticolo idrografico presente in sito.

Nella **Figura 5.1** è riportata una sezione stradale tipo di riferimento per i tratti di viabilità da adeguare e quelli di nuova realizzazione.

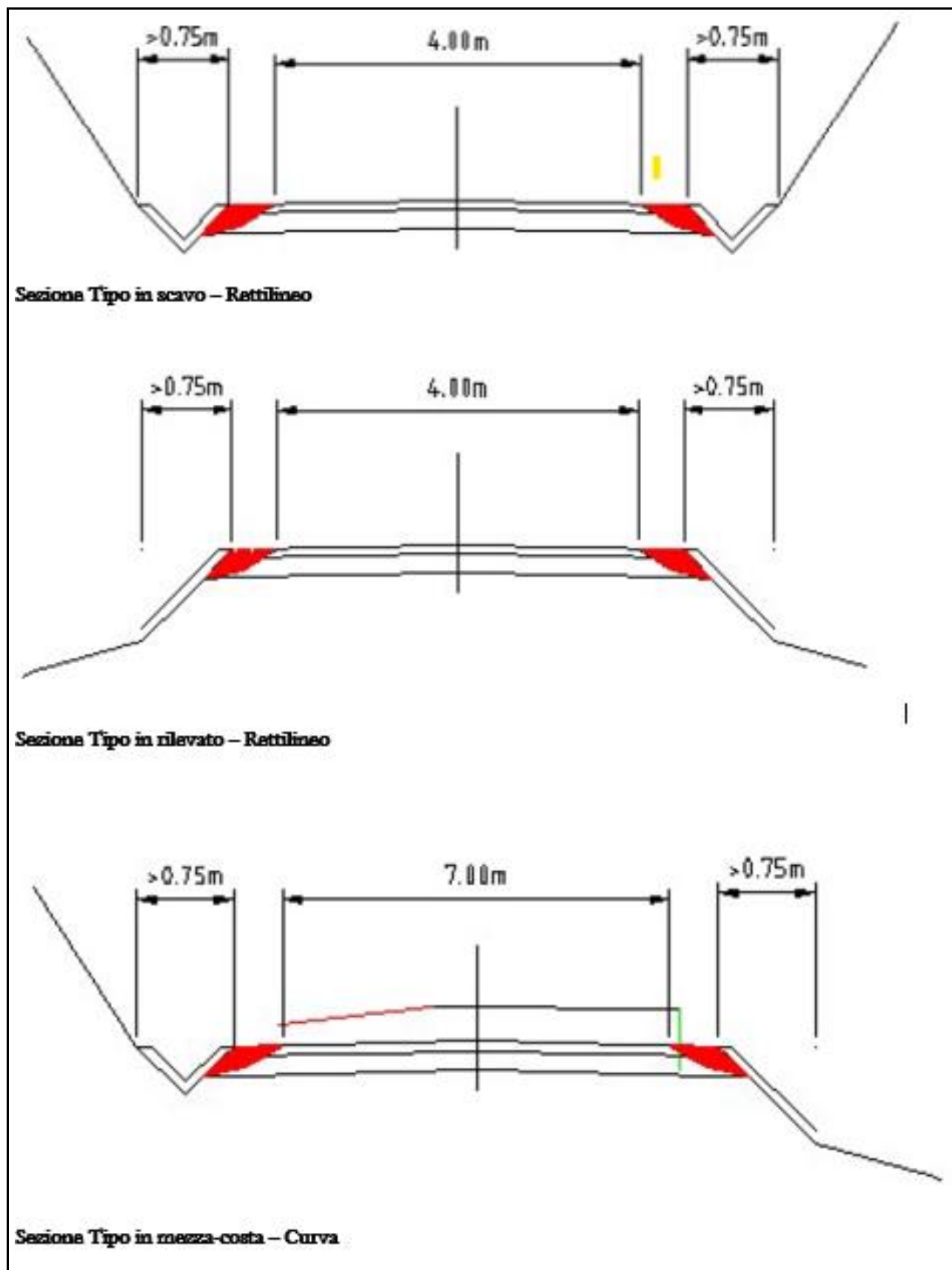
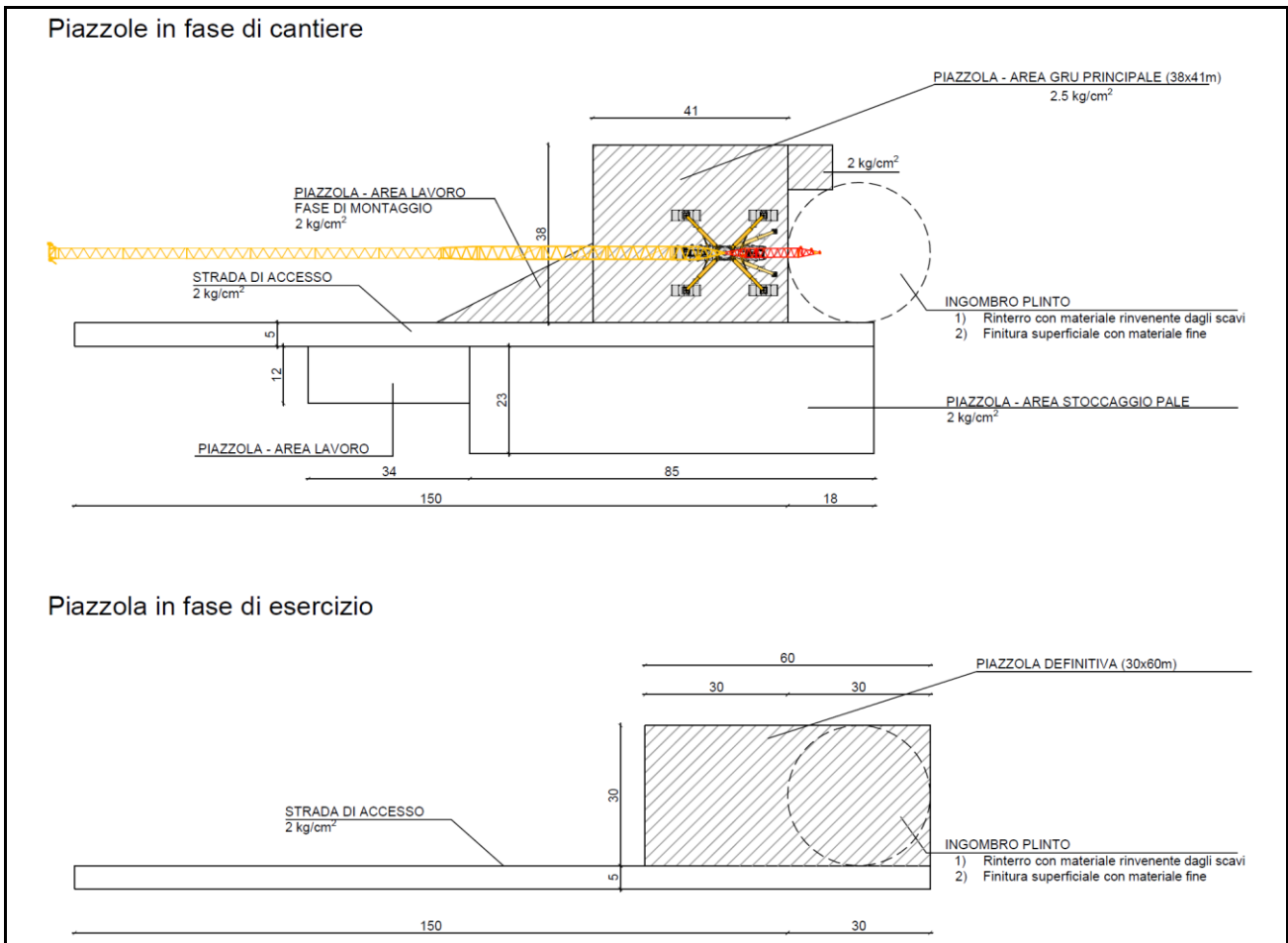


Figura 5.1: Sezioni tipo viabilità parco eolico

La progettazione delle piazzole da realizzare per l'installazione di ogni aerogeneratore prevede due configurazioni, la prima necessaria all'installazione dell'aerogeneratore e la seconda, a seguito di opere di ripristino parziale, per la fase di esercizio e manutenzione dell'impianto (Figura 5.2).



**Figura 5.2:** Planimetria piazzola tipo per la fase di installazione e fase di esercizio e manutenzione

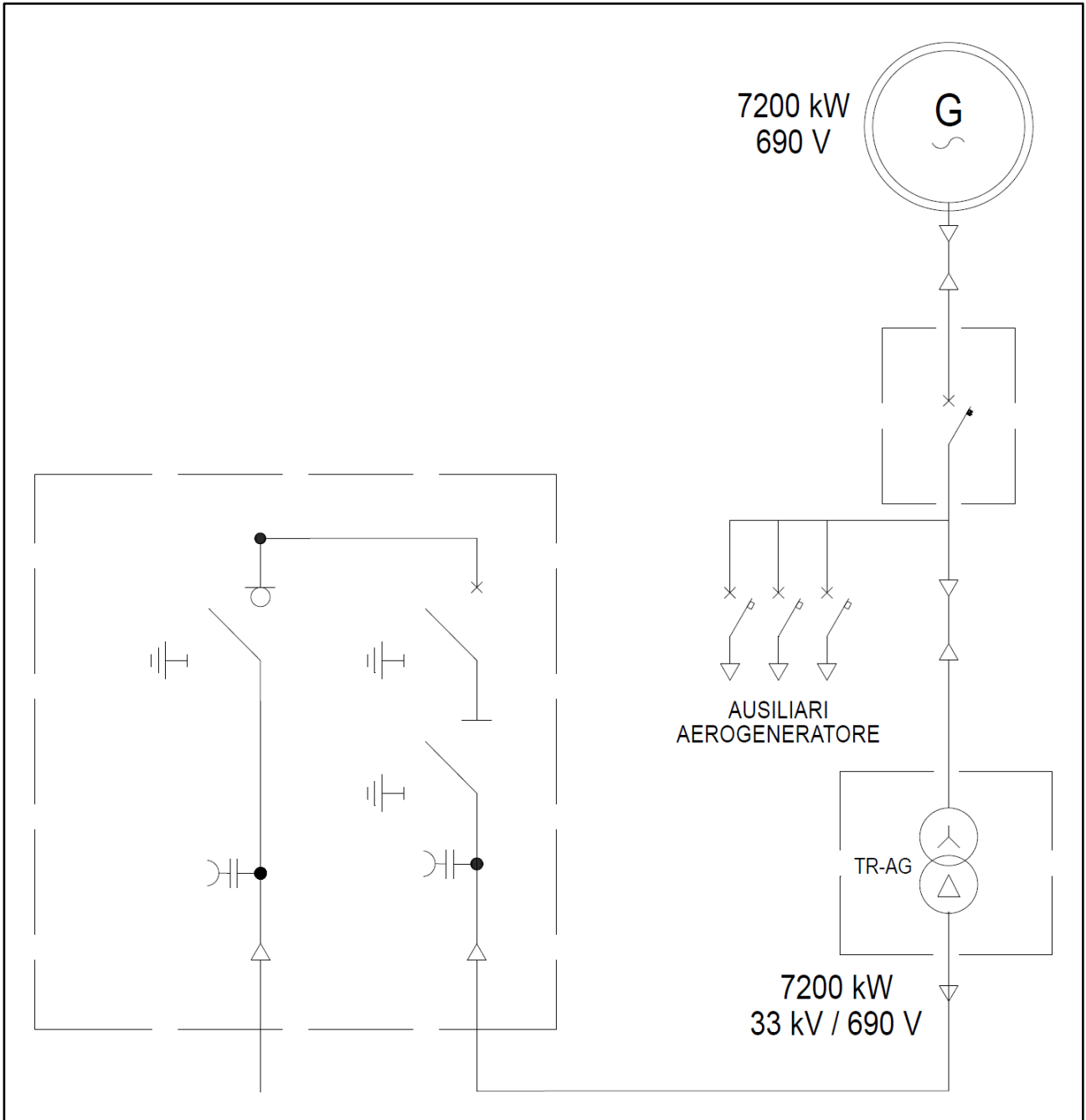
## 6. QUADRI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE DEGLI AERONENERATORI

Ad ognuno degli aerogeneratori corrisponde un Quadro Elettrico a 33 kV, costituito da componenti in Media Tensione sulla piattaforma più bassa e Interruttori di protezione del trasformatore.

A seconda della posizione di ogni turbina nello schema unifilare, successivamente riportato, si ha una particolare configurazione del Quadro a 33 kV.

