

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



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO MONTI ALÀ DEI SARDI

Titolo elaborato:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE

TL	GD	GD	EMISSIONE	12/05/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



PONENTE PRIME S.R.L.

VIA A. DE GASPERI N. 8
74023 GROTTAGLIE (TA)

CONSULENZA



GE.CO.D'OR S.R.L.

VIA A. DE GASPERI N. 8
74023 GROTTAGLIE (TA)

PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice
MAOE063

Formato
A4

Scala
/

Foglio
1 di 48

Sommarario

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	6
4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....	7
5. AEROGENERATORE DI PROGETTO	9
5.1 Descrizione generale dell'aerogeneratore.....	9
5.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori.....	12
6. DISTRIBUZIONE A 33 KV E SCHEMA ELETTRICO DEL PARCO EOLICO	16
6.1. Sistema di distribuzione a 33 kV	16
6.2. Schema di collegamento elettrico	23
6.3. Linee di cavi elettrici a 33 kV	28
6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato	29
6.5. Dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV	34
7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE.....	35
7.1 Descrizione Stazione Elettrica Utente.....	38
7.2 Apparecchiature AT 150 KV	39
7.3 Sistemi di misura	40
7.4 Sistema di automazione	40
7.5 Sistema di protezione	40
7.6 Servizi ausiliari.....	41
7.7 Rete di terra	41
7.8 Edificio di comando e controllo	42
7.9 Opere civili	43
8. ANALISI DEL RISCHIO ELETTROCUZIONE	43
9. STAZIONE DI CONDIVISIONE	45

11. CAVO IN ALTA TENSIONE47

1. PREMESSA

La “**Ponente Prime s.r.l.**” è una società costituita per realizzare un impianto eolico in Sardegna, denominato “**Parco Eolico Monti Alà dei Sardi**”, nel territorio del Comune di Monti e Alà dei Sardi, (Provincia di Sassari), di potenza totale pari a 86,4 MWp e con punto di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna “Buddusò” 150 kV nel Comune di Buddusò (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).

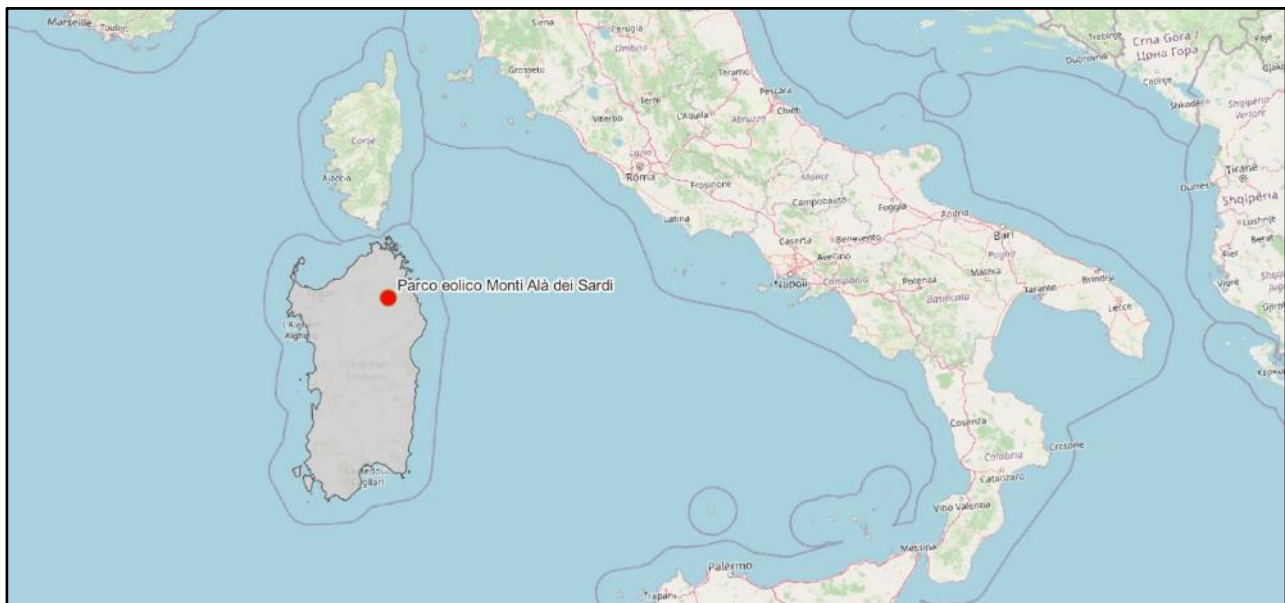


Figura 1.1: Localizzazione Parco Eolico Monti Alà dei Sardi

Nella presente trattazione sono descritte le opere elettriche inerenti al parco eolico in questione.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nel seguito sono riportate le norme tecniche di riferimento del progetto in questione:

- ✓ Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità”.
- ✓ D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 – “Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all’esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall’Ente Nazionale per l’Energia Elettrica”.

- ✓ Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 – “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”.
- ✓ Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 – “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”.
- ✓ Legge 28 giugno 1986, n. 339 – “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”.
- ✓ DM 29/05/2008 – “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche”.
- ✓ Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia.
- ✓ Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- ✓ Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- ✓ Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi.
- ✓ Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) – “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”.
- ✓ Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni.
- ✓ Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- ✓ Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- ✓ Norma CEI 11-3; V1: Impianti di produzione eolica.
- ✓ Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria.
- ✓ Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente.
- ✓ Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- ✓ Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).

- ✓ Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- ✓ Norma CEI 211-6/2001 – “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”.
- ✓ Norma CEI 211-4/1996 – “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico presenta una potenza totale pari a 86,4 MWp ed è costituito da 12 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MWp, altezza torre pari a 114 m e rotore pari a 172 m, collegati tra loro mediante un sistema di cavi interrati a 33 kV, opportunamente dimensionati e collegati alla Stazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU) 150/33 kV nel Comune di Alà dei Sardi.

La SEU 150/33 kV, contenuta all'interno di una stazione condivisa, è collegata, mediante un cavo interrato in Alta Tensione a 150 kV, di lunghezza di circa 26,5 km, alla Stazione Elettrica (SE) della RTN 150 kV denominata “Buddusò” nel Comune di Buddusò.

Gli aerogeneratori sono indipendenti da un punto di vista topografico, strutturale ed elettrico e sono dotati di generatori asincroni trifase.

Ognuno di essi è in grado di assolvere alle funzioni di controllo e protezione ed è caratterizzato, all'interno della torre, da:

- arrivo cavo Bassa Tensione (690 V) dal generatore al trasformatore;
- trasformatore da Bassa Tensione a Media Tensione (0,69/33 kV);
- sistema di rifasamento del trasformatore;
- cella in Media Tensione a 33 kV di arrivo linea e di protezione del trasformatore;
- quadro Bassa Tensione (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari;
- quadro di controllo locale.

Le opere ed infrastrutture previste riguardano:

- Opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento e/o ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- Opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori, della stazione elettrica e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati.

All'interno della SEU è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) ed è trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

In quest'ultima è presente un trasformatore elevatore 150/33 kV di potenza di 110 MVA oltre al sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione dell'intero impianto, in grado di valutarne le prestazioni ed il funzionamento da remoto.

4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Monti (SS), ove ricadano 7 aerogeneratori, il Comune di Alà dei Sardi (SS), ove ricadono 5 aerogeneratori e la Stazione Elettrica Utente di trasformazione 150/33 kV, e il Comune di Buddusò (SS), dove ricade la Stazione Elettrica RTN Terna 150 kV "Buddusò" (Figura 4.1 e Figura 4.2).

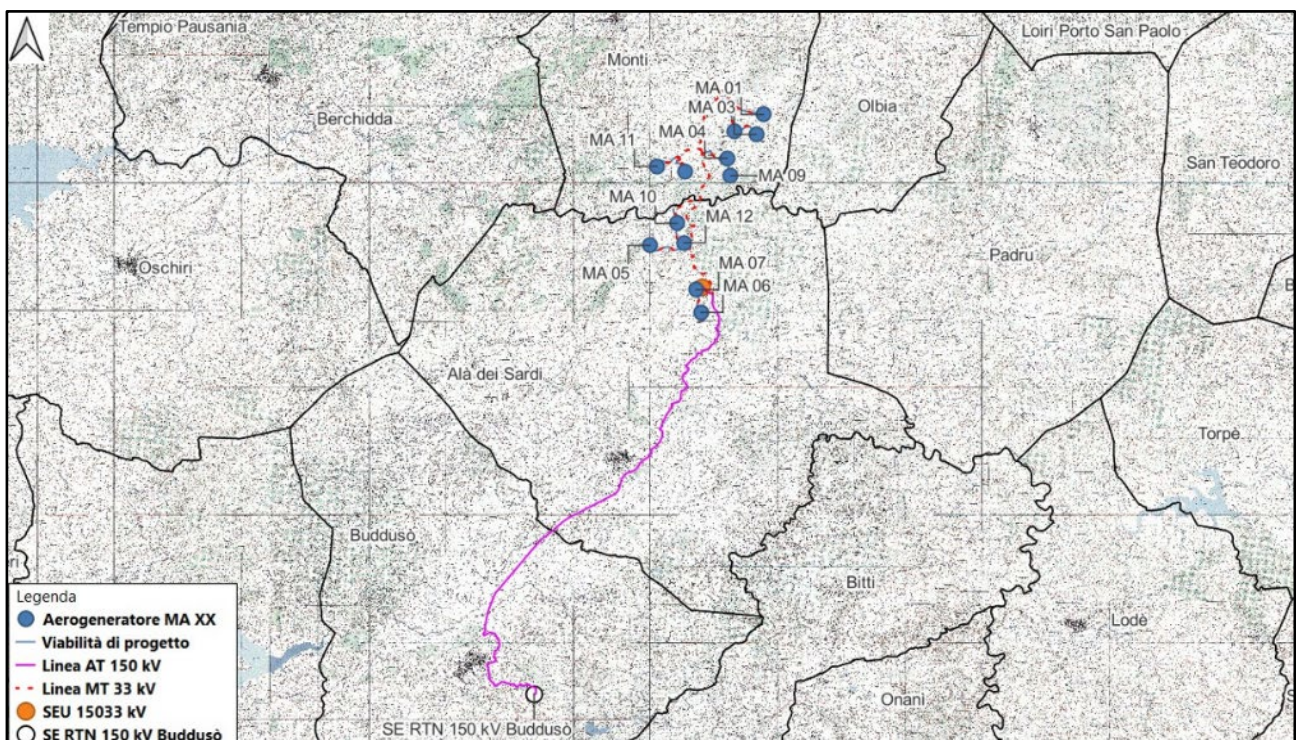


Figura 4.1: Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Monti Alà dei Sardi su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

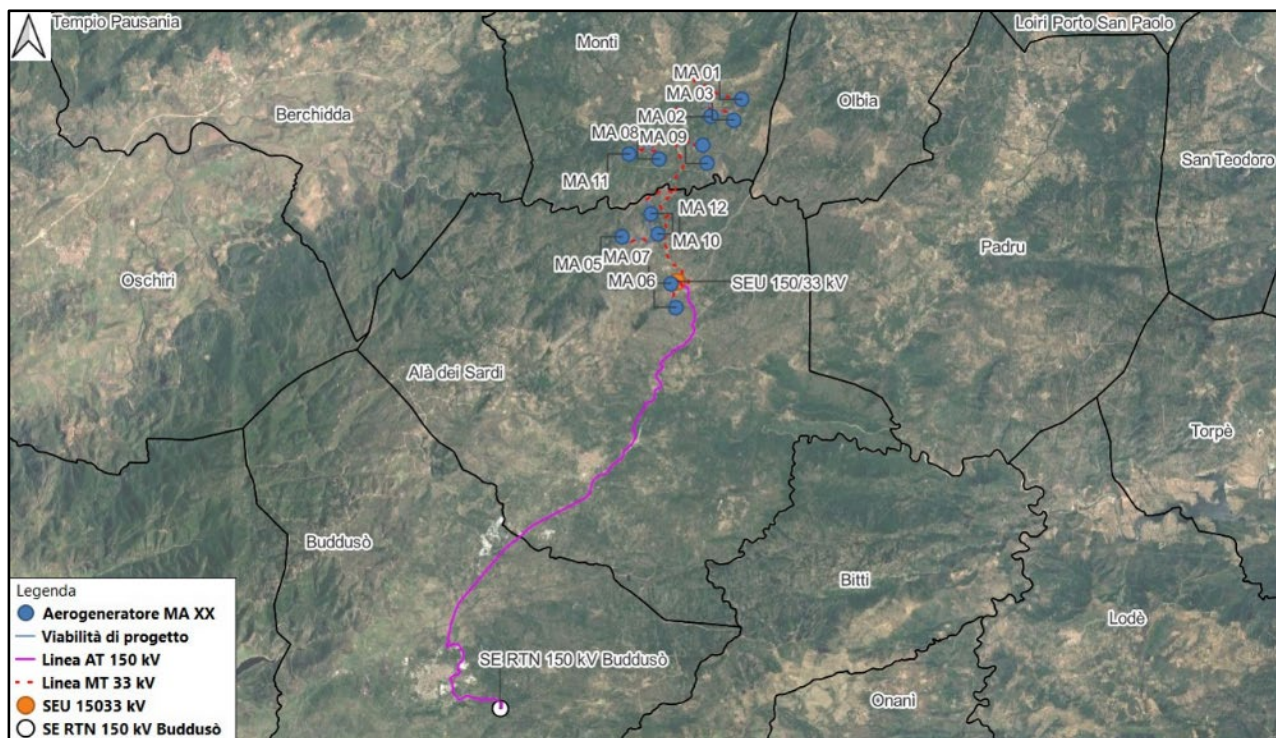


Figura 4.2: Inquadramento territoriale dell’impianto eolico Monti Alà dei Sardi su ortofoto con i limiti amministrativi dei comuni interessati