In particolare, nelle figure seguenti sono riportate le due configurazioni elettriche dei Quadri elettrici considerate nello schema unifilare:

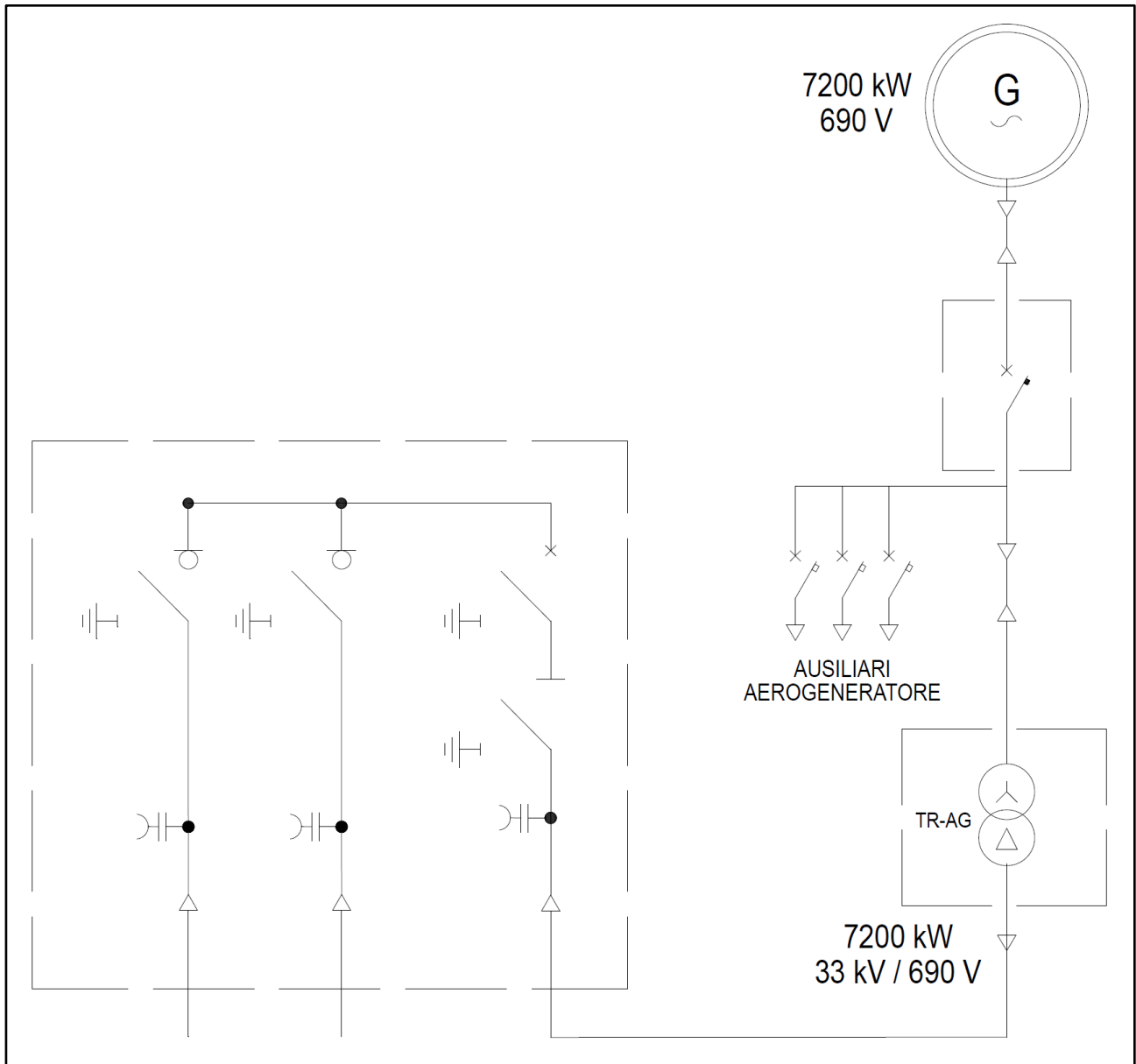
- Fine Linea



**Figura 6.1:** Configurazione di fine linea



- Entra – Esci



**Figura 6.2:** Configurazione di Entra – Esci

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 4 sottocampi o circuiti, ognuno collegato alla Stazione Elettrica Utente e costituito da 2 o 3 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

Circuito	Aerogeneratore	Configurazione Quadro Elettrico aerogeneratore
CIRCUITO A	GA01	Fine Linea
	GA03	Entra – Esci
	GA02	Entra – Esci
CIRCUITO B	GA05	Fine Linea
	GA06	Entra – Esci
	GA04	Entra – Esci
CIRCUITO C	GA08	Fine Linea
	GA09	Entra – Esci
	GA07	Entra – Esci
CIRCUITO D	GA11	Fine Linea
	GA10	Entra – Esci

**Tabella 6.1:** Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di Quadro Elettrico

## 7. SISTEMA DI DISTRIBUZIONE DELLE LINEE IN MEDIA TENSIONE

Il Parco Eolico Gallura è caratterizzato da una potenza complessiva di 144,0 MWp, ottenuta da 11 aerogeneratori di potenza 7,2 MWp ciascuno e dal BESS di potenza 64,8 MWp.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi a 33 kV in modo da formare 4 sottocampi (Circuiti A, B, C e D) di 2 o 3 WTG (Wind Turbine Generator); ognuno di tali circuiti, associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza di esposizione, è collegato mediante cavo interrato a 33 kV alla SEU 150/33 kV di Luras, come esplicitato nella **Tabella 7.1**.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MWp]
CIRCUITO A	GA01 – GA03 – GA02	21,60
CIRCUITO B	GA05 – GA06 – GA04	21,60
CIRCUITO C	GA08 – GA09 – GA07	21,60
CIRCUITO D	GA11 – GA10	14,40

**Tabella 7.1:** Suddivisione degli aerogeneratori in circuiti elettrici

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente secondo un criterio che tiene in considerazione i valori di cadute di tensione e perdite di potenza e l'ottimizzazione delle lunghezze dei cavi utilizzati.

Il BESS, di potenza complessiva di 64,8 MWp, è collegato alla Stazione Elettrica Utente attraverso 4 linee elettrica interrate a 33 kV, come rappresentato nella **Tabella 7.2**.

Elemento	Potenza totale [MWp]
Linea 1 BESS - SEU	19,05
Linea 2 BESS - SEU	15,25

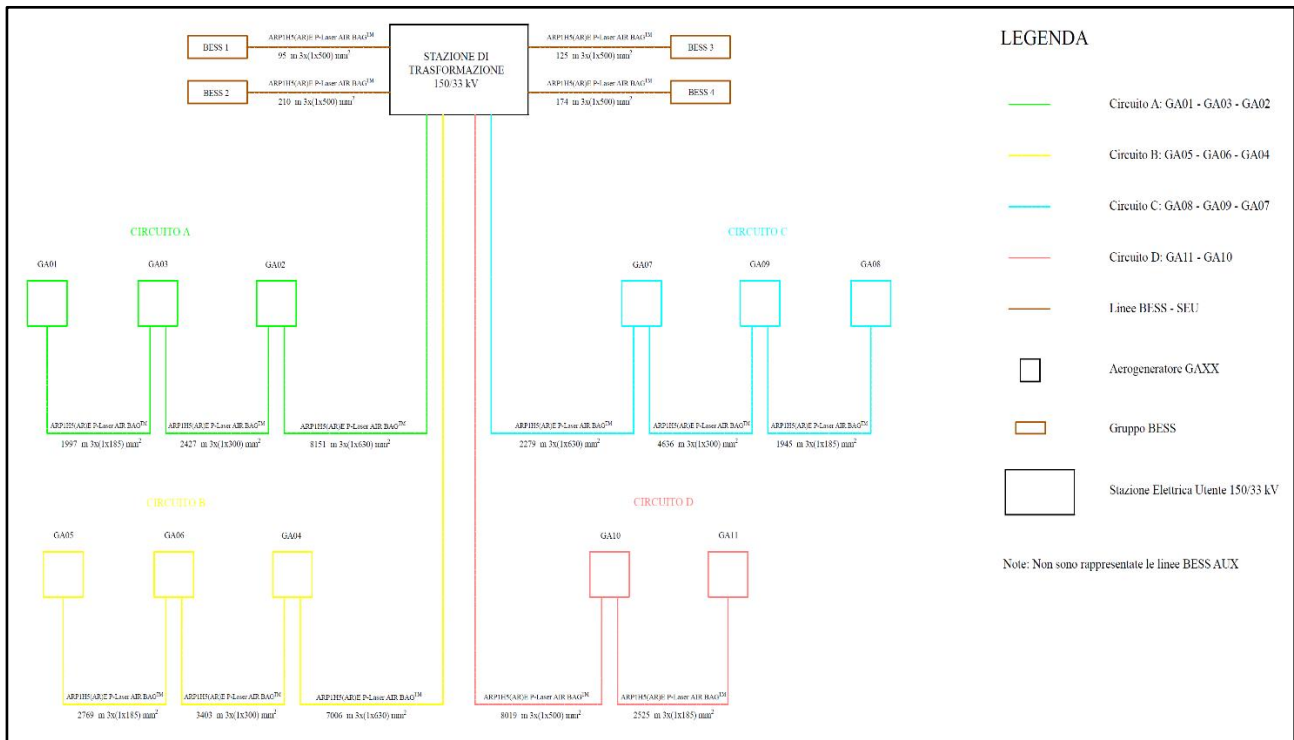
Elemento	Potenza totale [MWp]
Linea 3 BESS - SEU	15,25
Linea 4 BESS - SEU	15,25

**Tabella 7.2:** Linee elettriche di collegamento tra BESS e SEU

Ulteriori 2 linee elettriche interrimate a 33 kV sono necessarie per collegare i 4 Auxiliary Power Block, in grado di assicurare i servizi ausiliari del BESS e collegati tra loro secondo una configurazione ad anello aperto, al quadro di Media Tensione della SEU.

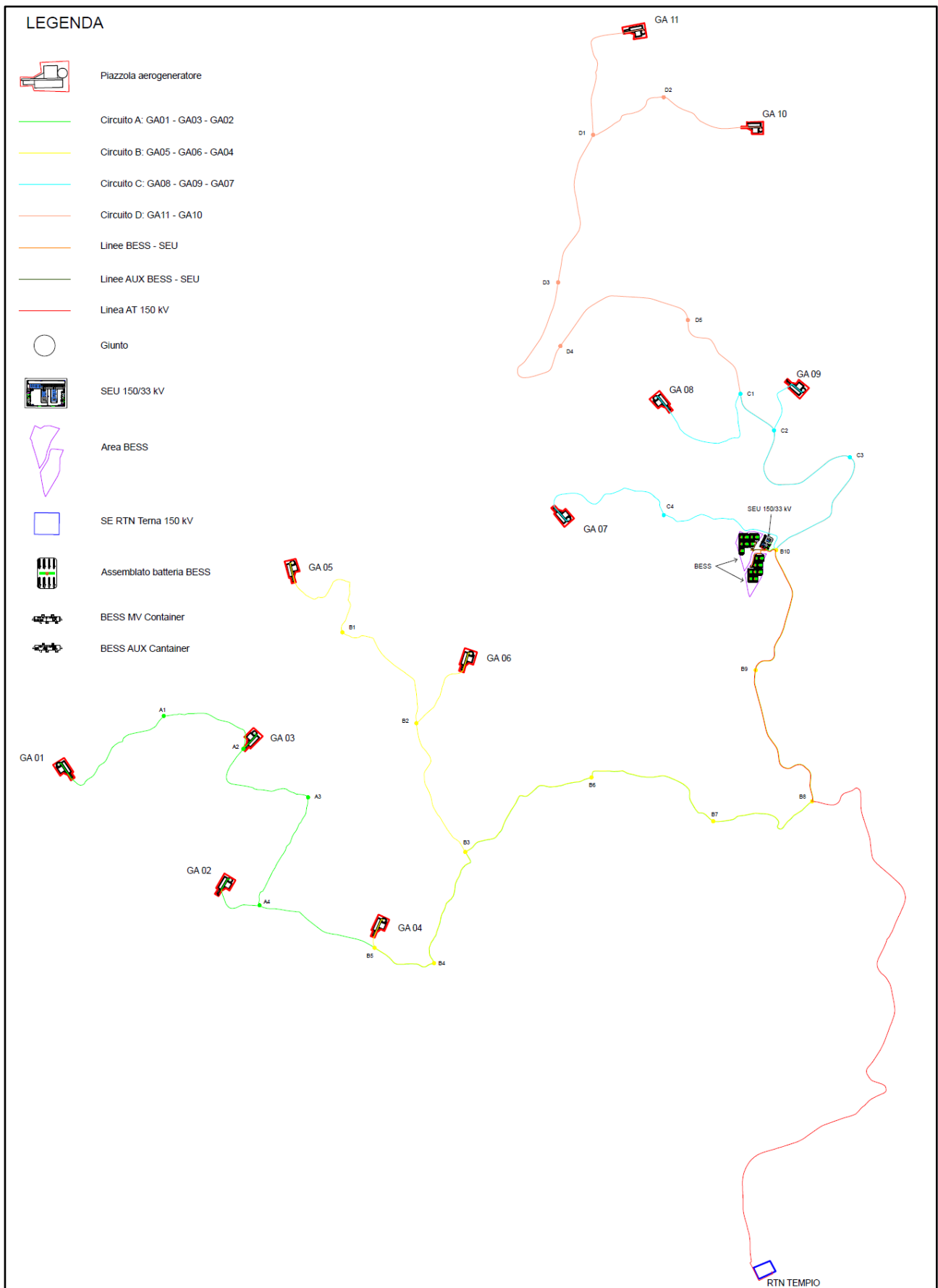
Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze del cavo di ogni tratto di linea e nel quale gli aerogeneratori di ogni linea sono collegati tra loro secondo lo schema in entra – esci e in fine linea, è riportato nella **Figura 7.1**.

L’aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci e ognuno dei 4 circuiti è collegato alla SEU 150/33 kV “Tempio”.



**Figura 7.1:** Schema a blocchi del Parco Eolico Gallura

Nel seguito è riportata la planimetria di distribuzione delle linee a 33 kV per i 4 circuiti e della linea a 150 kV.



**Figura 7.2:** Planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV e a 150 kV di collegamento, SEU 150/33 kV, BESS e SE RTN 150 kV

Le lunghezze e sezioni dei cavi per ogni linea a 33 kV di collegamento che costituisce una tratta del

circuito sono indicate nella **Tabella 7.3**.

Nella **Tabella 7.4** sono riportate le lunghezze e le sezioni per le linee a 33 kV di collegamento tra il BESS e la SEU 150/33 kV.

PARCO EOLICO GALLURA					
CIRCUITO A	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
GA01 - GA03	1997	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA03 - GA02	2427	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA02 - SEU 150/33 kV	8151	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO B	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm2]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
GA05 - GA06	2769	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA06 - GA04	3403	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA04 - SEU 150/33 kV	7006	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO C	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm2]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
GA08 - GA09	1945	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA09 - GA07	4636	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA07 - SEU 150/33 kV	2279	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO D	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm2]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
GA11 - GA10	2525	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
GA10 - SEU 150/33 kV	8019	500	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

**Tabella 7.3:** Lunghezze e sezioni linee a 33 kV relativamente ai circuiti elettrici

LINEE BESS - SEU	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm2]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
Linea 1 BESS - SEU	95	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 2 BESS - SEU	210	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 3 BESS - SEU	125	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 4 BESS - SEU	174	500	AL 3x(1x500)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
LINEE AUX BESS - SEU	Lunghezza tratta [m]	sezione cavo [mm2]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
Linea 1 AUX BESS - SEU	72	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
Linea 2 AUX BESS - SEU	169	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

**Tabella 7.4:** Lunghezze e sezioni linee a 33 kV di collegamento tra il BESS e la SEU 150/33 kV

Tenendo presente lo schema a blocchi riportato nella **Figura 7.1** e la **Figura 7.2**, nella tabella seguente è riportata la suddivisione in tratte di cavidotto per i circuiti.

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO
GA01	A1	1078	1	3x(1x185)						
	A1	A2	744	1	3x(1x185)					
GA03	A2	175	2	3x(1x185) + 3x(1x300)						
	A2	A3	880	1	3x(1x300)					
	A3	A4	874	1	3x(1x300)					
GA02	A4	498	2	3x(1x300) + 3x(1x630)						
	A4	B5	903	1	3x(1x630)					
GA05	B1	1081			1	3x(1x185)				
	B1	B2	977		1	3x(1x185)				
GA06	B2	711			2	3x(1x185) + 3x(1x300)				
	B2	B3	1052		1	3x(1x300)				
	B3	B4	905	1	3x(1x630)	2	3x(1x300) + 3x(1x630)			
	B4	B5	479	1	3x(1x630)	2	3x(1x300) + 3x(1x630)			
GA04	B5	256			2	3x(1x300) + 3x(1x630)				
	B3	B6	1148	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			
	B6	B7	1080	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			
	B7	B8	873	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			
	B8	B9	1176	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			
	B9	B10	1000	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			
GA11	D1	1113							1	3x(1x185)
GA10	D2	802							2	3x(1x185) + 3x(1x500)
	D2	D1	610						2	3x(1x185) + 3x(1x500)
	D1	D3	1132						1	3x(1x500)
	D3	D4	1175						1	3x(1x500)
	D4	D5	1137						1	3x(1x500)
	D5	C1	717						1	3x(1x500)
GA08	C1	1108					1	3x(1x185)		
	C1	C2	374				1	3x(1x185)	1	3x(1x500)
GA09	C2	463					2	3x(1x185) + 3x(1x300)		
	C2	C3	1034				1	3x(1x300)	1	3x(1x500)
	C3	B10	949				1	3x(1x300)	1	3x(1x500)
GA07	C4	1194					2	3x(1x300) + 3x(1x630)		
	C4	B10	996				2	3x(1x300) + 3x(1x630)		
B10	SEU 150/33 kV	89	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x500)

**Tabella 7.5:** Suddivisione in tratte delle linee elettriche associate ai circuiti

## 8. CAVI ELETTRICI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE

Un possibile cavo da impiegare per il collegamento di tutte le tratte in Media Tensione è il tipo ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™ (o similari), a norma IEC 60502-2 e HD 620, del primario costruttore Prysmian.

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, il semiconduttivo interno è costituito da materiale elastomerico estruso, l'isolante è in mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE), il semiconduttivo esterno è costituito da materiale in mescola estrusa.

La schermatura è realizzata mediante nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, la protezione meccanica è in materiale polimerico (Air Bag) e la guaina è in polietilene di colore rosso e qualità DMP 2.

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, a trifoglio, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa.

I cavi sono collocati in trincee ad una profondità di posa di 1 m dal piano del suolo su un sottofondo di sabbia di spessore di 0,1 m e la distanza di separazione delle terne adiacenti in parallelo sul piano orizzontale è pari a 0,20 m.

Una lastra protettiva, installata nella parte soprastante, assicura la protezione meccanica del cavo, mentre un nastro monitor ne segnala la presenza.

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 – 17, tale modalità di posa potrà essere modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un’adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

I fattori di progetto presi in considerazione per l’installazione dei cavi sono i seguenti:

- temperatura massima del conduttore pari a 90°C;
- temperatura aria ambiente di 30 °C;
- temperatura del terreno di 20°C;
- resistività termica del terreno pari a 1,5 K m/W;
- tensione nominale pari a 33 kV;
- frequenza pari a 50 Hz;
- profondità di posa di 1,00 m dal piano del suolo.

Nel seguito è rappresentato il dettaglio dei tipologici di posa nel quale le misure sono espresse in mm.

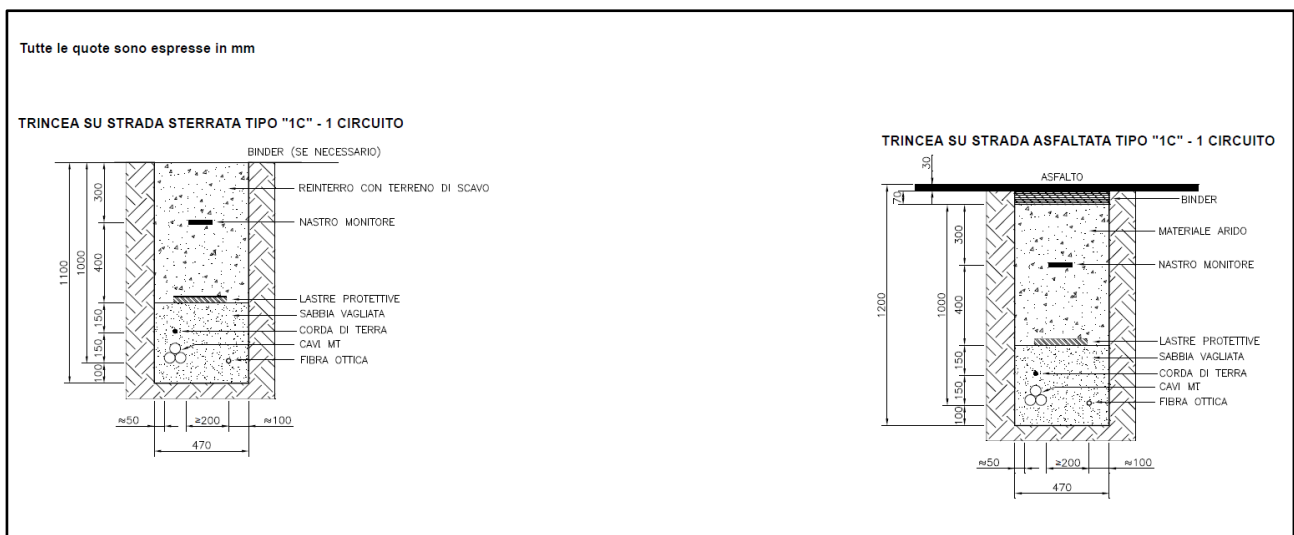


Figura 8.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per una terna di cavi su strada sterrata e asfaltata

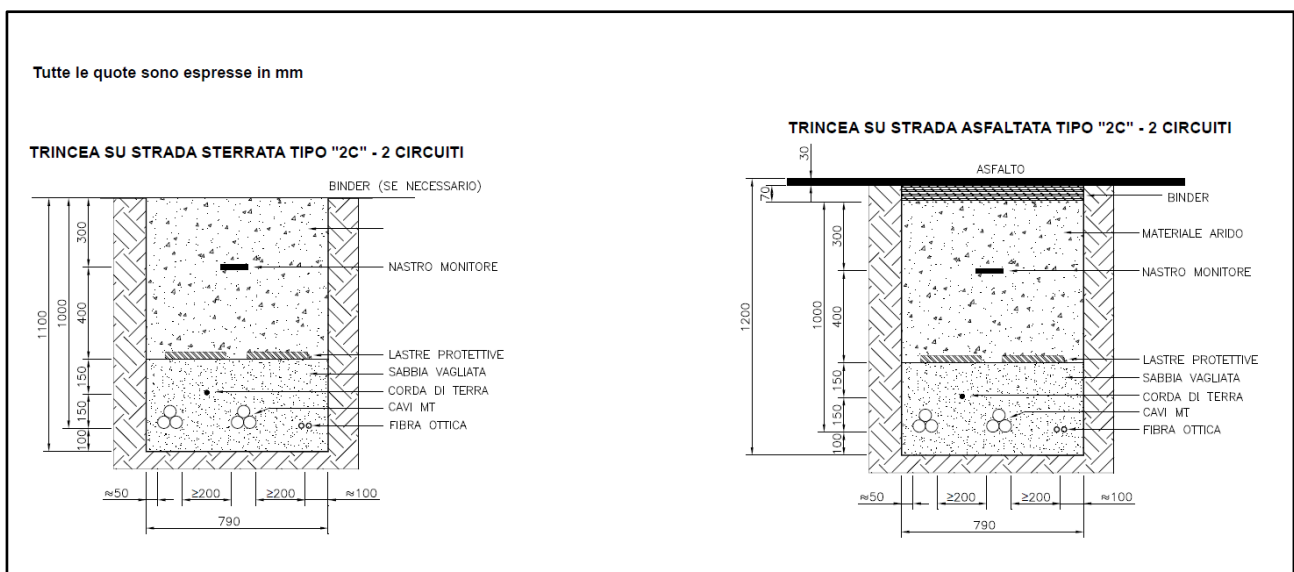


Figura 8.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

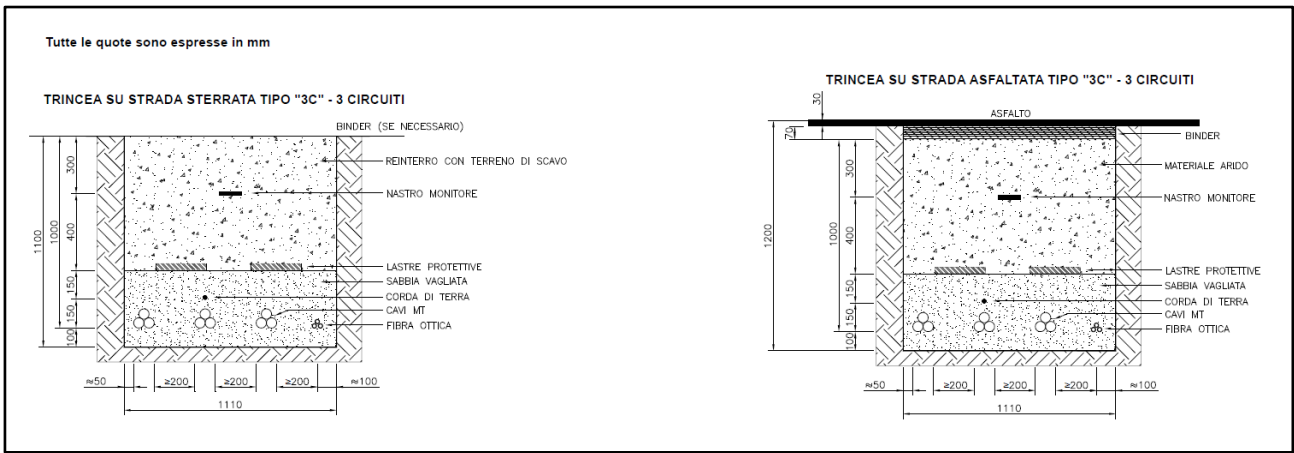


Figura 8.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per tre terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

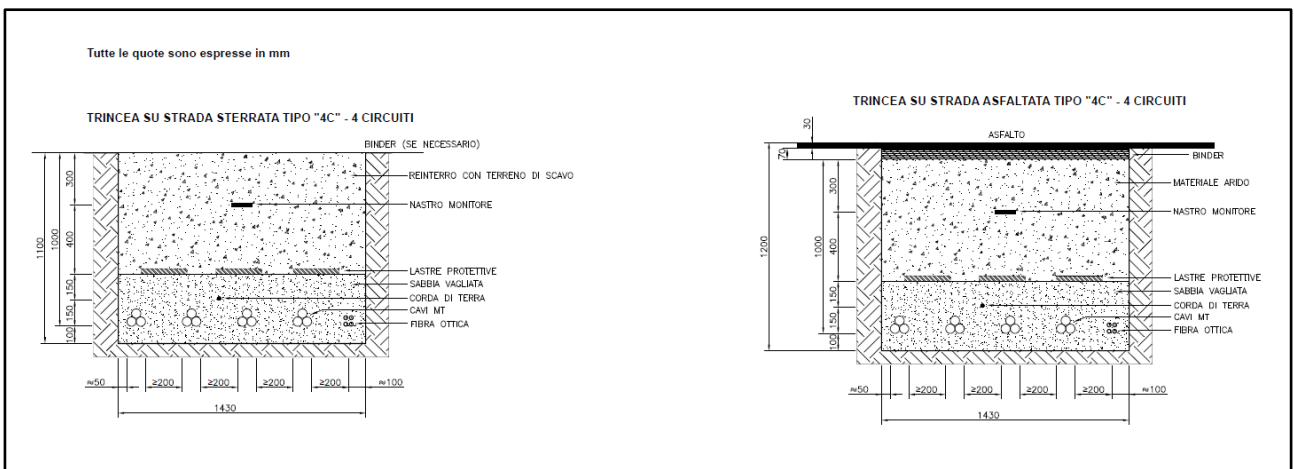


Figura 8.4: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per quattro terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