La soluzione di connessione (Soluzione Tecnica Minima Generale STMG - Codice Pratica del preventivo di connessione C.P. 202102876) 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 “Buddusò” (**Figura 4.3**) da inserire in entra – esce alla linea 150 kV “Ozieri – Siniscola 2” (di cui al Piano di Sviluppo 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;
- potenziamento/ rifacimento della linea 150 kV “Chilivani – Buddusò – Siniscola 2” con caratteristiche almeno equivalenti a quelle di una linea con conduttori AA da 585 mm².

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro e alla SEU 150/33 kV attraverso un sistema di linee elettriche interrate a 33 kV, allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna, necessario alla costruzione e alla gestione futura dell’impianto e realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

Il progetto prevede che la SEU 150/33 kV venga collegata alla SE RTN “Buddusò” mediante la posa in opera, su strade esistenti o da realizzarsi per lo scopo, di una linea elettrica di Alta Tensione a 150 kV, interrata e di lunghezza complessiva di circa 26,5 km.

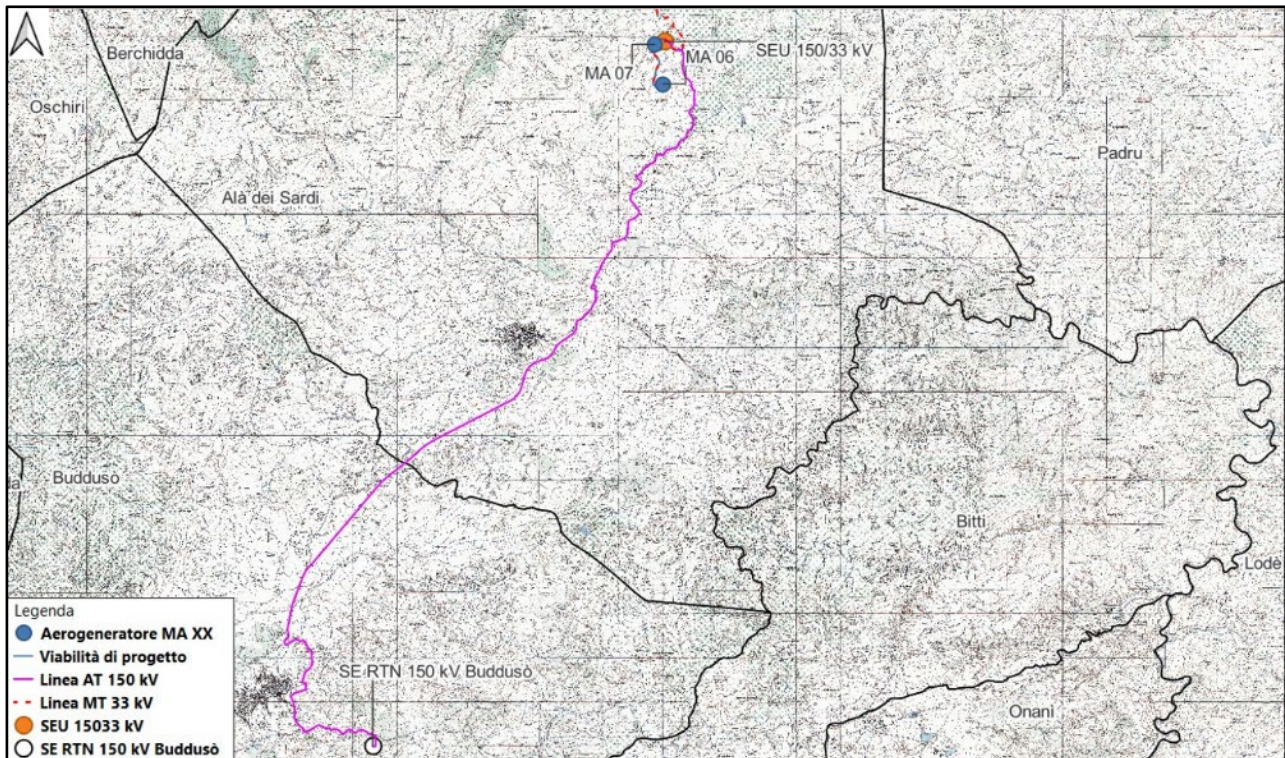


Figura 4.3: Soluzione di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna 150 kV “Buddusò” di futura realizzazione

5. AEROGENERATORE DI PROGETTO

5.1 Descrizione generale dell’aerogeneratore

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

Per il presente progetto una delle possibili macchine che potrebbe essere installata è il modello Vestas V172, di potenza nominale pari a 7,2 MWp, altezza torre all’hub pari a 114 m e diametro del rotore pari a 172 m (**Figura 5.1.1**).

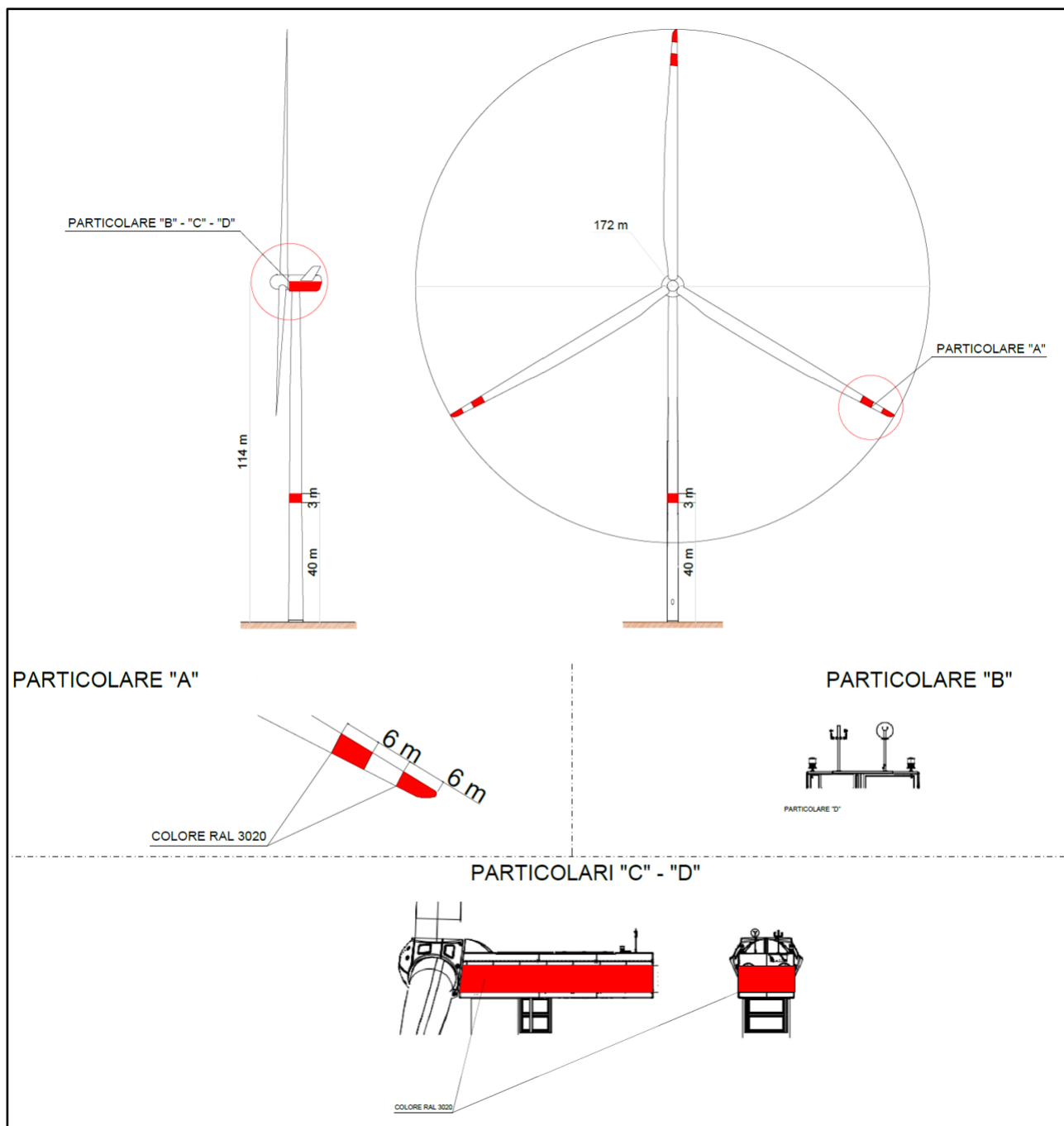


Figura 5.1.1: Profilo aerogeneratore V172 - 7,2 MWp, HH= 114 m, D=172 m

Ognuno degli aerogeneratori include un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al proprio asse principale e il controllo dell'orientamento della navicella (controllo dell'imbardata), che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore è a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio.

Le caratteristiche dell'aerogeneratore sopra descritto sono quelle ritenute idonee in base a quanto disponibile oggi sul mercato; in futuro potrà essere possibile cambiare il modello dell'aerogeneratore senza modificare in maniera sostanziale l'impatto ambientale e i limiti di sicurezza previsti.

In accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), ognuna delle macchine è dotata di un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea, che prevede l'utilizzo di una luce rossa sull'estradosso della navicella.

Una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m è previsto per gli aerogeneratori di inizio e fine tratto. Inoltre, ognuna delle turbine è dotata di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia la struttura (interna ed esterna) che le persone, grazie ad un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala.

In questa maniera la corrente del fulmine è scaricata a terra attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza.

I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo Standard Internazionale IEC 61024-1.

Ogni aerogeneratore è dotato altresì di un sistema antincendio, grazie al quale rilevatori di Ossido di Carbonio e fumo, rilevato l'eventuale incendio, attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore).

Oltre a tale sistema le navicelle sono rivestite con materiali autoestinguenti.

Le moderne turbine eoliche sono dotate di un sistema di controllo del passo di rotazione delle pale intorno al loro asse principale.

A velocità del vento dell'ordine di $3 \div 5$ m/s la turbina si attiva, a $10 \div 14$ m/s raggiunge la sua potenza nominale, a velocità del vento superiori il sistema di controllo assicura la limitazione della potenza della macchina e previene sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici.

A velocità del vento ancora maggiori e dell'ordine di $22 \div 25$ m/s il sistema di controllo arresta il rotore disponendolo secondo la direzione del vento, al fine di evitare danni strutturali e meccanici.

In definitiva, tale sistema di controllo assicura il funzionamento del rotore con massimo rendimento, con velocità del vento comprese tra quelle che attivano la macchina e quella nominale, arrivando a bloccare la stessa nel caso di velocità del vento estreme.

La vita utile di una turbina è di circa 30 anni, passati i quali avverrà il relativo smantellamento ed eventuale sostituzione, ovvero si renderà necessario smaltire le varie componenti elettriche e riciclare le parti in metallo (rame e acciaio) e plastica rinforzata.

Tali operazioni avverranno in accordo con la direttiva europea Waste of Electrical and Electronic Equipment.

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori e le relative caratteristiche dimensionali e catastali.

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		D _{ROTORE} [m]	H _{hub} [m]	H _{TOT} [m]
		Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]			
MA01	Monti	32	381	40,771558	9,395286	172	200	114
MA02	Monti	32	72	40,765752	9,381813	172	200	114
MA03	Monti	32	211	40,764585	9,391917	172	200	114
MA04	Monti	39	68	40,756211	9,37833	172	200	114
MA05	Alà dei Sardi	5	48-118	40,725601	9,342591	172	200	114
MA06	Alà dei Sardi	17	91	40,701933	9,366032	172	200	114
MA07	Alà dei Sardi	17	75	40,709972	9,363786	172	200	114
MA08	Monti	38	64	40,75166	9,358958	172	200	114
MA09	Monti	39	250	40,750116	9,380075	172	200	114
MA10	Alà dei Sardi	5	59	40,733383	9,35513	172	200	114
MA11	Monti	36	216	40,753400	9,345837	172	200	114
MA12	Alà dei Sardi	5	140	40,726477	9,35807	172	200	114

Tabella 5.1.1: Localizzazione e caratteristiche degli aerogeneratori di progetto

5.2 Quadri elettrici in Media Tensione a 33 kV degli aerogeneratori

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 3 configurazioni elettriche dei Quadri elettrici considerate nello schema unifilare:

- Fine Linea

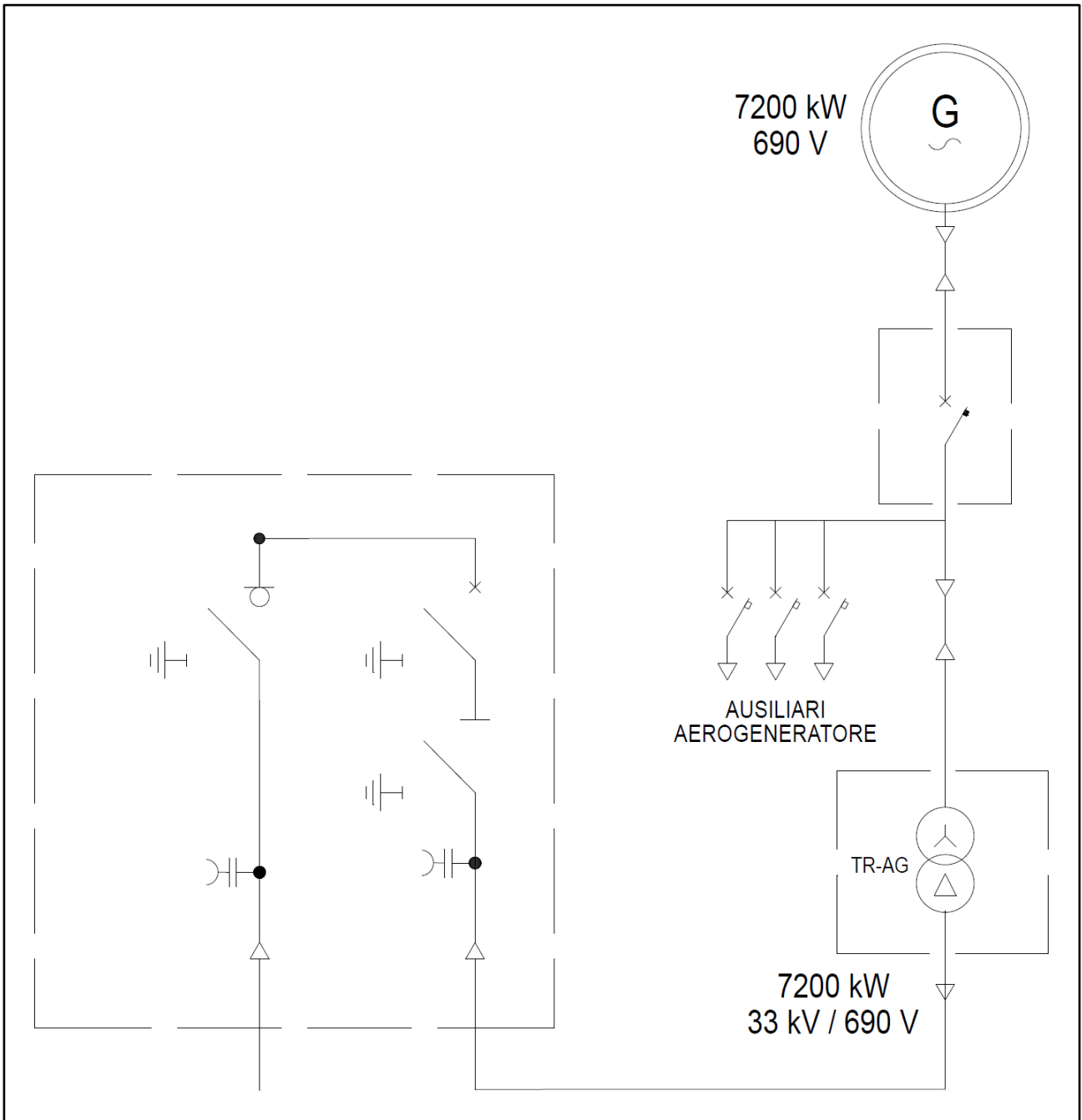


Figura 5.2.1: Configurazione di fine linea

- Entra – Esci

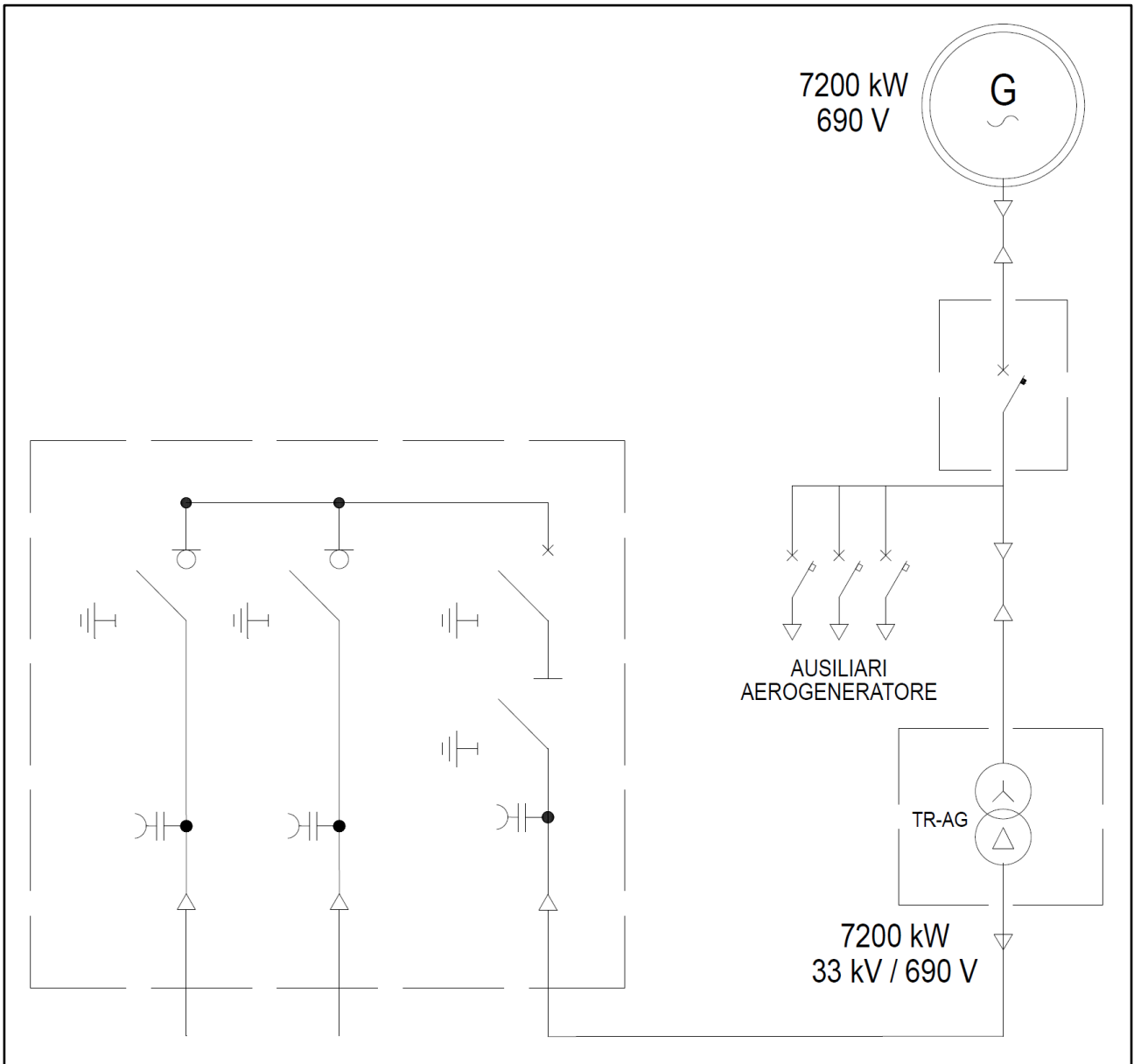


Figura 5.2.2: Configurazione di Entra – Esci

▪ Smistamento

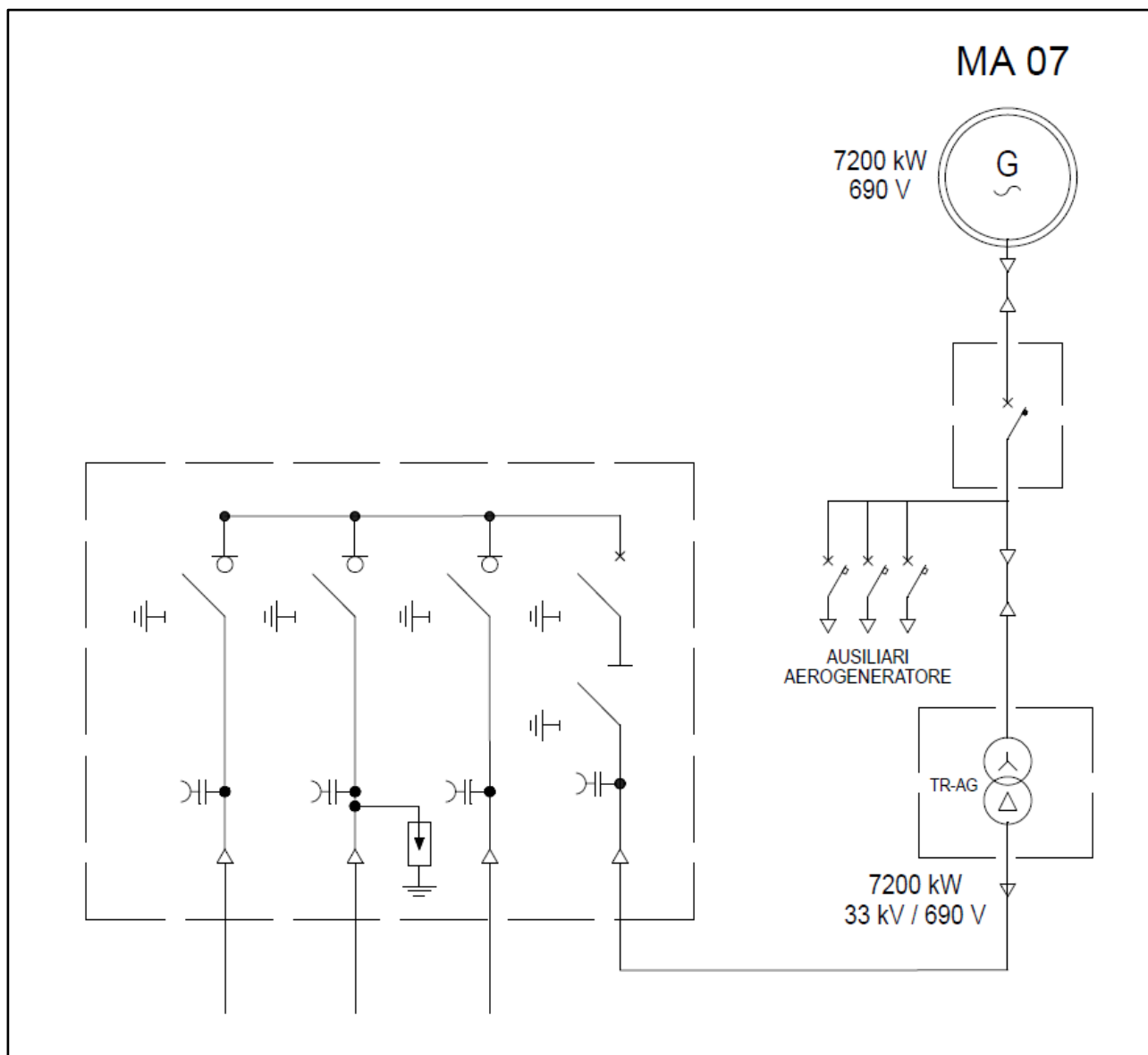


Figura 5.2.3: Configurazione di smistamento

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 5 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	MA 01	Fine Linea
	MA 08	Entra – Esci
CIRCUITO B	MA 03	Fine Linea
	MA 02	Entra – Esci
CIRCUITO C	MA 09	Fine Linea
	MA 04	Entra – Esci

Circuito	Aerogeneratore	Configurazione Quadro Elettrico aerogeneratore
CIRCUITO D	MA 05	Fine Linea
	MA 12	Entra – Esci
	MA 10	Entra – Esci
CIRCUITO E	MA 11	Fine Linea
	MA 06	Fine Linea
	MA 07	Smistamento

Tabella 5.2.1: Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di Quadro Elettrico

6. DISTRIBUZIONE A 33 KV E SCHEMA ELETTRICO DEL PARCO EOLICO

6.1. Sistema di distribuzione a 33 kV

Il Parco Eolico Monti Alà dei Sardi è caratterizzato da una potenza complessiva di 86,4 MWp, ottenuta da 12 aerogeneratori di potenza pari a 7,2 MWp ciascuno.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi a 33 kV in modo da formare 5 sottocampi (Circuiti A, B, C, D ed E) di 2 o 3 WTG (Wind Turbine Generator) e ognuno di essi, associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza di esposizione, è collegato mediante cavo interrato a 33 kV alla SEU 150/33 kV localizzata nel Comune di Alà dei Sardi.