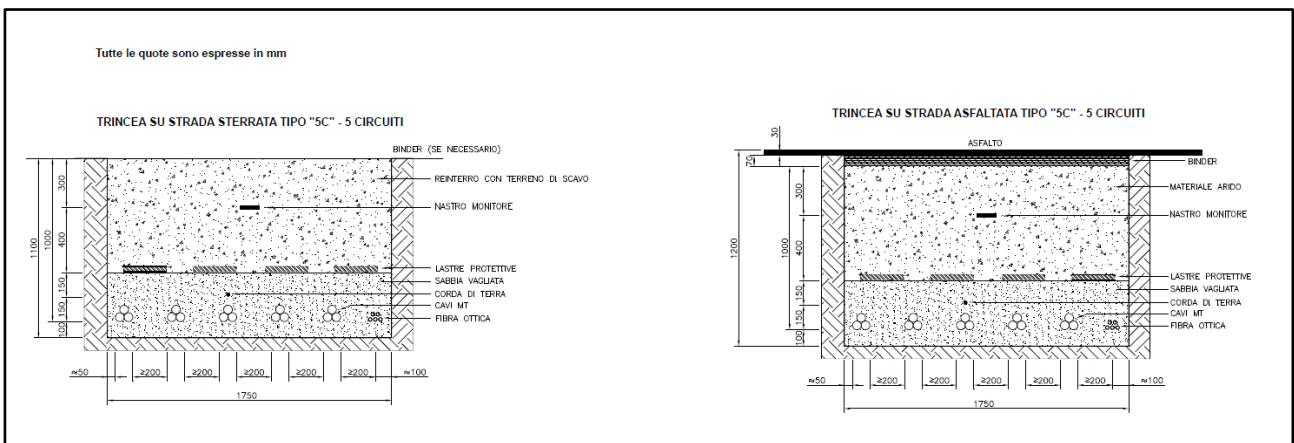
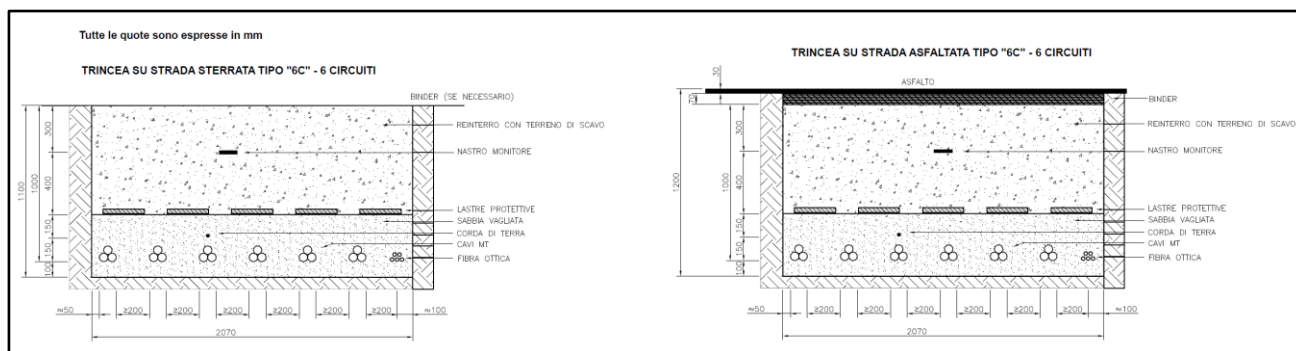


Figura 8.5: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per cinque terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata



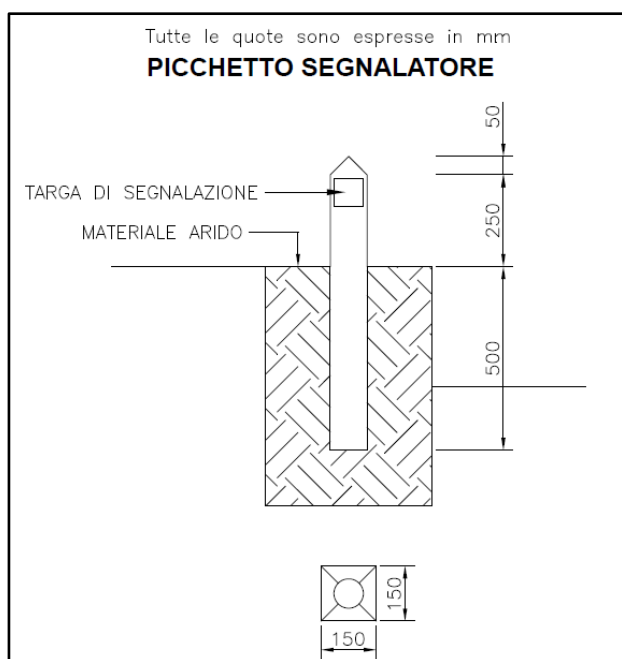


**Figura 8.6:** Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per sei di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

Lungo il percorso dei cavidotti sono previsti i pozzetti e le camerette necessari a contenere le giunzioni tra le varie sotto-tratte al fine di proteggere e favorire l'ispezione del giunto stesso.

Le dimensioni dei pozzetti sono valutate avendo cura che i cavi non subiscano danni alle guaine e che il percorso dei cavi rispetti i raggi di curvatura.

I cavi sono opportunamente segnalati grazie ai picchetti segnalatori, posizionati a distanze non superiori a 50 m sui tratti rettilinei e in corrispondenza di punti di cambio direzione del percorso e dei giunti.



**Figura 8.7:** Sezione tipica del picchetto segnalatore

## 9. COESISTENZA TRA I CAVI ELETTRICI INTERRATI E COLLEGAMENTI INTERRATI DI ALTRA NATURA

### 9.1. Coesistenza tra cavi di energia interrati e cavi di telecomunicazioni

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con i cavi di telecomunicazioni è buona norma disporre i due cavi sui lati opposti della strada e, ove tale situazione non può essere verificata, è auspicabile mantenere i 2 cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Nei casi in cui anche tale ultima distanza non possa essere rispettata è necessario adoperare alcuni dispositivi di protezione dei cavi quali tubazioni in acciaio zincato a caldo o in materiale plastico conforme alle norme CEI in vigore e cassette metalliche con zincatura a caldo.

Qualora i cavi in parallelo avessero una differenza di quota almeno pari a 0,15 m i dispositivi di protezione di cui sopra potrebbero essere omessi per il cavo interrato ad una maggiore profondità.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui ambo i cavi siano disposti all'interno dello stesso manufatto, nel quale, tuttavia, è necessario evitare contatti meccanici diretti e disporre i cavi stessi in distinte tubazioni.

### **9.2. Coesistenza tra cavi di energia interrati e tubazioni metalliche**

---

Nel caso di tratti in cui si verifica il parallelismo dei cavi di energia interrati con tubazioni metalliche interrate, quali per esempio oleodotti e acquedotti, necessarie al trasporto di fluidi, è necessario disporre i due cavi ad una distanza in proiezione orizzontale di almeno 0,30 m.

Tale distanza può non essere rispettata nel caso in cui la differenza di quota tra le superfici esterne cavo energia-tubazione metallica sia superiore a 0,50 m o nel caso in cui sia compresa tra 0,30 e 0,50 m, si frappongano tra le 2 strutture elementi non metallici e la tubazione non sia interna ad un dispositivo di protezione non metallico.

Inoltre, le superfici esterne dei cavi di energia interrati devono essere distanti almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti gas o liquidi infiammabili, mentre i cavi di energia e le tubazioni metalliche non devono essere contenute negli stessi dispositivi di protezione.

Si rende necessario realizzare giunzioni sui cavi di energia ad una distanza di almeno 1 m da ogni eventuale punto di incrocio, tranne nei casi in cui la distanza tra le superfici esterne del cavo di energia e della tubazione metallica o dispositivo di protezione sia superiore a 0,50 m.

Nel caso di coesistenza tra cavi di energia, interrati secondo la modalità di posa a M (protezione meccanica) o L (senza protezione meccanica), e gasdotti, è possibile adottare le distanze di rispetto di cui sopra purché siano rispettate al contempo le disposizioni presenti nelle "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

### **9.3. Incroci di cavi**

---

Nel caso di incroci tra cavi di energia è necessario rispettare una interdistanza di almeno 0,30 m e proteggere il cavo disposto a profondità superiore per una lunghezza di almeno 1 m adoperando i

dispositivi di protezione di cui al paragrafo 9.1, da disporre in maniera simmetrica rispetto alla disposizione del cavo a profondità inferiore.

Lungo i tratti in cui almeno uno dei 2 cavi è contenuto in un manufatto (cunicolo o tubazione), che ne assicura una maggiore protezione e la possibilità di manutenzione, è possibile non adoperare i dispositivi di protezione di cui sopra, così come nel caso in cui i 2 cavi sono contenuti in 2 dispositivi di protezione di caratteristiche analoghe.

## **10. COLLEGAMENTO IN FIBRA OTTICA**

---

Come si evince dalle figure precedenti, oltre alle terne di cavi presenti in trincea, è previsto un collegamento in **fibra ottica**, da adoperare per controllare e monitorare gli aerogeneratori.

Per realizzare il sistema di telecontrollo dell'intero impianto, come previsto dal progetto, si adopera un cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione, corredato degli accessori necessari per la relativa giunzione e attestazione, essendo lo stesso adatto alla condizione di posa interrata e tale da assicurare un'attenuazione accettabile di segnale.

Il cavo in fibra è posato sul tracciato del cavo mediante l'utilizzo di tritubo in PEHD e le modalità di collegamento seguono lo schema di collegamento elettrico degli aerogeneratori.

## **11. IMPIANTO DI TERRA**

---

Il progetto prevede di adoperare un conduttore di terra di collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori consistente in una corda di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm<sup>2</sup>, interrata all'interno della trincea in cui sono posati i cavi a 33 kV e i cavi in fibra ottica e ad una profondità di 0,850 m e 0,950 m dal piano del suolo rispettivamente nel caso di strada sterrata o asfaltata.

Al fine di evitare, in presenza di eventuali guasti, il trasferimento di potenziale agli elementi sensibili circostanti, come tubazioni metalliche, sottoservizi, in corrispondenza di attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto, si prevede di adoperare un cavo Giallo-Verde avente diametro superiore a 95 mm<sup>2</sup> del tipo FG16(O)R.

Il cavo di cui sopra è opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, è inserito da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza e assicura una resistenza analoga a quella della corda di rame nudo di 95 mm<sup>2</sup>.

In definitiva, si realizza una maglia di terra complessiva in grado di ottenere una resistenza di terra con un più che sufficiente margine di sicurezza in accordo con la Normativa vigente.

Per quanto riguarda l'esecuzione dei cavidotti, sono previste 3 fasi:

- fase 1 di apertura delle piste quando necessario;
- fase 2 in cui avviene la posa dei cavi;

- fase 3 in cui si realizza la finitura stradale.

In particolare, durante la fase 1 si realizza l'apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di 30 cm.

Durante la fase 2 si realizza lo scavo a 1,10 m di profondità dalla quota di progetto stradale finale, si colloca una corda di rame e la si riempie con terreno vagliato proveniente dagli scavi.

Successivamente sono inserite le terne di cavo previste dallo schema di progetto, i cavi in fibra ottica con reinterro di materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i. e materiale proveniente dagli scavi compattato, al di sopra del quale è installata una lastra protettiva.

Il passo successivo consiste nell'inserimento del nastro segnalatore dei cavi sottostanti, nel reinterro, solitamente per 30 cm, di materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale prima steso.

Infine, durante la fase 3, avviene la stesura dello strato di finitura stradale per 3 cm fino al piano stradale di progetto.

Solitamente per lo strato inserito nella Fase 2 si adopera materiale proveniente da cava e/o si riutilizza materiale precedentemente estratto.

## **12. STAZIONE IN CONDIVISIONE E STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 150/33 KV**

---

Il progetto prevede la realizzazione della stazione in condivisione al fine di collegare l'impianto eolico di Gallura e l'impianto da fonte rinnovabile di un altro produttore con il medesimo stallo della Stazione Elettrica della RTN Terna 150 kV "Tempio" nel Comune di Calangianus.

All'interno dell'area della stazione condivisa è contenuta la Stazione Elettrica Utente (SEU) 150/33 kV dove è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) ed è trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

La Stazione Elettrica Utente ha dimensioni in pianta di circa 52 m x 42 m.

Di seguito è riportata la planimetria elettromeccanica della SEU.

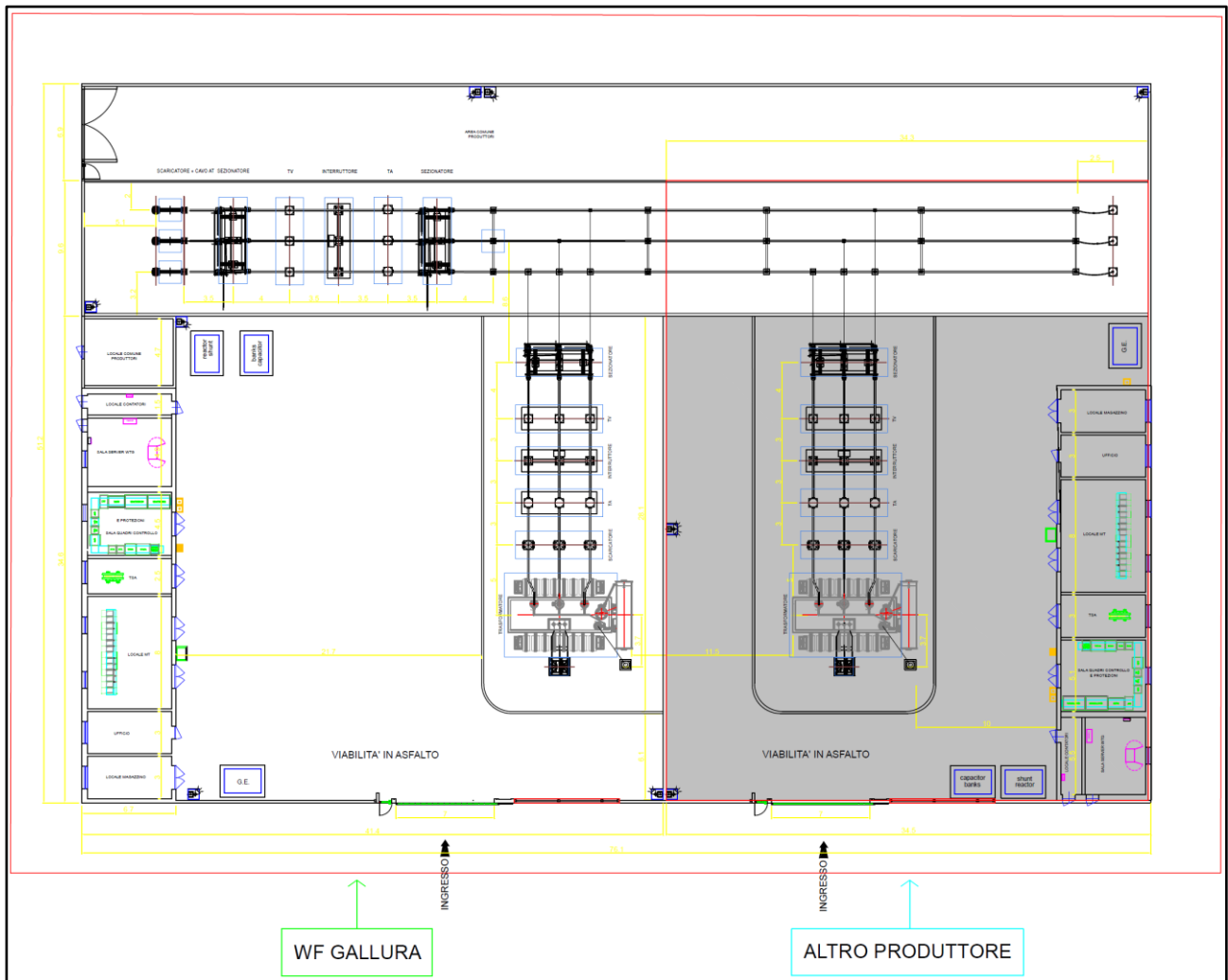


Figura 12.1: Planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV

### 12.1. Descrizione Stazione Elettrica Utente

Il progetto prevede che la Stazione Elettrica Utente sia costituita dalle seguenti apparecchiature:

- 1 trasformatore da 150/33 kV di potenza 180 MVA ONAN/ONAF;
- interruptori tripolari;
- 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- trasformatore di tensione;
- trasformatore di corrente;
- scaricatori;
- sezionatori tripolari;
- planimetria apparecchiature elettromeccaniche.