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MWp]
CIRCUITO A	MA01 – MA08	14,40
CIRCUITO B	MA03 – MA02	14,40
CIRCUITO C	MA 09 – MA 04	14,40
CIRCUITO D	MA05 – MA12 – MA10	21,60
CIRCUITO E	MA11 – MA06 – MA07	21,60

Tabella 6.1.1: 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.

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, in smistamento (MA 07) e in fine linea, è riportato nella **Figura 6.1.1** (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MAOE071 Schema a blocchi impianto utente").

L'aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci o in smistamento (MA 07) e ognuno dei 5 circuiti è collegato alla SEU 150/33 kV.

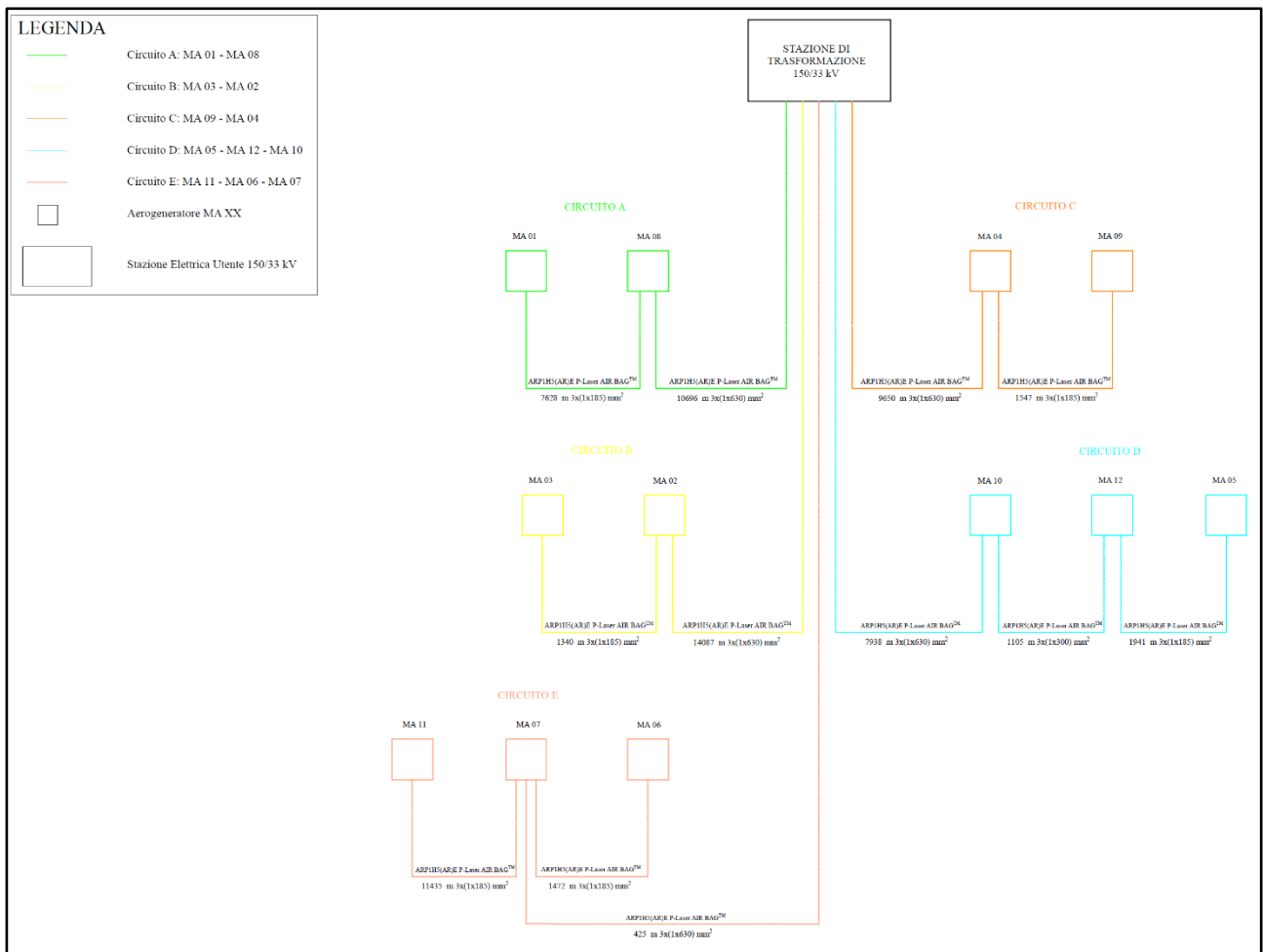


Figura 6.1.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Monti Alà dei Sardi

Nel seguito sono riportati le planimetrie di distribuzione delle linee a 33 kV per i 5 circuiti e della linea a 150 kV e i relativi dettagli.

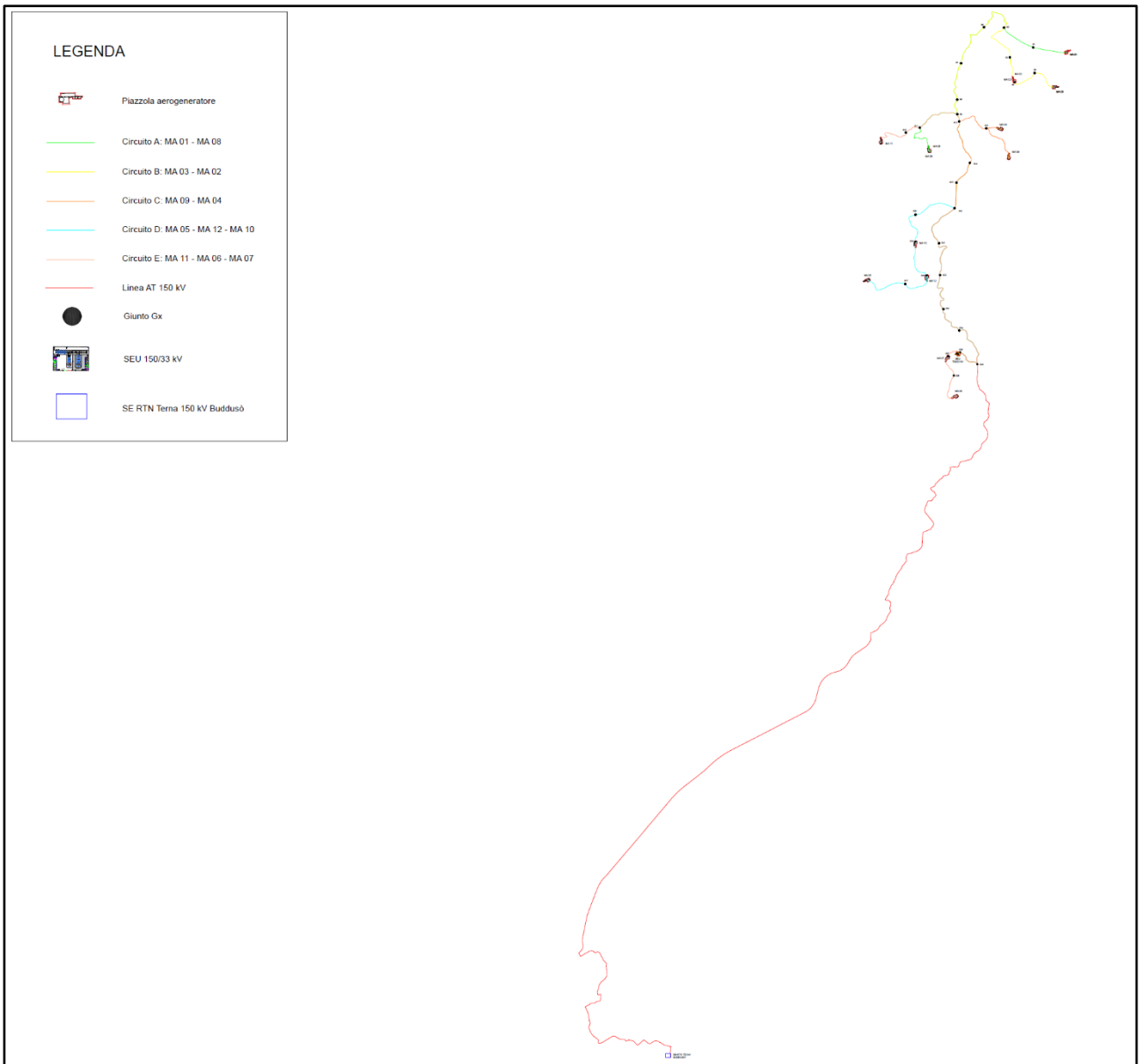


Figura 6.1.2: Planimetria generale di distribuzione linee a 33 kV e a 150 kV di collegamento, SEU 150/33 kV e SE RTN 150 kV

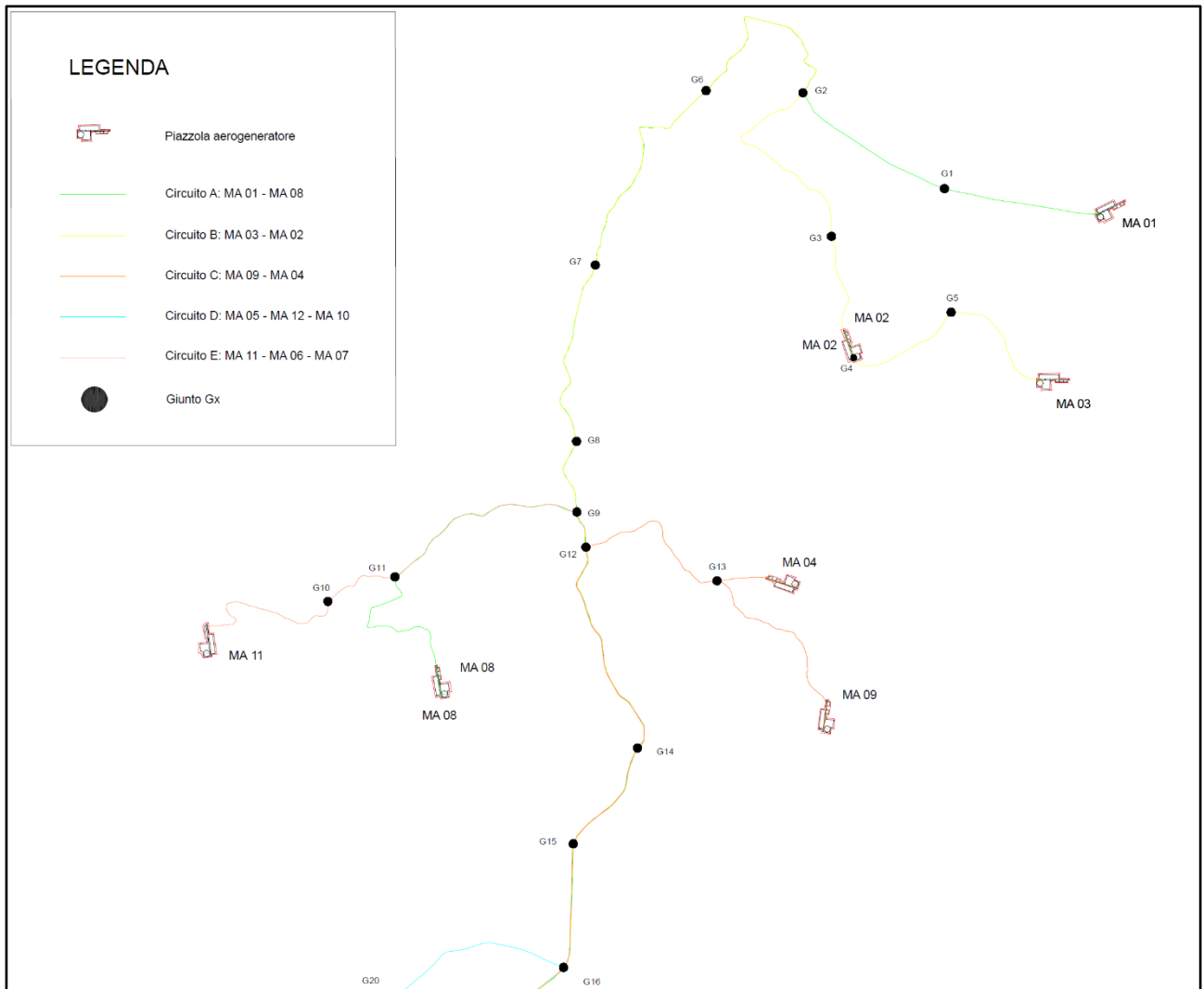


Figura 6.1.3: Dettaglio 1 - planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori

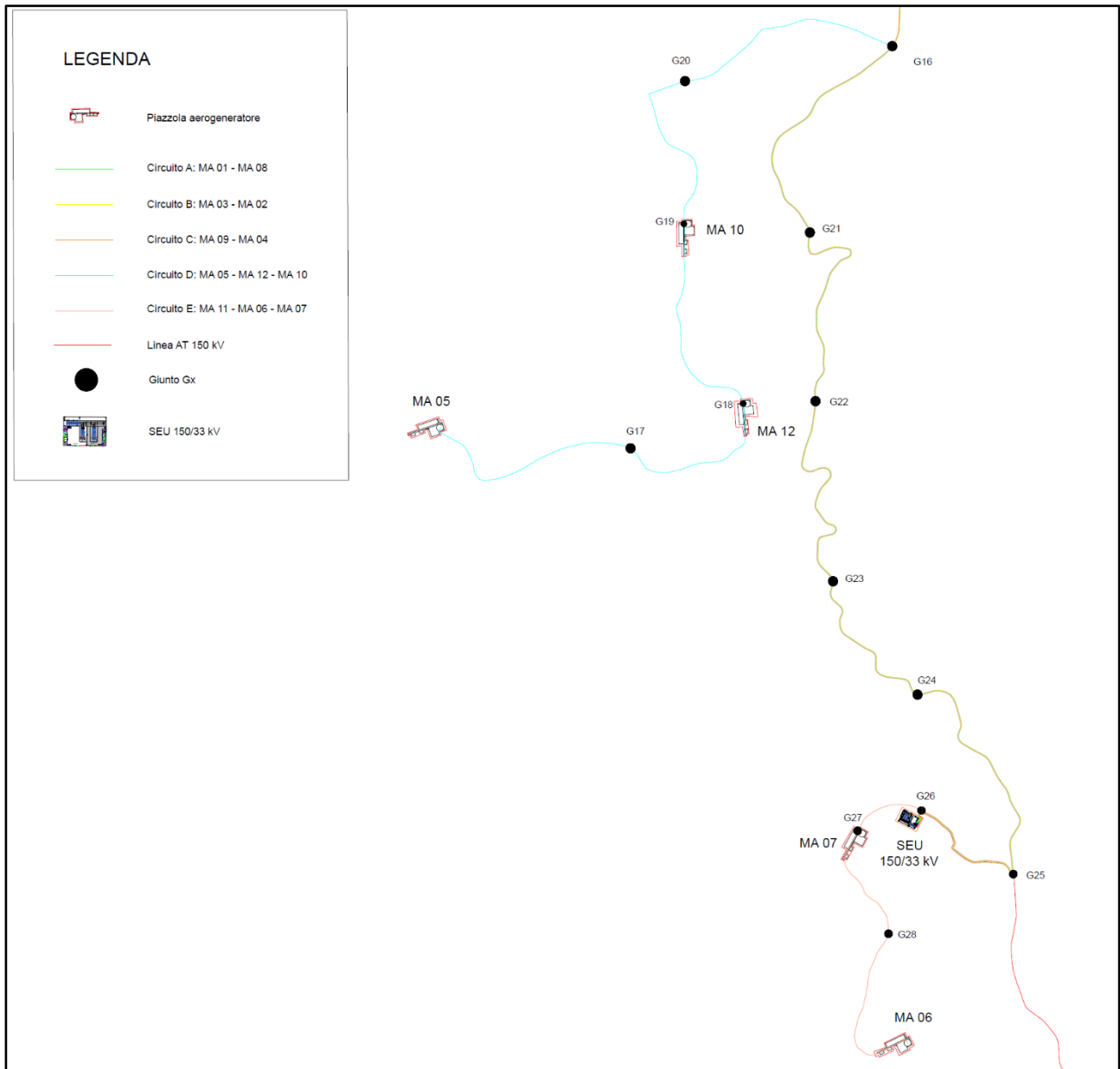


Figura 6.1.4: Dettaglio 2 - planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori, SEU 150/33 kV e partenza della linea a 150 kV dalla SEU 150/33 kV

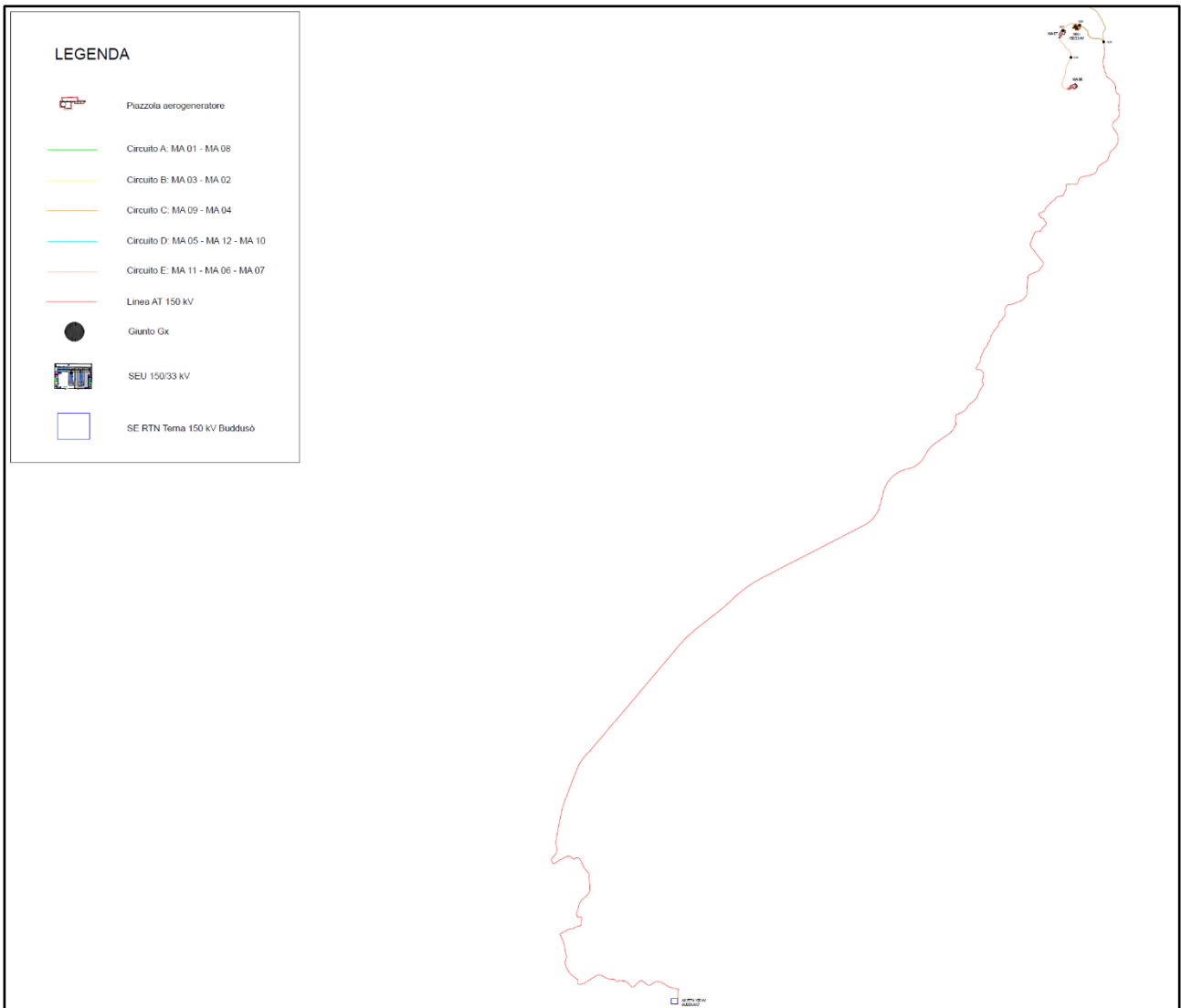


Figura 6.1.5: Dettaglio 3 - planimetria di distribuzione linee a 33 kV di collegamento tra gli aerogeneratori, SEU 150/33 kV, SE RTN a 150 kV e arrivo linea a 150 kV alla SE RTN 150 kV

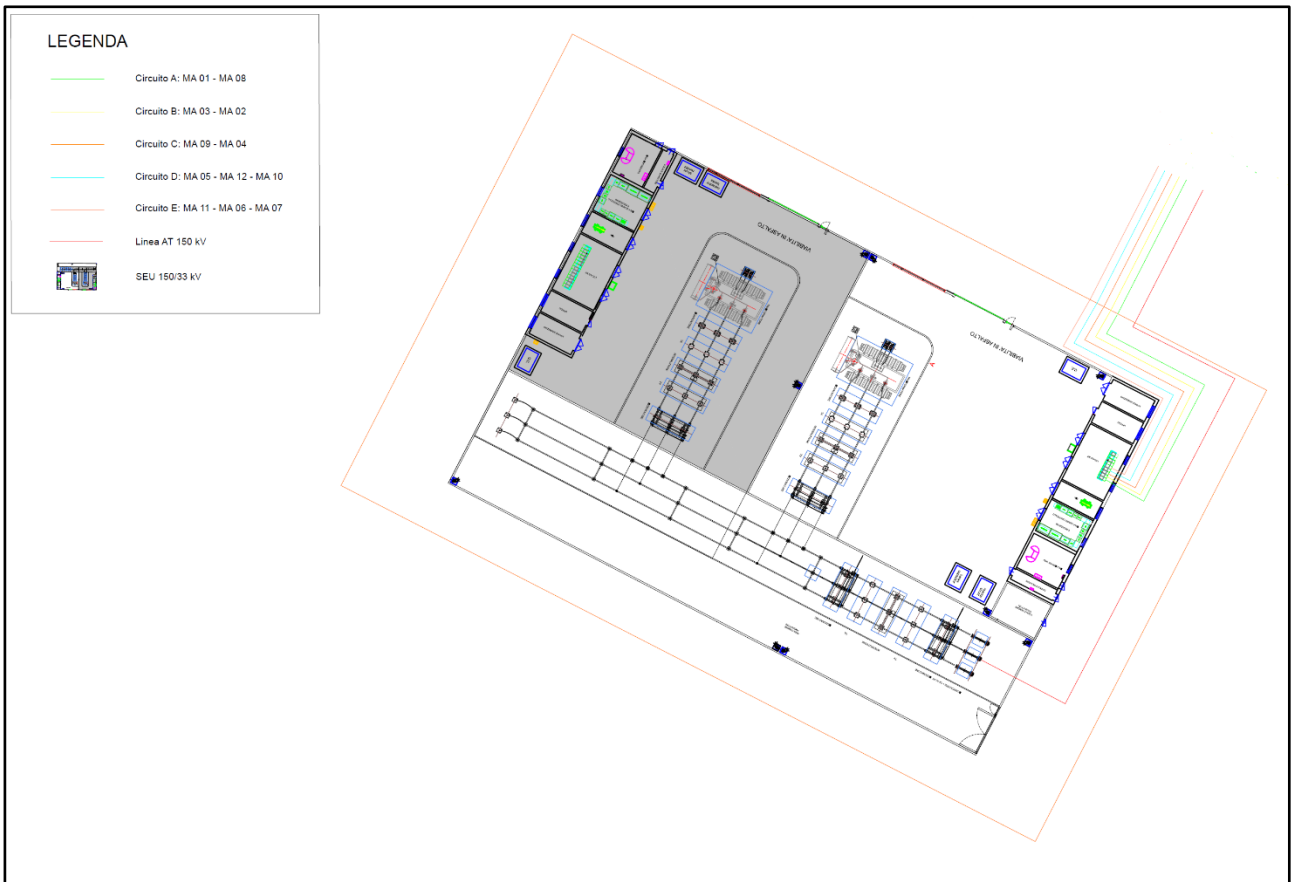


Figura 6.1.6: Dettaglio 4 - arrivo linee a 33 kV di collegamento tra i circuiti e la SEU 150/33 kV e partenza linea a 150 kV di collegamento tra la SEU 150/33 kV e la SE RTN a 150 kV