La sezione a 33 kV e BT è costituita da:

- sistema di alimentazione di emergenza e ausiliari;
- trasformatori servizi ausiliari 33/0,4 kV 200 kVA (MT/BT);
- quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV;
- sistema di protezione;

- sistema di monitoraggio e controllo;
- quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri a 33 kV comprendono:

- scomparti di sezionamento linee di campo;
- scomparti di sezionamento linee BESS;
- scomparti trasformatore ausiliario;
- scomparti di misura;
- scomparto Shunt Reactor;
- scomparto Bank Capacitor.

L'intera area è delimitata da una recinzione perimetrale realizzata con moduli in calcestruzzo prefabbricati di altezza pari a 2,5 m.

## **12.2. Apparecchiature AT 150 KV**

La sezione AT 150 kV è caratterizzata da un punto di vista elettrico dai seguenti parametri:

- tensione di esercizio AT: 150 kV;
- tensione massima di sistema: 170 kV;
- frequenza: 50 Hz;
- tensione di tenuta alla frequenza industriale:
  - Fase-fase e fase a terra: 325 kV;
  - Sulla distanza di isolamento: 375 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):
  - Fase-fase e fase terra: 750 kV;
  - Sulla distanza di isolamento: 860 kV;
- Corrente nominale sulle sbarre: 2000 A;
- Corrente nominale di stallo: 1250 A;
- Corrente di corto circuito: 31,5 kA.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del trasformatore di potenza.

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 150 +/-10 x 1,25% / 33 kV;
- Potenza di targa: 180 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd<sub>11</sub> (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito:  $V_{cc}=13\%$ ;

- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 150 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 170 kV.

### **12.3. Sistemi di misura**

---

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di misura UTF, collegato con i dispositivi di lettura all'interno del locale misure, al fine di contabilizzare l'energia prodotta dal parco eolico.

Tale sistema è corredato da un gruppo per la misura dei consumi dei sistemi ausiliari.

In accordo con le procedure di Terna e con quanto stabilito nel Regolamento di Esercizio, è altresì predisposto un sistema di trasmissione remoto delle misure verso Terna.

### **12.4. Sistema di automazione**

---

Le apparecchiature di sezionamento, manovra e di misura sono monitorate e controllate da remoto da un sistema SCADA.

### **12.5. Sistema di protezione**

---

Al fine di assicurare la sicurezza del parco eolico, degli operatori, della Stazione di condivisione contenente la SEU 150/330kV, nonché della SE RTN Terna, sono previsti tutti i sistemi di protezione.

### **12.6. Servizi ausiliari**

---

L'alimentazione dei servizi ausiliari avviene mediante il trasformatore 33/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali a 33 kV.

Inoltre, un generatore ausiliario assicura la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature.

I trasformatori e il generatore ausiliario alimentano il Quadro dei Servizi Ausiliari, a cui sono collegate le utenze in corrente alternata in Bassa Tensione quali:

- ausiliari sezione a 33 kV;
- ausiliari sezione AT;
- illuminazione aree esterne;
- circuiti prese e circuiti illuminazione edificio della stazione elettrica;
- motori e pompe;
- raddrizzatore BT;
- sistema di monitoraggio;
- altre utenze minori.

Inoltre, dal Quadro dei Servizi Ausiliari verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando.

### **12.7. Rete di terra**

---

Il sistema di terra previsto presso la Sottostazione è dimensionato tenendo in conto le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), le prescrizioni Terna, il tempo di eliminazione del guasto di 0,5 s e la corrente di guasto che sarà comunicata da Terna.

L'impianto di terra è costituito da una maglia di terra in corda di rame nudo di sezione minima pari a 120 mm<sup>2</sup>, interrato a 60 cm dal piano del suolo e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva.

Presso il trasformatore AT/MT l'impianto di terra è costituito da ulteriori dispersori verticali.

Inoltre, il sistema di terra è collegato all'impianto di terra presso l'edificio della Sottostazione, in considerazione delle specifiche indicazioni del gestore.

La rete di terra è collegata alle apparecchiature di Alta Tensione tramite cavo di rame nudo da 125 mm<sup>2</sup>. Il collegamento tra i conduttori in rame è realizzato tramite morsetti in rame a compressione, le connessioni tra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature sono realizzate tramite capicorda e bulloni di fissaggio.

In definitiva si realizza un sistema di terra completo in grado di assicurare un sufficiente livello di sicurezza per quanto riguarda la capacità di dispersione.

Come anticipato, in sede di progettazione sarà eventualmente possibile individuare aree in cui inserire sistemi di dispersione ausiliaria, al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite sulla base delle norme citate, installare conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature e infittire la maglia di terra in corrispondenza delle apparecchiature di Alta Tensione.

### **12.8. Edificio di comando e controllo**

---

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio di dimensioni in pianta di 34,6 m x 6,7 m in grado di contenere locali tecnici e uffici, quali:

- locale comune produttori;
- locale contatori;
- sala server WTG;
- locale quadri BT e protezioni;
- locale per servizi ausiliari;
- locale quadri in Media Tensione a 33 kV;
- locale adibito ad ufficio;



- locale magazzino.

L'edificio di comando e controllo è completo di illuminazioni e prese e potrà subire miglioramenti nel suo assetto in fase di progettazione esecutiva.

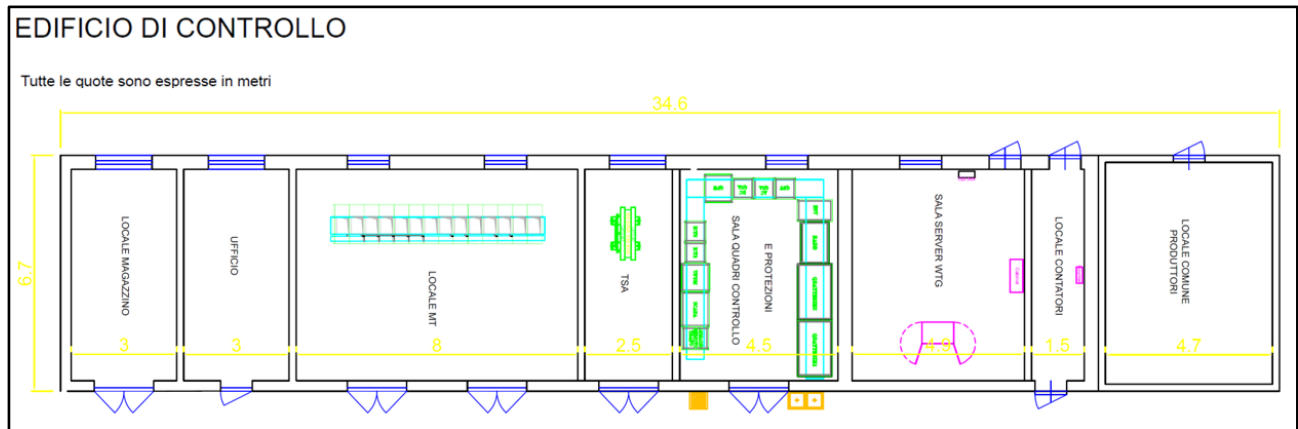


Figura 12.8.1: Edificio di comando e controllo

### 12.9. Analisi del rischio elettrocuzione

L'elettrocuzione si verifica con il passaggio di corrente nel corpo umano dovuto al contatto diretto tra corpo – elemento in tensione.

L'entità del danno provocato dall'elettrocuzione dipende dalla durata del fenomeno, dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalle condizioni dell'organismo coinvolto e dagli organi interessati dal passaggio di corrente.

In questa trattazione si valuta il rischio di elettrocuzione nelle seguenti situazioni:

- contatti elettrici diretti;
- contatti elettrici indiretti;
- fulminazione diretta.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici diretti**, la norma CEI 11-1 classifica le parti di impianto quali aerogeneratori e stazione di trasformazione come aree elettriche chiuse e gli elettrodotti interrati come esterni ad aree elettriche chiuse.

Pertanto, nel caso di aerogeneratori e stazione di trasformazione, le misure di protezione riguardano involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, sulla base delle misure di cui al punto 7.1.3.2 della norma stessa.

Nel caso degli elettrodotti interrati, in base al punto 7.1.3.1 della norma citata, si adottano misure di protezione contro i contatti elettrici diretti quali distanziamento e involucri (nello specifico si adoperano cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17).

Inoltre, si adoperano ulteriori accorgimenti relativamente ad eventuali contatti diretti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);

- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

La Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e la Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza vengono comunque rispettate.

Per quanto riguarda i **contatti elettrici indiretti**, presso ogni aerogeneratore è realizzato un impianto di terra, costituito da anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell'aerogeneratore.

Essi sono collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all'interno dell'aerogeneratore.

Gli accorgimenti relativi ad eventuali contatti indiretti, in presenza dell'elettrodotto interrato, riguarda la posa, sul fondo dello scavo, di una treccia di rame della sezione di 90 mm<sup>2</sup>, tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra.

Gli schermi dei cavi in corrispondenza dei giunti sono collegati a tale treccia.

Per quanto riguarda la sottostazione, la protezione da contatti indiretti è assicurata dall'impianto di terra, connesso a tutte le parti metalliche non in tensione e al centro stella del trasformatore.

In particolare, si prendono i seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori MT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 55 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V. In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 “Prescrizioni per la sicurezza” e della Norma CEI 11-1 parte 7 “Misure di Sicurezza.

Per quanto riguarda la protezione contro le **fulminazioni dirette**, gli aerogeneratori sono dotati di un sistema di protezione, costituito da un anello di alluminio disposto sulle pale, una rete di terra intorno alla relativa fondazione e una linea di drenaggio.

#### **12.10. Rete di smaltimento acque bianche e nere**

L'area della stazione è dotata di una rete di raccolta superficiale delle acque necessaria allo smaltimento delle acque meteoriche dalle strade e dai piazzali asfaltati.

La rete è costituita da pozzetti in calcestruzzo prefabbricati con copertura in ghisa o caditoie e tubazioni in PVC con rinfiacco in calcestruzzo o tubazioni in calcestruzzo.

Il sistema di raccolta è progetto sulla base delle caratteristiche pluviometriche del sito ed è in grado di assicurare lo scarico delle acque piovane con regolarità e sicurezza anche nelle condizioni di massimo deflusso.

Qualora risultasse difficoltoso smaltire le acque a causa dell'eccessiva distanza o assenza di un punto di dispersione, in sede di progettazione esecutiva potrebbero essere valutate alternative, quali ad esempio pozzi disperdenti, previo rilascio autorizzazioni e purché non influiscano negativamente sui costi di realizzazione.

Oltre al sistema di cui sopra, nell'area della stazione è prevista una rete fognaria che assicura lo smaltimento degli scarichi provenienti dai servizi igienici dell'edificio di controllo in accordo con i regolamenti locali vigenti e le normative nazionali.

#### **12.11. Opere civili**

---

Le principali opere civili previste riguardano:

- scotico superficiale;
- scavo di sbancamento e successivo consolidamento per garantire la necessaria qualità del sottofondo;
- eventuali opere strutturali necessarie alla preparazione dell'area (palificate e/o gabbionate);
- realizzazione della rete di terra;
- realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaata;
- realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in calcestruzzo, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,5 m;
- realizzazione di un ingresso carrabile (larghezza 7 m) e di uno pedonale, lungo il muro perimetrale;
- realizzazione accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SEU.

### **13. IMPIANTO BESS (BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM)**

---

#### **13.1. Descrizione generale**

---

Il BESS è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, ovvero un impianto costituito da

sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in Media Tensione.