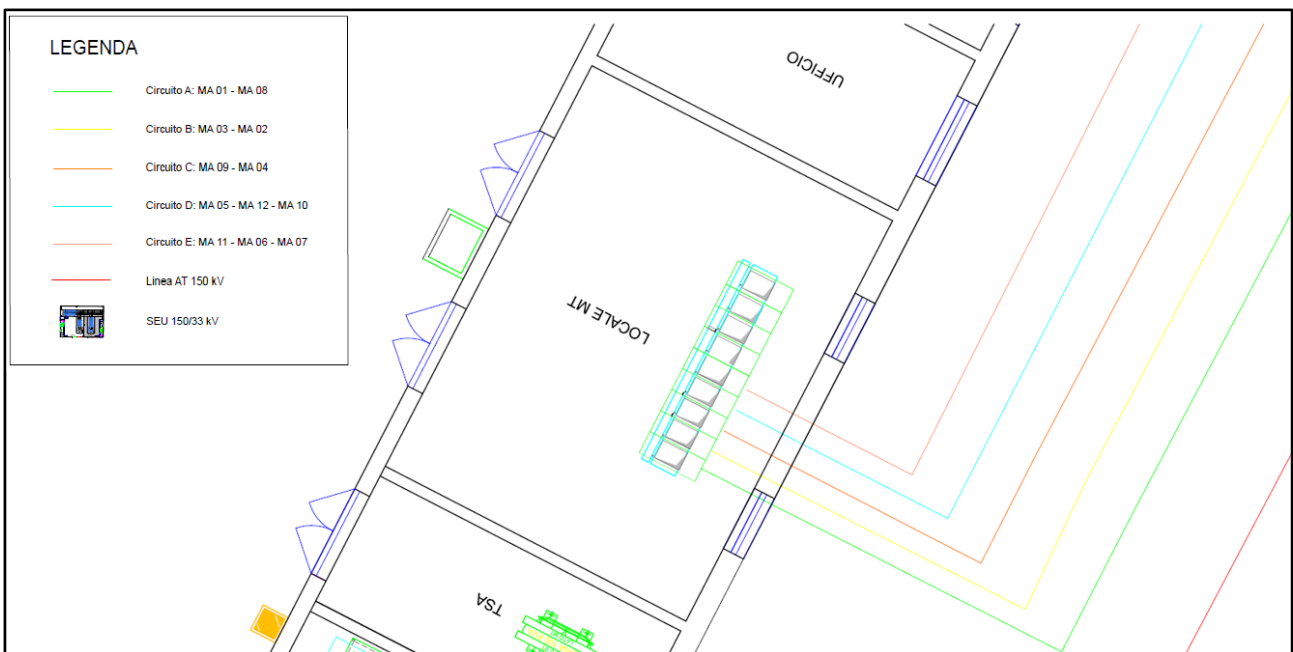


Figura 6.1.7: Dettaglio 5 – arrivo linee a 33 kV al quadro di Media Tensione a 33 kV della SEU 150/33 kV

6.2. Schema di collegamento elettrico

Nella figura seguente viene riportato lo schema elettrico unifilare del Parco Eolico Monti Alà dei Sardi, nel quale si esplicita la suddivisione elettrica dei vari circuiti, le linee di collegamento e la SEU 150/33 kV. Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MAOE072 Schema elettrico unifilare impianto utente".

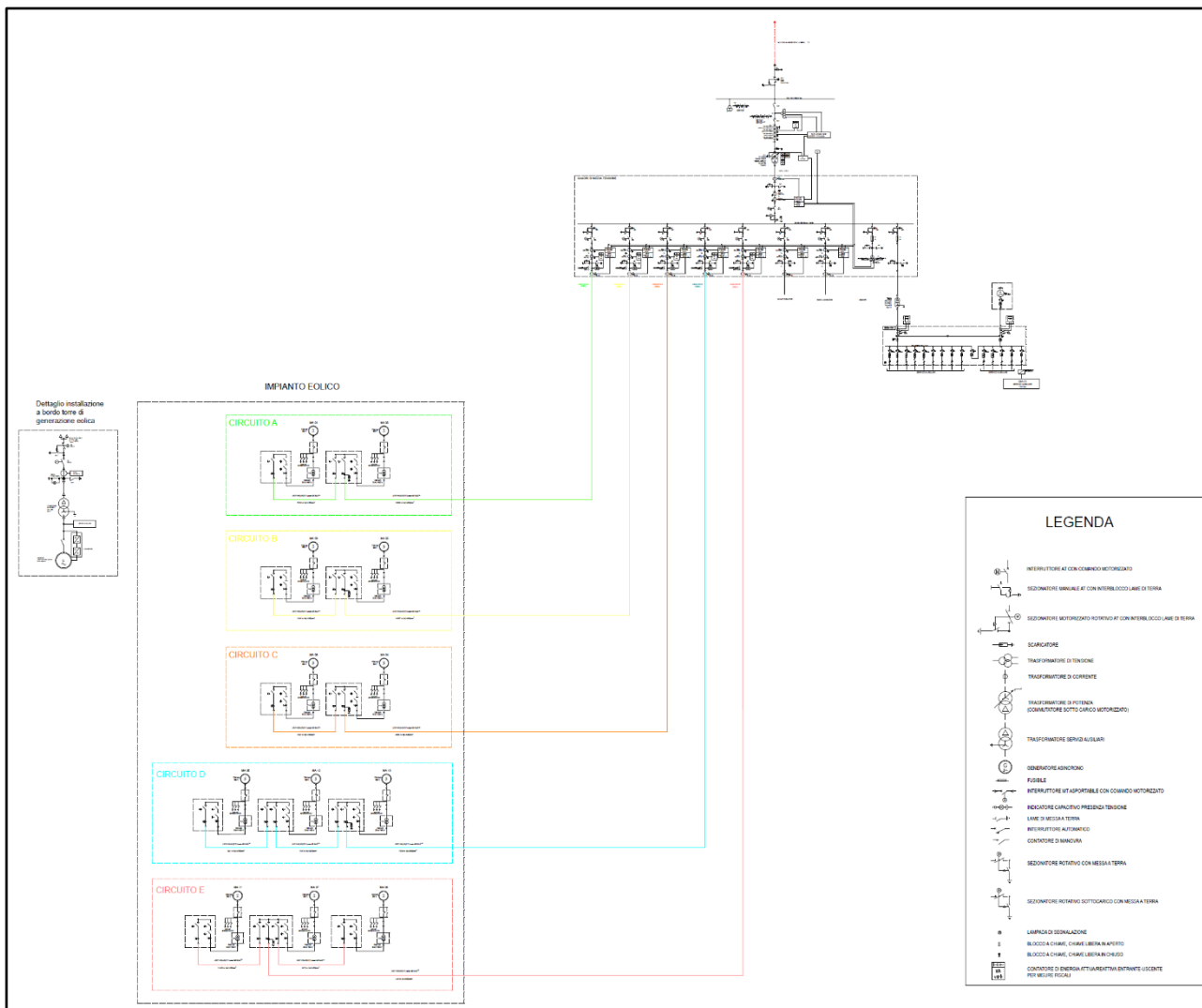


Figura 6.2.1: Schema elettrico unifilare dell'impianto utente

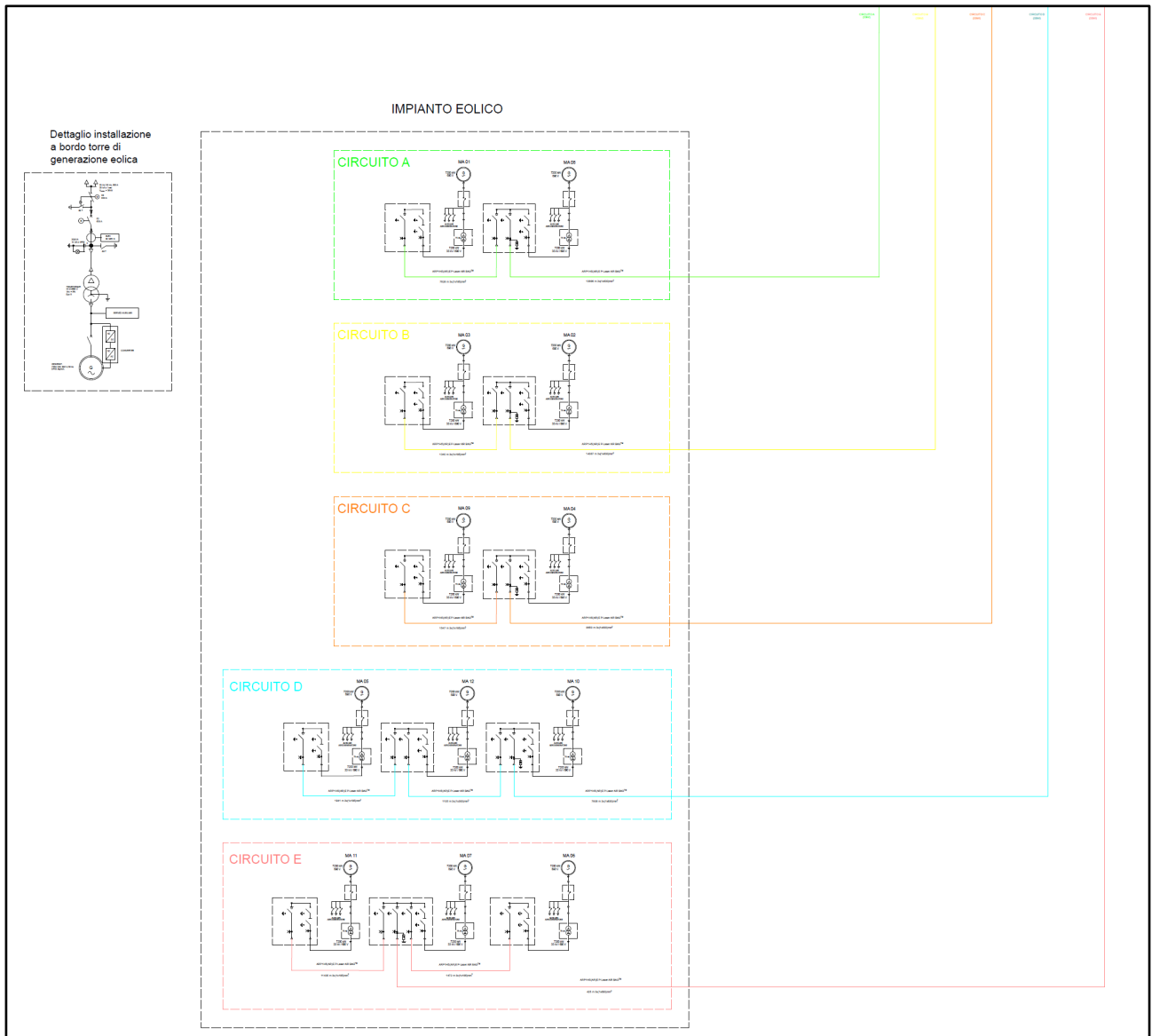


Figura 6.2.2: Dettaglio schema unifilare dei circuiti connessi al Quadro Elettrico di Media Tensione della SEU 150/33 kV

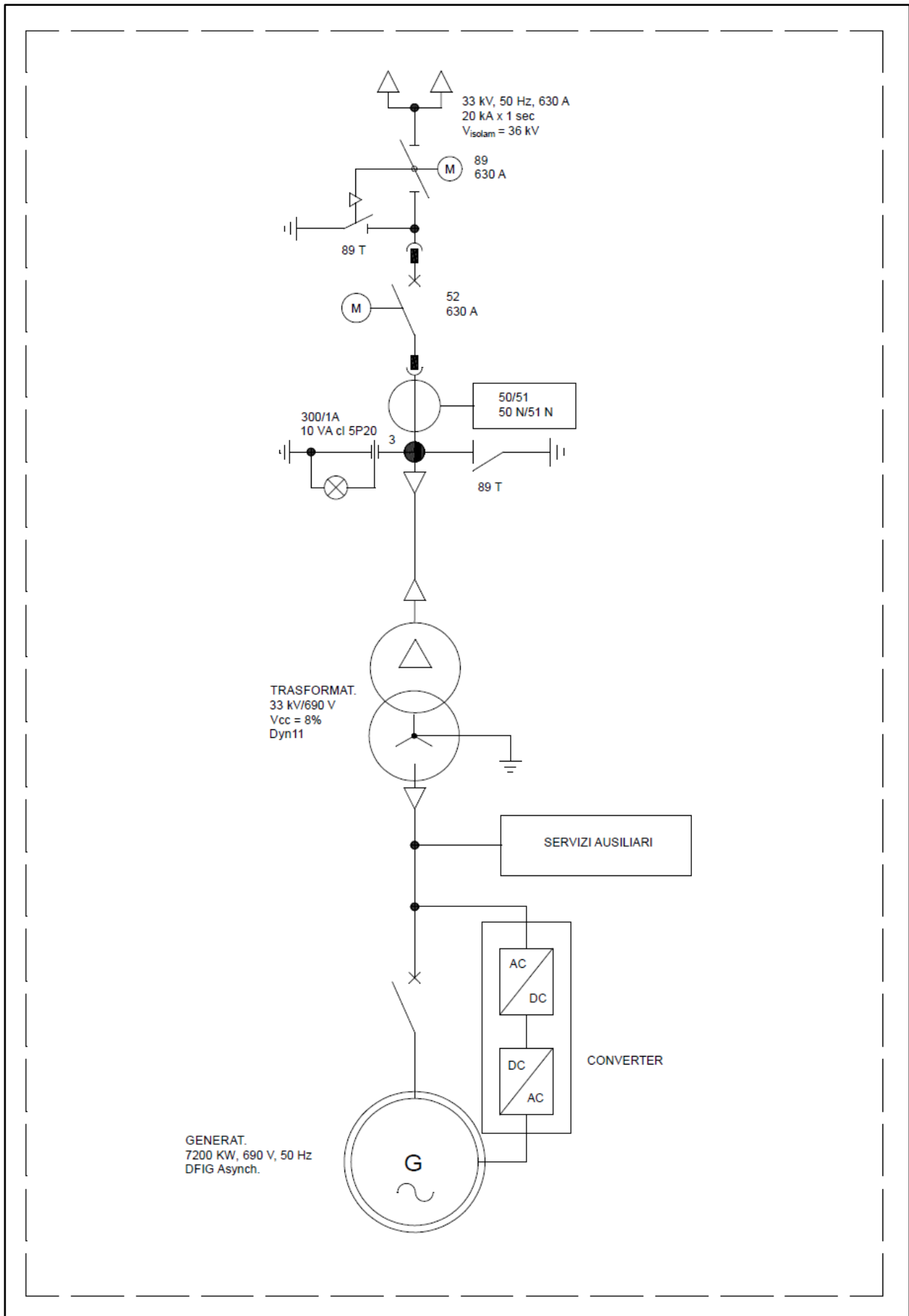


Figura 6.2.3: Dettaglio schema unifilare dell'aerogeneratore di progetto

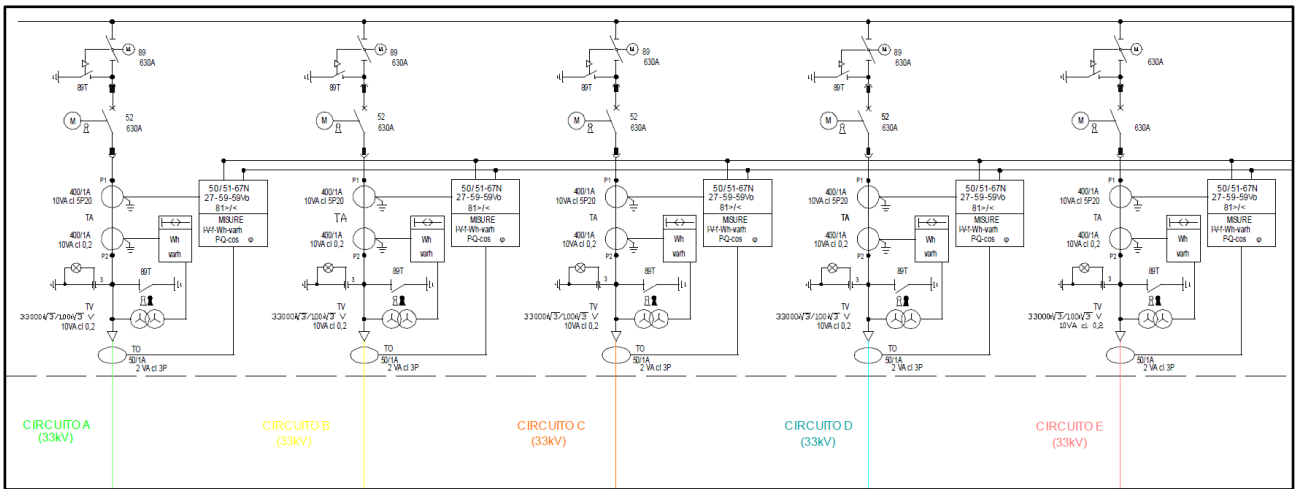


Figura 6.2.4: Dettaglio schema unifilare del Quadro Elettrico di Media Tensione della SEU 150/33 kV relativamente ai circuiti elettrici

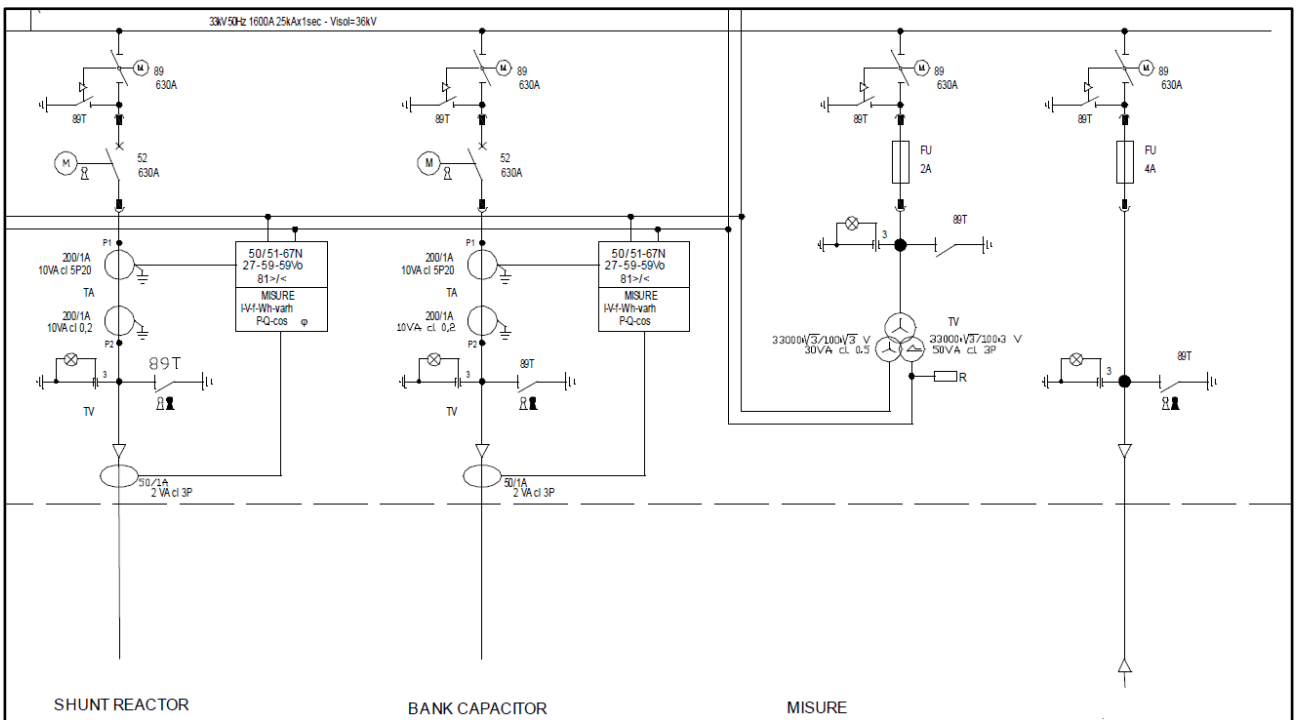


Figura 6.2.5: Dettaglio schema unifilare del Quadro Elettrico di Media Tensione della SEU 150/33 kV relativamente allo Shunt Reactor, al Bank Capacitor, alle misure e ai servizi ausiliari

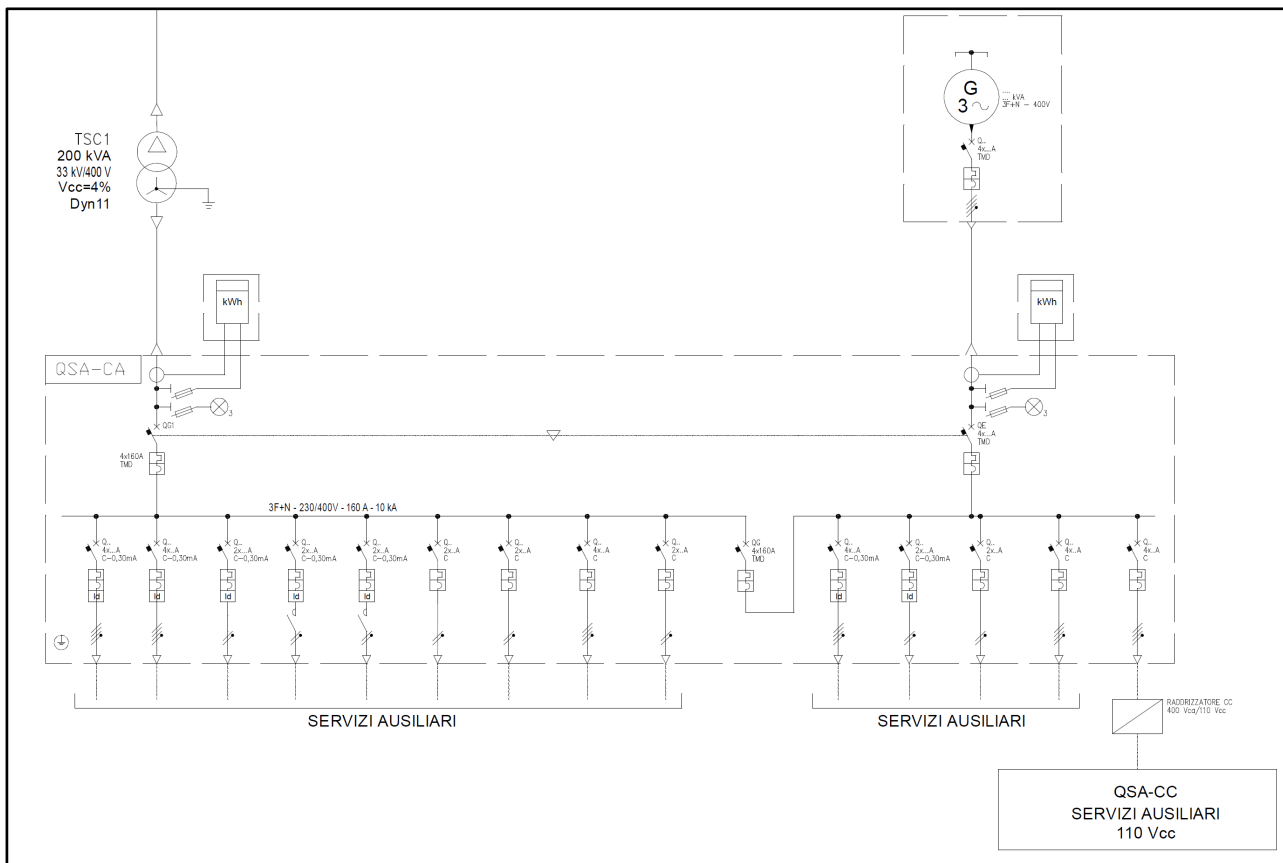


Figura 6.2.6: Dettaglio schema unifilare relativamente al sistema di servizi ausiliari