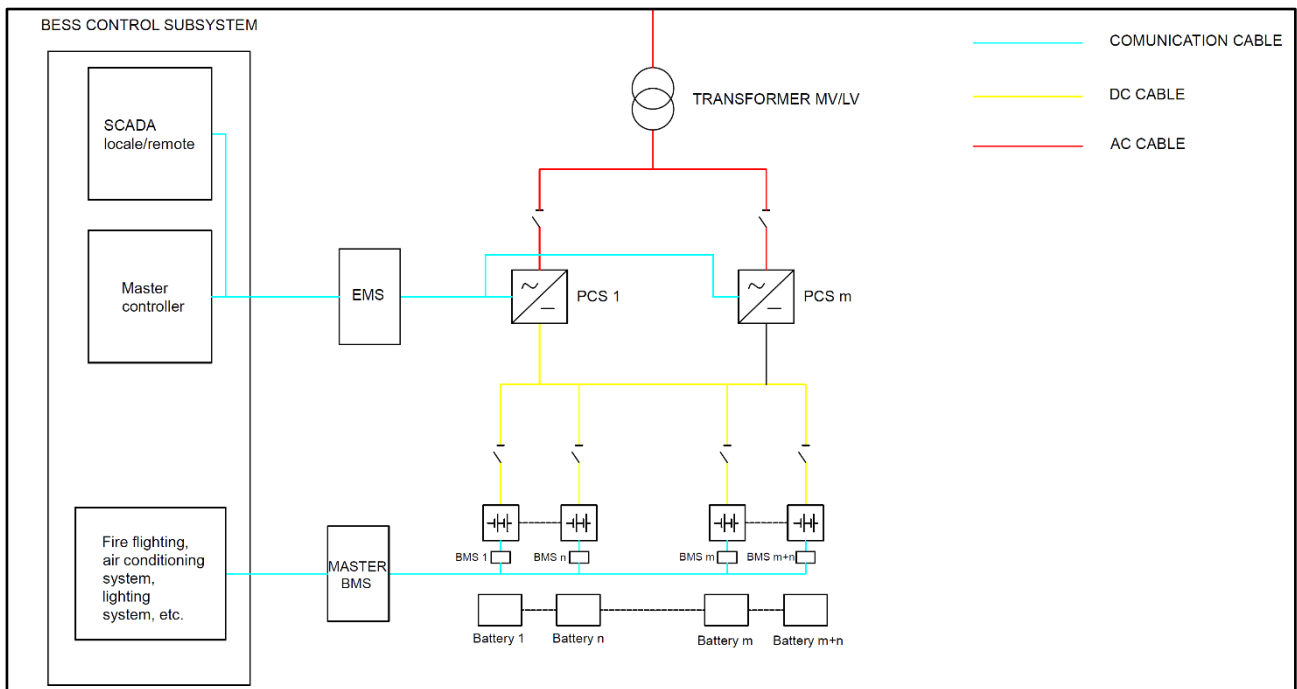
La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema BMS.

Di seguito è riportato un elenco dei componenti principali del sistema BESS:

- celle elettrochimiche assemblate in moduli e rack (Battery Assembly);
- DC/AC Two-Way Conversion System (PCS);
- trasformatori di potenza MT/BT;
- quadri elettrici di potenza MT;
- sistema locale di gestione e controllo dell'assemblaggio della batteria (BMS);
- sistema integrato locale di gestione e controllo dell'impianto (SCI) - garantisce il corretto funzionamento di ogni gruppo di batterie gestito da PCS chiamato anche EMS (Energy Management System);
- integrazione del sistema di supervisione dell'impianto SCADA con l'impianto eolico di Gallura;
- servizi ausiliari;
- sistemi di protezione elettrica;
- cavi di alimentazione e segnale;
- container o quadri ad uso esterno equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

Nella figura seguente è riportato uno schema funzionale del BESS del quale si evidenzia il principio di funzionamento.



**Figura 13.1.1:** Schema generale di funzionamento del BESS

L'architettura del sistema prevede che ogni assemblato batteria (per esempio Battery n nella figura precedente) sia dotato di un sistema di gestione della batteria (Battery Management System, BMS) in grado di gestire lo stato di carica (SOC), lo stato di salute (SOH), la corrente, la tensione e la temperatura dei vari moduli, la protezione e il controllo.

Ogni gruppo batterie (per esempio Battery m,..., Battery m+n nella figura precedente) è dotato di un sistema di conversione della corrente (Power Conversion System, PCS), costituito da convertitori di potenza bidirezionali, controllori di convertitori, interruttori e protezioni AC e DC, filtri sinusoidali.

I PCS sono collegati ad un trasformatore MV/LV, necessario per la conversione da Bassa a Media Tensione, mentre un sottosistema di controllo assicura il corretto funzionamento dell'intero sistema ed è integrato con un sistema SCADA, in grado di assicurare il controllo da remoto.

La configurazione del BESS, in termini di numero di PCS e numero di moduli batteria, sarà effettuata in base alle scelte progettuali che saranno condivise con il fornitore del sistema, nonché al numero di PCS che saranno collegati al framework MT.

### 13.2. Caratteristiche dei container

La struttura dei containers è del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati.

La struttura consente il trasporto, nonché la posa in opera in un unico blocco sui supporti, con tutte le apparecchiature già installate a bordo e senza che sia necessario procedere allo smontaggio delle varie parti costituenti il singolo container.

L'unica eccezione riguarda i moduli batteria, che, se necessario, sono smontati e trasportati a parte.

Nei container è previsto, dove necessario, un impianto di condizionamento e ventilazione, idoneo a mantenere le condizioni ambientali interne ottimali per il funzionamento dei vari apparati.

Il grado di protezione minimo dei container è di IP54.

La verniciatura esterna è realizzata secondo particolari procedure e nel rispetto della classe di corrosività atmosferica relativa alle caratteristiche ambientali del sito di installazione.

Il progetto prevede un sistema antieffrazione con le relative segnalazioni.

La struttura è antisismica nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008) NTC 2018.

Tutti i container batterie, convertitori, quadri elettrici sono dotati di rivelatori incendi.

I container batterie sono, inoltre, equipaggiati con relativo sistema di estinzione automatico specifico per le apparecchiature contenute all'interno.

Estintori portatili e carrellati sono posizionati in prossimità dei moduli batterie, dei convertitori di frequenza e dei quadri elettrici.

Le segnalazioni provenienti dal sistema antiincendio vengono inviati al sistema di controllo di impianto e alla sala controllo ENEL.

### **13.3. Caratteristiche delle batterie**

---

Le batterie sono costituite da celle agli ioni di litio (Li-Ion) con fosfato di litio ferro (LFP) o chimica NMC assemblate in serie /parallelo per formare i moduli.

Infine, diversi moduli in serie formano il rack.

Le batterie, durante il normale funzionamento di esercizio, non presentano emissioni di vapori e, nelle condizioni di malfunzionamento ed emergenza, l'analisi quali-quantitativa delle relative emissioni in atmosfera è oggetto di studio dei maggiori costruttori di batterie.

I componenti del sistema di accumulo che verranno installati nel nuovo impianto saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato al momento della costruzione.

Il tipo e la taglia esatta dei vari equipment saranno comunque individuati in fase di acquisto delle macchine e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

### **13.4. Collegamento del sistema di conversione MT**

---

Vista la necessità di elevare, mediante trasformatori, la tensione in Media Tensione è previsto un sistema di conversione della tensione.

I trasformatori sono collegati tra di loro in configurazione entra esci e hanno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri di Media Tensione.

Da un punto di vista funzionale i quadri hanno quindi il compito di:

- dispacciare la totale potenza erogata/assorbita dal sistema di stoccaggio mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “montante di generazione”;
- alimentare i servizi ausiliari di tutti i container che alloggiavano le batterie e i PCS mediante un pannello dedicato che, in assetto classico, viene identificato come “distributore”;
- garantire la funzione di misura e protezioni per il sistema BESS.

### **13.5. Funzionalità dell'impianto BESS**

---

Il sistema BESS fornisce un servizio per la regolazione primaria di frequenza, secondaria e terziaria di rete ed altri servizi ancillari di rete, oltre a coprire e ridurre gli sbilanciamenti dell'impianto eolico Gallura.

Il PCS comprende l'insieme dei dispositivi e delle apparecchiature necessarie alla connessione degli assemblati batterie al punto di connessione AC, installati in apposito container.

Il sistema risulta equipaggiato con i seguenti componenti principali:

- trasformatori MT/BT isolati;
- ponti bidirezionali di conversione statica dc/ac;
- filtri sinusoidali di rete;
- filtri RFI;
- sistemi di controllo, monitoraggio e diagnostica;
- sistemi di protezione e manovra;
- sistemi ausiliari (condizionamento, ventilazione, etc.);
- sistemi di interfaccia assemblati batterie.

La tensione denominata “BT” sarà determinata in base alla proposta del fornitore del sistema BESS.

I convertitori statici DC/AC sono di tipologia VSC (Self-Commutated Voltage source Converter) con controllo in corrente, di tipo commutato.

Essi sono composti da ponti trifase di conversione dc/ac bidirezionali reversibili realizzati mediante componenti total-controllati di tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).

Il PCS è dotato di un sistema di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e degli assemblati batterie da esso azionati.

### **13.6. Supervisione e sistema di controllo**

---

Le principali funzioni del sistema di gestione della batteria (BMS) sono:

- monitoraggio e gestione di SoC e SoH;
- monitoraggio e gestione del bilanciamento delle celle;
- monitoraggio e diagnostica dei gruppi di batterie;

- gestione dei segnali di allarme/anomalia;
- supervisione e controllo delle protezioni con eventuale azione di scollegamenti/collegamento batterie in caso di necessità;
- gestione dei segnali di sicurezza della batteria con monitoraggio fino a singole celle di valori come tensioni, temperature, correnti disperse;
- invio di segnali soglia per la gestione delle fasi di ricarica e download;
- elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di ricarica e scarico;
- elaborazione dei parametri necessari per identificare la durata residua delle batterie;
- elaborazione dei parametri necessari per stimare lo stato di carica delle batterie.

Le caratteristiche principali del sistema di monitoraggio BMS sono:

- monitoraggio e gestione di SoC e SoH;
- monitoraggio e gestione del bilanciamento delle celle;
- monitoraggio e diagnostica dei gruppi di batterie;
- gestione dei segnali di allarme/anomalia;
- supervisione e controllo delle protezioni con eventuale azione di scollegamenti/collegamento batterie in caso di necessità;
- gestione dei segnali di sicurezza della batteria con monitoraggio fino a singole celle di valori come tensioni, temperature, correnti disperse;
- invio di segnali soglia per la gestione delle fasi di ricarica e download;
- elaborazione dei parametri per la gestione delle fasi di ricarica e scarico;
- elaborazione dei parametri necessari per identificare la durata residua delle batterie;
- elaborazione dei parametri necessari per stimare lo stato di carica delle batterie.

Le caratteristiche principali del sistema di monitoraggio BMS sono:

- calcolare e inviare ai sistemi locali (SCI) lo stato di ricarica (SOC);
- fornire ai sistemi locali (SCI) i parametri per valutare i programmi di produzione e di consegna ammissibili;
- fornire ai sistemi locali (SCI) segnali di allarme/anomalia;
- confermare la fattibilità di una richiesta di energia nell'assorbimento o nell'erogazione.

Le principali funzioni del sistema di controllo PCS sono:

- gestione della carica/scarico delle batterie assemblate;
- gestione di blocchi e interblocchi di gruppi batteria;
- protezione dei gruppi batteria;
- protezione dei convertitori.



Le principali funzioni del sistema SCI integrato sono:

- consentire ai singoli moduli batteria di funzionare localmente, utilizzando funzioni di protezione, controllo e interblocco;
- azionare il funzionamento remoto del sistema;
- comunicare con l'impianto SCADA per gestire le funzionalità BESS in interazione con la funzionalità e la produzione di energia dell'impianto eolico Gallura.

### **13.7. Configurazione finale dell'impianto**

---

Il sistema BESS è ottenuto replicando 17 gruppi batterie o sub-unit da 3,8 MWp (tale valore di potenza è riferito al massimo contributo al punto di connessione della singola unità e non alla potenza nominale della stessa) per una potenza totale di 64,8 MWp.

Una possibile configurazione dell'impianto è quella mostrata nella figura seguente.



**Figura 13.7.1:** Configurazione BESS di potenza 64,8 MWp

Le sub-unit di ciascun gruppo sono collegate tra loro in entra – esci e ognuno dei 4 gruppi è collegato ad a un BESS MV Container, contenente i quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV e collegato alla Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV tramite cavo interrato a 33 kV.

L'alimentazione dei servizi ausiliari avviene in Bassa Tensione (400/230 V) e il numero di cabine di trasformazione (BESS AUX Container) per la connessione alla Media Tensione d'impianto (33 kV) è pari

a 4.

Il collegamento tra i BESS AUX Container e i quadri elettrici a 33 kV della SEU 150/33 kV è realizzato tramite 2 cavi interrati a 33 kV.

I sistemi ausiliari sono in grado di assicurare servizi ausiliari quali:

- illuminazione esterna dell'area del BESS;
- sistema per la ventilazione;
- illuminazione interna all'area BESS e di sicurezza;
- alimentazione per i sistemi di controllo.

### **13.8. Processo di smaltimento dell'impianto**

Il processo di decommissioning, riciclaggio e smaltimento dei materiali costituenti il sistema BESS è attuato in conformità alle leggi nazionali, europee ed internazionali vigenti (tra le quali European Directive on batteries and accumulators 2006/66/EC), assicurandone il rispetto anche nel caso di modifiche e/o integrazioni di quest'ultime dal momento in cui l'impianto verrà messo in esercizio.

Il fornitore del sistema BESS fornisce idonea documentazione nella quale sono descritte le modalità gestionali e gli aspetti di sicurezza.

Dal 1° gennaio 2009, in virtù del D.Lgs. 188, datato 20 novembre 2008, è stato esteso in Italia l'obbligo di recupero alle pile e agli accumulatori non basati sull'uso di piombo bensì sull'impiego di altri metalli o composti.

Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE.

A fine vita il sistema di accumulo sarà disassemblato e, in conformità alle leggi vigenti, trasportato verso un centro autorizzato di raccolta e riciclaggio.

### **13.9. Scelta materiali di realizzazione opere architettoniche**

Per installare il sistema di accumulo è realizzato un piazzale parzialmente in rilevato e parzialmente in scavo con le relative scarpate opportunamente inerbite con graminacee e arbusteti di macchia mediterranea presenti in sito. Tale piazzale è delimitato con una recinzione a maglie metalliche installata su un cordolo in cemento armato.

Al fine di mitigare l'impatto visivo dell'opera si prevede la piantumazione di alberi lungo il perimetro del piazzale e internamente all'area recintata.

In particolare, sono piantati alberi sempre verdi presenti nell'area d'impianto tipo *Quercus ilex*.

I containers poggiano su fondazioni in calcestruzzo armato e raggruppati in isole delimitate da cordoni di altezza 10 cm e pavimentate con calcestruzzo impermeabile.

La restante parte del piazzale, necessario alla gestione e manutenzione dell'impianto, è, invece, realizzata con misto stabilizzato.

### **13.10. Gestione delle acque**

---

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche ricadenti sul BESS, essendo l'impianto ubicato in un'area dedicata senza collegamenti con impianti esistenti, il Gestore ha previsto la realizzazione di un impianto idraulico apposito, che provvede all'allontanamento delle acque dalle superfici impermeabilizzate delle isole BESS e dai container – in accordo ai regolamenti Regionali.

Le acque di prima pioggia sono collettate, tramite adeguato pozzetto scolmatore, in un'apposita vasca di trattamento (vasca di prima pioggia), dotata altresì di disoleatore con filtro a coalescenza Class I, posta subito fuori dell'impianto BESS, opportunamente dimensionata in base al volume di acque da trattare.

Le acque così trattate e le acque di seconda pioggia, prima di essere scaricate al punto di recapito, sono laminate in base alla massima portata consentita allo scarico in accordo alle indicazioni degli Enti preposti.

Anche le acque meteoriche impattanti i trasformatori MT/BT sono raccolte con una rete dedicata e inviate ad un disoleatore con filtro a coalescenza Class I per garantire i limiti allo scarico secondo il D.Lgs 152/2006.

Le acque reflue antincendio impattanti sul container BESS, nel caso venga usato il dry-pipe, sono raccolte in una vasca di contenimento e smaltite con autobotti come rifiuto liquido.

La vasca deve essere impermeabile e intercettata all'ingresso con una valvola tenuta normalmente chiusa, aperta poi manualmente dall'operatore prima dell'azionamento del dry-pipe.

### **13.11. Sistema antincendio**

---

L'impianto di accumulo è attività soggetta al Certificato di Prevenzione Incendi.

Tuttavia, le batterie del BESS non hanno un codice di appartenenza specifico nel DPR 151/2011 e, ad oggi, ogni comando VV.F. lo ha attribuito al codice 48.2.C (Centrali termoelettriche) o al codice 48.1.B (Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili superiori ad 1 mc).

I container PCS ed i locali trasformatori MT/BT sono dotati di sistemi di rilevazione fumo, mentre i container batterie sono dotati di sistemi di rilevazione e spegnimento incendio.

Inoltre, in sito sono disponibili estintori in prossimità delle aree a rischio specifico.

In caso di incendio, al fine di evitare l'inquinamento atmosferico, il sistema di spegnimento che risulta essere migliore è quello ad acqua, motivo per cui all'esterno di ogni singola isola è prevista una manichetta per l'allaccio dei vigili del fuoco, i quali avrebbero la possibilità di inondare il container, in modo che l'acqua possa scorrere per colamento riempiendo l'area cordolata e impermeabilizzata sopra la

quale sono posizionati i container.

Una valvola serve ad evitare che l'acqua in questo caso segua il percorso normalmente previsto per le acque meteoriche; l'acqua di spegnimento è convogliata tramite delle canalizzazioni prima verso un pozzetto poi verso una vasca di 40 mc normalmente vuota.

In caso di incendio tale vasca è riempita dall'acqua di spegnimento e successivamente è svuotata tramite aspirazione da un'autobotte.

### **13.12. Impianto di terra**

---

L'area BESS è dotata di una rete di terra costituita da conduttori di rame interrato, dimensionati sulla base delle presunte correnti di corto circuito per i diversi livelli di tensione e sulla base delle Norme CEI EN 61936-1, CEI EN 50522 e CEI 11-37 e dei documenti specifici per l'impianto in oggetto, e da dispersori. Inoltre, ogni cabina è dotata di sbarra di terra per il collegamento delle apparecchiature.

## **14. CAVO ELETTRICO INTERRATO IN ALTA TENSIONE**

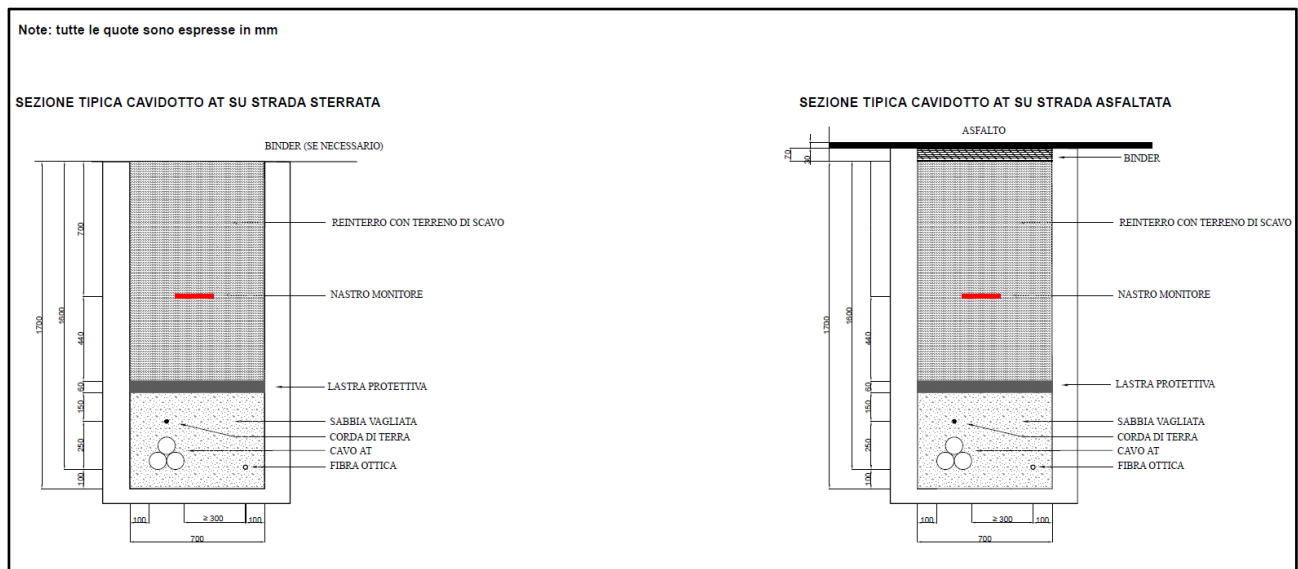
---

Il collegamento tra la Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV, nel Comune di Luras, e la il nuovo stallo a 150 kV della Stazione Elettrica della RTN a 150 kV, denominata "Tempio" e localizzata nel Comune di Calangianus, è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di circa 7,2 km ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E (o similari) del costruttore Prysmian, di sezione di 1000 mm<sup>2</sup>, in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U<sub>0</sub>/U<sub>n</sub> (U<sub>max</sub>) 87/150 (170) kV, portata nominale di 750 A, schermo semiconduttivo dell'isolamento, schermo metallico e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

I cavi a 150 kV della terna sono installati secondo una posa a trifoglio a 1,60 m dal piano del suolo e su un letto di sabbia di 0,1 m, sono ricoperti da uno strato di sabbia di 0,4 m al di sopra del quale una lastra protettiva in cemento ne assicura la protezione meccanica.

A 0,7 m dal piano del suolo un nastro monitor ha lo scopo di segnalare la presenza dei cavi al fine di evitarne eventuali danneggiamenti seguenti ad eventuali scavi da parte di terzi.

La terna di cavi in AT è distante sul piano orizzontale almeno 0,3 m dal cavo in fibra ottica, mentre nel letto di sabbia è previsto anche un cavo unipolare di protezione.



**Figura 14.1:** Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la SEU 150/33 kV e la Stazione Elettrica della RTN a 150 kV denominata “Tempio” su strada sterrata e asfaltata

La scelta della sezione dei cavi presi in considerazione è stata effettuata in modo che la corrente di impiego  $I_b$  risulti inferiore alla portata effettiva del cavo stesso e tenendo presente le condizioni di posa adottate.

La scelta dei particolari cavi AT e delle relative condizioni di posa potranno comunque subire modifiche, non sostanziali, in fase di progettazione esecutiva, a seconda delle condizioni operative riscontrate

## 15. STALLO ARRIVO PRODUTTORE

Lo stallo di arrivo produttore a 150 kV nella stazione della RTN a 150 kV “Tempio” nel Comune di Calangianus costituisce impianto di rete per la connessione ed è individuato nella **Figura 15.1**.

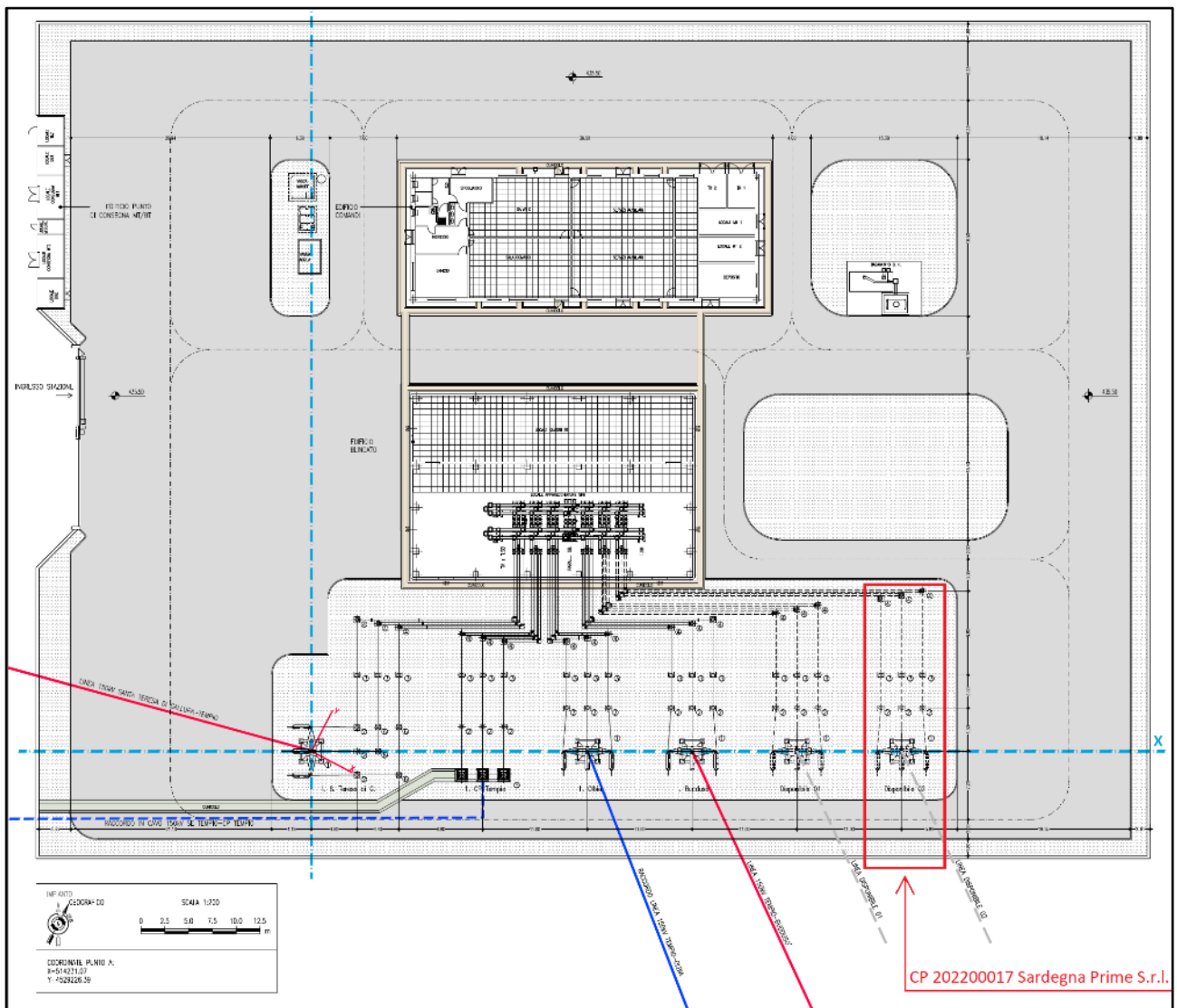


Figura 15.1: Planimetria della SE RTN 150 kV “Tempio” con l’ubicazione dello stallo a 150 kV

Nella seguente figura sono rappresentati rispettivamente il dettaglio della planimetria dello stallo di cui sopra e la relativa sezione.

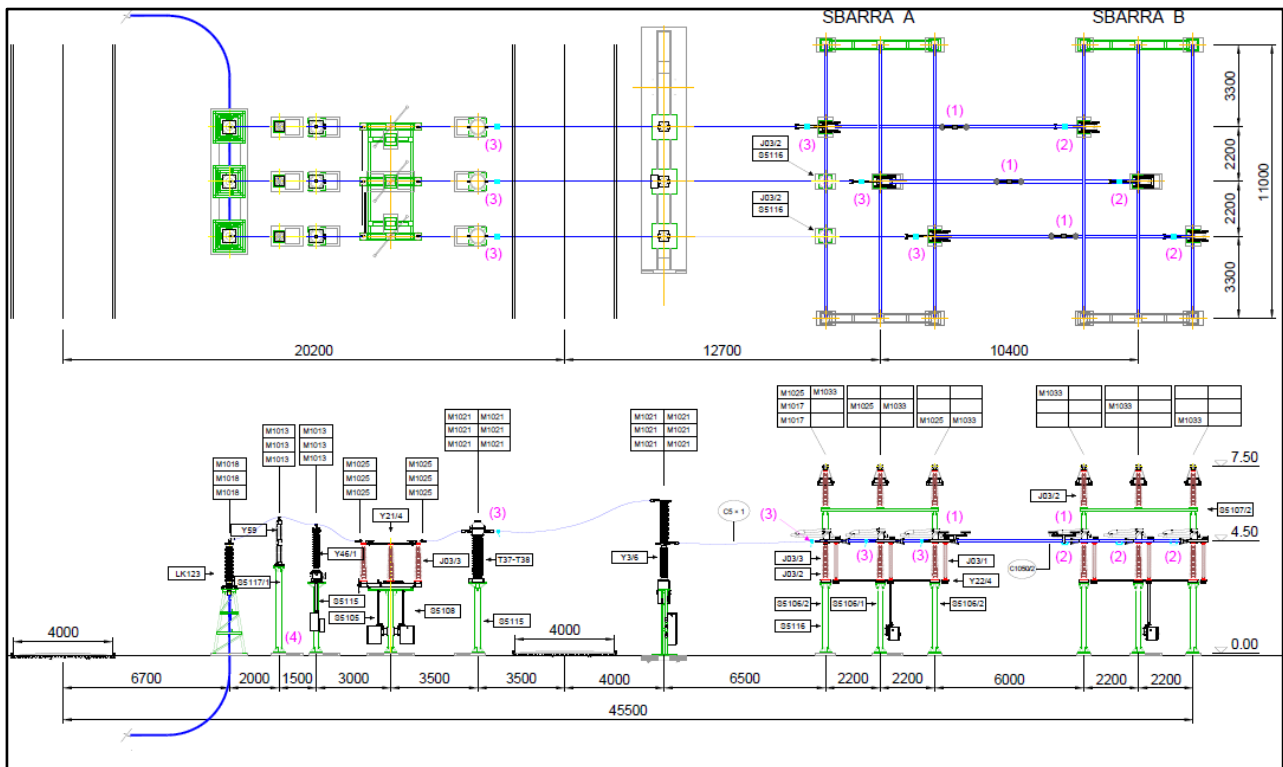


Figura 15.2: Planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna

STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 40 kA				STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 31,5 kA			
<b>Elenco carpenteria 132-150 kV</b>				<b>Elenco carpenteria 132-150 kV</b>			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
SE106/1	Sostegno sezionatore verticale con armadio	2	INS CS S D1	SE106/1	Sostegno sezionatore verticale con armadio	2	INS CS S D1
SE106/2	Sostegno sezionatore verticale senza armadio	4	INS CS S D1	SE106/2	Sostegno sezionatore verticale senza armadio	4	INS CS S D1
SE105	Sostegno sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1	SE105	Sostegno sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1
SE108	Sostegno comando sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1	SE108	Sostegno comando sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1
SE107/2	Sostegno portale sbarre senza armadio	2	INS CS S D1	SE107/2	Sostegno portale sbarre senza armadio	2	INS CS S D1
SE115	Sostegno TA - TV	6	INS CS S D1	SE115	Sostegno TA - TV	6	INS CS S D1
SE116	Sostegno isolatore portante	2	INS CS S D1	SE116	Sostegno isolatore portante	2	INS CS S D1
SE117/1	Sostegno scaricatore	3	INS CS S D1	SE117/1	Sostegno scaricatore	3	INS CS S D1
<b>Elenco apparecchiature 132-150 kV</b>				<b>Elenco apparecchiature 132-150 kV</b>			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
Y4E	interruttore 132 kV	1	INS INT 0001	Y4E	interruttore 132 kV	1	INS INT 0001
Y3E	interruttore 150 kV	1	INS INT 0001	Y3E	interruttore 150 kV	1	INS INT 0001
Y214	Sezionatore orizzontale con lame di terra	1	INS AS S D1	Y214	Sezionatore orizzontale con lame di terra	1	INS AS S D1
Y224	Sezionatore verticale	2	INS AS S D1	Y224	Sezionatore verticale	2	INS AS S D1
T3E-T3E	TA ad affidabilità incrementata 132 kV	3	INS AA S D1	T3E-T3E	TA ad affidabilità incrementata 132 kV	3	INS AA S D1
T3T-T3E	TA ad affidabilità incrementata 150 kV	3	INS AA S D1	T3T-T3E	TA ad affidabilità incrementata 150 kV	3	INS AA S D1
Y44/1	TVC 132 kV	3	INS AV S D1	Y44/1	TVC 132 kV	3	INS AV S D1
Y46/1	TVC 150 kV	3	INS AV S D1	Y46/1	TVC 150 kV	3	INS AV S D1
LK123	Terminale anta-cavo	3	LUX LK 123	LK123	Terminale anta-cavo	3	LUX LK 123
Y58	Scaricatore 132 kV	3	INS AZ S D1	Y58	Scaricatore 132 kV	3	INS AZ S D1
Y59	Scaricatore 150 kV	3	INS AZ S D1	Y59	Scaricatore 150 kV	3	INS AZ S D1
<b>Elenco isolatori 132-150 kV (1)</b>				<b>Elenco isolatori 132-150 kV (1)</b>			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
JSB1	isolatore di manovra	6	INS CI S D1	JSB1	isolatore di manovra	6	INS CI S D1
JSB2	isolatore portante	8	INS CI S D1	JSB2	isolatore portante	8	INS CI S D1
JSB3	isolatore portante	15	INS CI S D1	JSB3	isolatore portante	15	INS CI S D1
<b>Elenco morsetteria 132-150 kV</b>				<b>Elenco morsetteria 132-150 kV</b>			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
M1013	Morsetto a "T" corda passante AI Ø 36 - codolo	6	INS MOR S D1	M1013	Morsetto a "T" corda passante AI Ø 36 - codolo	6	INS MOR S D1
M1017	Morsetto portante per corda AI Ø 36	2	INS MOR S D1	M1017	Morsetto portante per corda AI Ø 36	2	INS MOR S D1
M1018	Morsetto a 90° per corda AI Ø 36 - codolo	3	INS MOR S D1	M1018	Morsetto a 90° per corda AI Ø 36 - codolo	3	INS MOR S D1
M1021	Morsetto dritto per corda AI Ø 36 - piastra a 2 fori	12	INS MOR S D1	M1021	Morsetto dritto per corda AI Ø 36 - piastra a 2 fori	12	INS MOR S D1
M1025	Morsetto dritto per corda AI Ø 36 - piastra a 4 fori	9	INS MOR S D1	M1025	Morsetto dritto per corda AI Ø 36 - piastra a 4 fori	9	INS MOR S D1
M1033	Morsetto elastico dritto per tubo AI Ø 100 - piastra a 4 fori	6	INS MOR S D1	M1033	Morsetto elastico dritto per tubo AI Ø 100 - piastra a 4 fori	6	INS MOR S D1
-	Antivibranti per conduttori tubolari 1050/2 (2)	3		-	Antivibranti per conduttori tubolari 1050/2 (2)	3	
-	Puntii fissi per conduttore tubolare da Ø 100	3		-	Puntii fissi per conduttore tubolare da Ø 100	3	
-	Puntii fissi per conduttore a corda AI Ø 36	6		-	Puntii fissi per conduttore a corda AI Ø 36	6	
<b>Elenco conduttori 132-150 kV</b>				<b>Elenco conduttori 132-150 kV</b>			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
C1050/2	Conduttore tubolare Ø 100-86	3x10,4 m	INS CC S D1	C1050/2	Conduttore tubolare Ø 100-86	3x10,4 m	INS CC S D1
CS x 1	Conduttore corda AI Ø 36	85 m	LCS	CS x 1	Conduttore corda AI Ø 36	85 m	LCS

(1) Nelle quantità degli isolatori, sono conteggiati anche gli isolatori delle apparecchiature  
 (2) Per gli antivibranti sulle sbarre fare riferimento alla ING CM G D1

Figura 15.3: Legenda della planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna



Le apparecchiature che costituiscono lo stallo all'interno della Stazione Elettrica della RTN a 150 kV rispondono alle specifiche Terna e sono di seguito elencate:

- Terminali cavi AT;
- Sbarre 150 kV;
- Trasformatori di Tensione capacitivi 150 kV;
- Trasformatori di corrente 150 kV;
- Sezionatore unipolare orizzontale con lame di terra 150 kV;
- Sezionatori unipolari verticale 150 kV;
- Interruttore tripolare 150 kV;
- Scaricatori di sovratensione 150 kV.

## 16. VOLUMETRIE PREVISTE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Nel presente paragrafo viene esposto il calcolo per la stima relativa ai volumi di scavo e di riporto necessari per la realizzazione delle opere:

### 1) Fondazioni

Per la realizzazione degli 11 plinti di fondazione si stima uno scavo in eccesso pari a circa 7.084 mc;

### 2) Strade di accesso e piazzole SEU, BESS

Per la realizzazione delle 11 piazzole e relative strade di accesso, dell'Area SEU e dell'area BESS si è stimato un volume complessivo di scavo e riporto come riportato in **Tabella 16.1**.

PIAZZOLE	ASSE	VOLUME m <sup>3</sup>			SVILUPPO m	
		SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA	ASSE	LUNGHEZZA
	A - GA01	-334,00	745,00	411,00	A - GA01	1 496,99
GA01		-9 101,00	13 429,00	4 328,00		
	C2 - GA02	-161,00	89,00	-72,00	C2 - GA02	335,11
GA02		-12 368,00	8 775,00	-3 593,00		
	C - GA03	-290,00	149,00	-141,00	C - GA03	409,48
GA03		-15 767,00	19 503,00	3 736,00		
	D - GA04	-6,00	118,00	112,00	D - GA04	70,92
GA04		-8 580,00	12 065,00	3 485,00		
	E - GA05	-785,00	610,00	-175,00	E - GA05	475,22
GA05		-5 979,00	4 223,00	-1 756,00		
	F - GA06	-462,00	28,00	-434,00	F - GA06	168,13
GA06		-10 827,00	8 135,00	-2 692,00		
	G - GA07	-1 929,00	365,00	-1 564,00	G - GA07	931,85
GA07		-6 634,00	12 588,00	5 954,00		
	H - GA08	-50,00	848,00	798,00	H - GA08	409,31
GA08		-9 587,00	6 474,00	-3 113,00		
	I - GA09	-1 377,00	287,00	-1 090,00	I - GA09	353,29
GA09		-18 706,00	16 927,00	-1 779,00		
	L - GA10	-634,00	532,00	-102,00	L - GA10	680,00

PIAZZOLE	ASSE	VOLUME m <sup>3</sup>			SVILUPPO m	
		SCAVO	RIPORTO	ECCEDENZA	ASSE	LUNGHEZZA
GA10		-18 672,00	20 591,00	1 919,00		
	M - GA11	-387,00	745,00	358,00	M - GA11	438,44
GA11		-15 240,00	16 056,00	816,00		
	C1 - C	-619,00	289,00	-330,00	C1 - C	651,49
	C2 - C1	-68,00	33,00	-35,00	C2 - C1	533,93
	D - D2	-34,00	97,00	63,00	D - D2	355,24
	D1 - D	-37,00	81,00	44,00	D1 - D	428,84
	D2 - C2	-461,00	238,00	-223,00	D2 - C2	461,47
	E1 - E2	-18,00	51,00	33,00	E1 - E2	413,87
	E2 - E	-55,00	108,00	53,00	E2 - E	404,86
	F1 - E1	-29,00	126,00	97,00	F1 - E1	416,81
	F1 - F	-110,00	121,00	11,00	F1 - F	319,56
	F1 - N1	-77,00	132,00	55,00	F1 - N1	444,69
	G1 - G2	-69,00	100,00	31,00	G1 - G2	302,94
	G2 - G	-288,00	741,00	453,00	G2 - G	341,79
	H1 - H	-309,00	277,00	-32,00	H1 - H	435,29
	L1 - L	-80,00	105,00	25,00	L1 - L	442,11
	N1 - N	-91,00	127,00	36,00	N1 - N	505,69
	M - M1	-315,00	246,00	-69,00	M - M1	1 033,00
	M1 - M2	-310,00	265,00	-45,00	M1 - M2	1 052,64
	M2 - D1	-289,00	233,00	-56,00	M2 - D1	975,56
<b>TOTALE VIABILITA' e PIAZZOLE m<sup>3</sup></b>		<b>-141 135,00</b>	<b>146 652,00</b>	<b>5 517,00</b>		
<b>AREA SEU - BESS 1 - BESS 2</b>		<b>SCAVO</b>	<b>RIPORTO</b>	<b>ECCEDENZA</b>	<b>ASSE</b>	<b>LUNGHEZZA</b>
P - SEU		-96,00	1,00	-95,00	P - SEU	40,89
P - BESS 2		-10,00	752,00	742,00	P - BESS 2	88,33
Q - BESS 1		-1 350,00	0,00	-1 350,00	Q - BESS 1	90,98
Area BESS 1		-14 379,00	15 196,00	817,00		
Area BESS 2		-20 966,00	22 830,00	1 864,00		
Area SEU		-3 812,00	4 379,00	567,00		
<b>TOTALE AREE SEU e BESS m<sup>3</sup></b>		<b>-40 613,00</b>	<b>43 158,00</b>	<b>2 545,00</b>		
<b>TOTALE m<sup>3</sup></b>		<b>-181 748,00</b>	<b>189 810,00</b>	<b>8 062,00</b>	<b>TOTALE m</b>	<b>15 508,72</b>

**Tabella 16.1:** Calcolo scavo e riporto terreni (con il segno - sono indicati i metri cubi di scavo)

Nella suddetta tabella è stato calcolato anche il volume di eccedenza che mostra la necessità di circa 8.000 mc di terreno per realizzare le parti in rilevato.

Tale quantità potrà essere ottenuta dal materiale proveniente dagli scavi delle fondazioni e delle opere di seguito descritte, se ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Le piazzole di montaggio e le opere di adeguamento della viabilità esterna saranno oggetto rispettivamente di ripristino parziale e totale alle condizioni ante operam successivamente all'entrata in esercizio dell'impianto.

Per effettuare tale intervento, il terreno arido e vegetale proveniente dagli scavi verrà opportunamente accantonato, nelle quantità necessarie al ripristino, in prossimità dell'area d'intervento in accordo con future indicazioni della Direzione Lavori.

### 3) Aree di cantiere e aree di trasbordo

Per la realizzazione dell'area di cantiere e di trasbordo si prevede uno scavo complessivo di 4.000 mc di terreno vegetale che verrà accantonato momentaneamente e poi riutilizzato per il ripristino dell'area stessa.

Le aree di cantiere e di trasbordo sono aree prevalentemente pianeggianti per cui sono necessarie lavorazioni di lieve entità come lo scotico dei primi 20 cm di terreno vegetale opportunamente stoccato nei pressi, il livellamento del terreno stesso e la posa in opera di materiale arido opportunamente compattato e rullato.

Le sopraccitate aree, alla fine della costruzione dell'impianto, verranno riportate allo stato originario, verrà rimosso lo strato di materiale arido precedentemente steso e ricollocato lo strato di terreno vegetale stoccato nei pressi.

### 4) Cavidotti MT e AT

Per la realizzazione dei cavidotti MT e AT si stima uno scavo in eccesso pari a circa 10.200 mc;

Si fa presente che le suddette quantità saranno oggetto di valutazione in fase di progettazione esecutiva a seguito esecuzione dei rilievi di dettaglio.