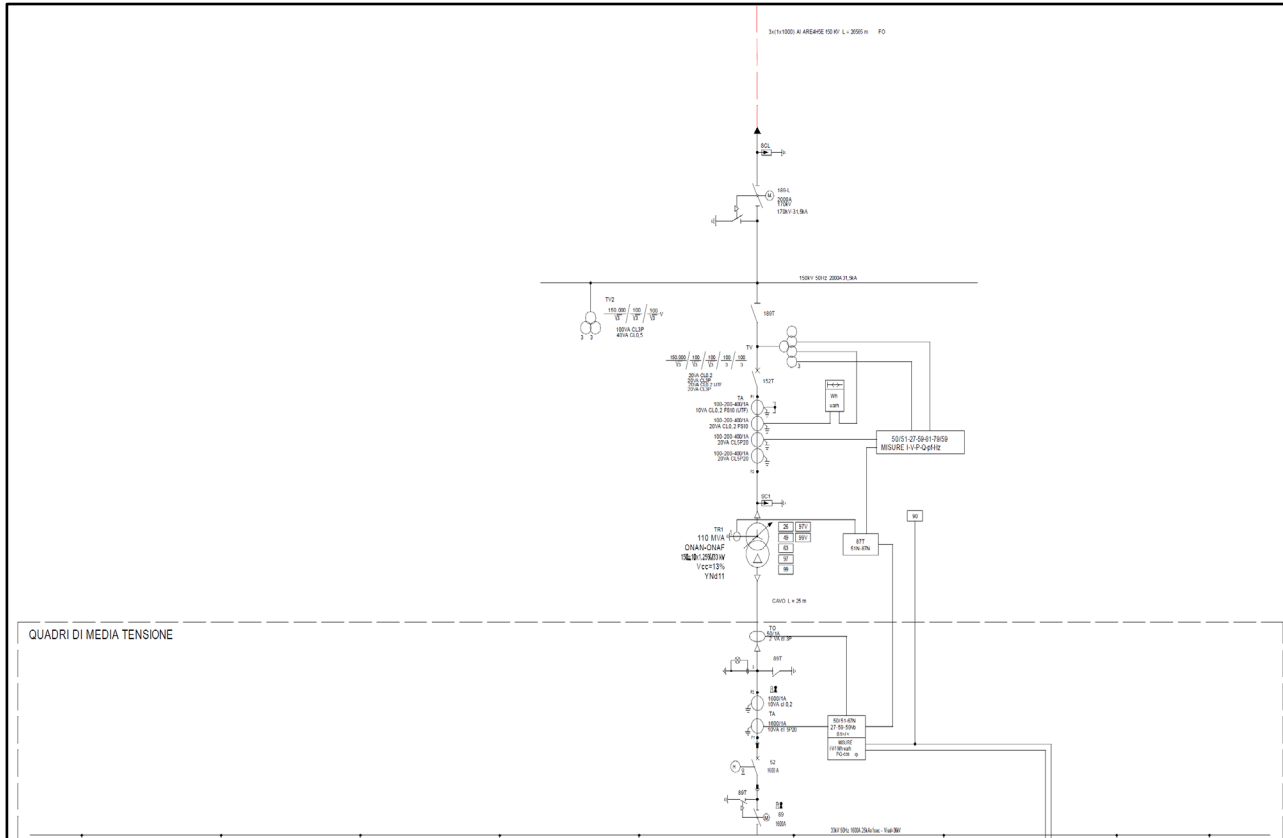


Figura 6.2.7: Dettaglio schema unifilare trasformatore della SEU 150/33 kV

6.3. Linee di cavi elettrici a 33 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 6.3.1**.

PARCO EOLICO MONTI ALA' DEI SARDI					
CIRCUITO A	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
MA 01 - MA 08	7628	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 08 - SEU 150/33 kV	10696	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO B	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
MA 03 - MA 02	1340	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 02 - SEU 150/33 kV	14087	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO C	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
MA 09 - MA 04	1547	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 04 - SEU 150/33 kV	9650	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO D	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
MA 05 - MA 12	1941	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 12 - MA 10	1105	300	AL 3x(1x300)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 10 - SEU 150/33 kV	7938	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
CIRCUITO E	Lunghezza tratta [m]	Sezione cavo [mm ²]	Tipologia cavo	Modello cavo	Costruttore
MA 11 - MA 07	11435	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 06 - MA 07	1472	185	AL 3x(1x185)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian
MA 07 - SEU 150/33 kV	425	630	AL 3x(1x630)	ARP1H5(AR)E P-Laser AIR BAG™	Prysmian

Tabella 6.3.1: Lunghezze e sezioni linee a 33 kV relativamente ai circuiti elettrici

Tenendo presente lo schema a blocchi riportato nella **Figura 6.1.1** e le **Figure 6.1.2 ÷ 6.1.6**, nella tabella seguente è riportata la suddivisione in tratte di cavidotto per i circuiti.

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D		CIRCUITO E	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO
MA 01	G1	843	1	3x(1x185)								
G1	G2	894	1	3x(1x185)								
G2	G3	1162			1	3x(1x630)						
G3	G4	658			1	3x(1x630)						
MA 02	G4	40			2	3x(1x185) + 3x(1x630)						
MA 03	G5	677			1	3x(1x185)						
G5	G4	623			1	3x(1x185)						
G2	G6	1137	1	3x(1x185)	1	3x(1x630)						
G6	G7	1200	1	3x(1x185)	1	3x(1x630)						
G7	G8	978	1	3x(1x185)	1	3x(1x630)						
G8	G9	396	1	3x(1x185)	1	3x(1x630)						
MA 08	G11	1088	2	3x(1x185) + 3x(1x630)								
MA 11	G10	1061									1	3x(1x185)
G10	G11	397									1	3x(1x185)
G11	G9	1092	2	3x(1x185) + 3x(1x630)							1	3x(1x185)
G9	G12	190	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)					1	3x(1x185)
G12	G13	884					1	3x(1x630)				
MA 09	G13	1107					1	3x(1x185)				
MA 04	G13	440					2	3x(1x185) + 3x(1x630)				
G12	G14	1154	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			1	3x(1x185)
G14	G15	612	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			1	3x(1x185)
G15	G16	642	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)			1	3x(1x185)
MA 05	G17	1096							1	3x(1x185)		
G17	G18	807							1	3x(1x185)		
MA 12	G18	38							2	3x(1x185) + 3x(1x300)		
G18	G19	1028							1	3x(1x300)		
MA 10	G19	39							2	3x(1x300) + 3x(1x630)		
G19	G20	893							1	3x(1x630)		
G20	G16	1088							1	3x(1x630)		
G16	G21	1194	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
G21	G22	1080	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
G22	G23	1122	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
G23	G24	769	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
G24	G25	1143	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
G25	G26	582	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x185)
MA 06	G28	858									1	3x(1x185)
G28	G27	573									1	3x(1x185)
MA 07	G27	41									3	2x3x(1x185) + 3x(1x630)
G27	G26	356									2	3x(1x185) + 3x(1x630)
G26	SEU 150/33 KV	28	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)	1	3x(1x630)

Tabella 6.3.2: Suddivisione in sotto-tratte delle linee elettriche associate ai circuiti

6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo di collegamento utilizzato

Il cavo impiegato 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 monitore 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, come anche riportato nel documento di progetto "MAOE070 Sezioni tipiche delle trincee di cavidotto utente", nel quale le misure sono espresse in mm.

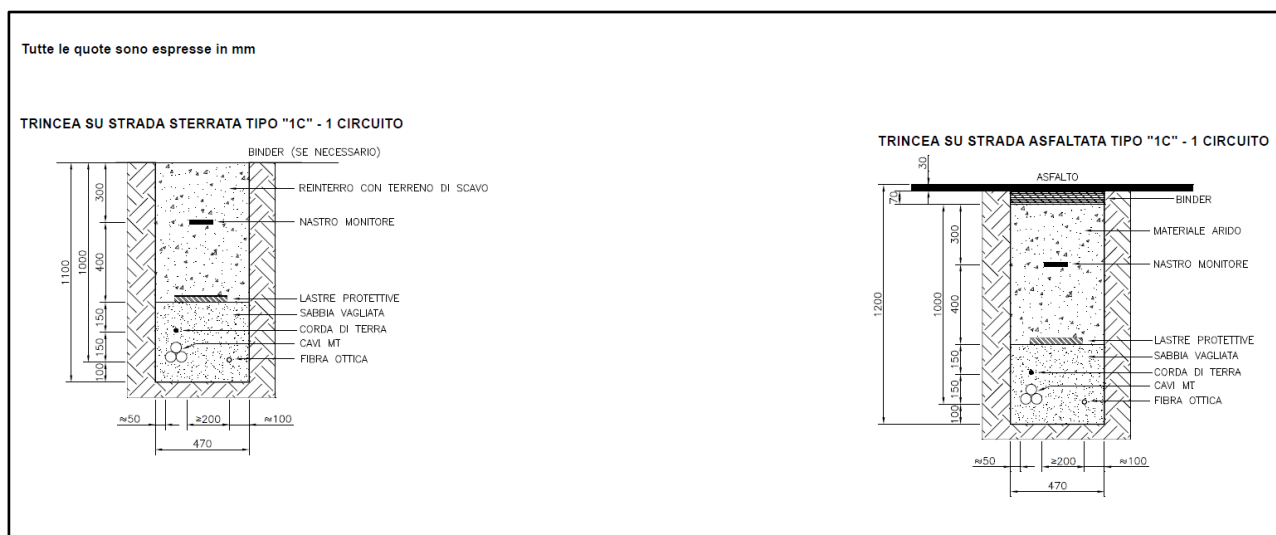


Figura 6.4.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per una terna di cavi su strada sterrata e asfaltata

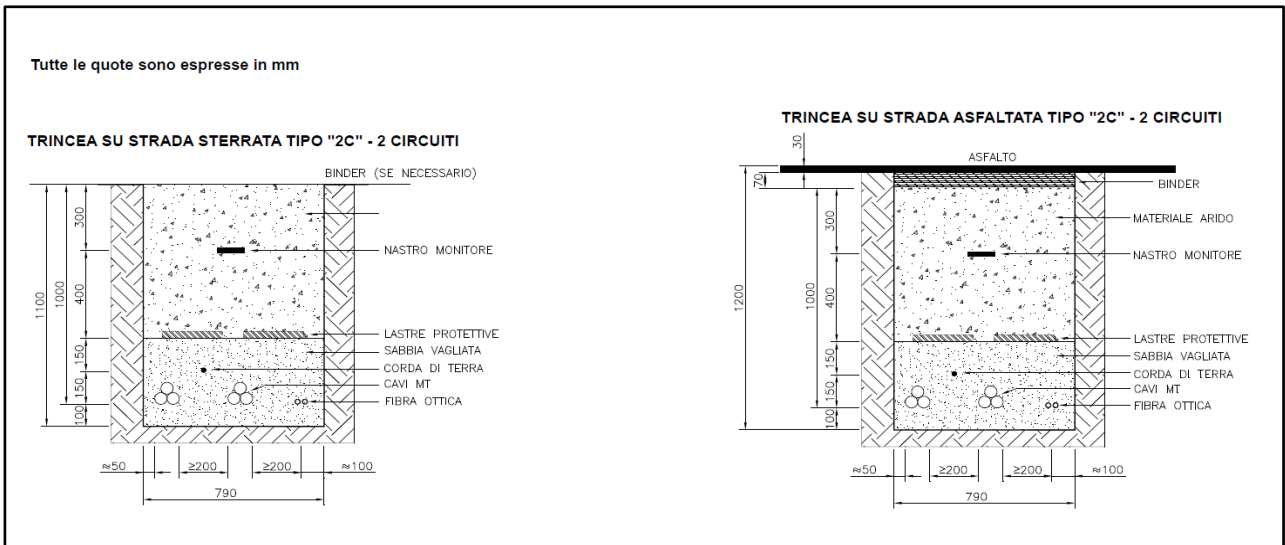


Figura 6.4.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per due terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

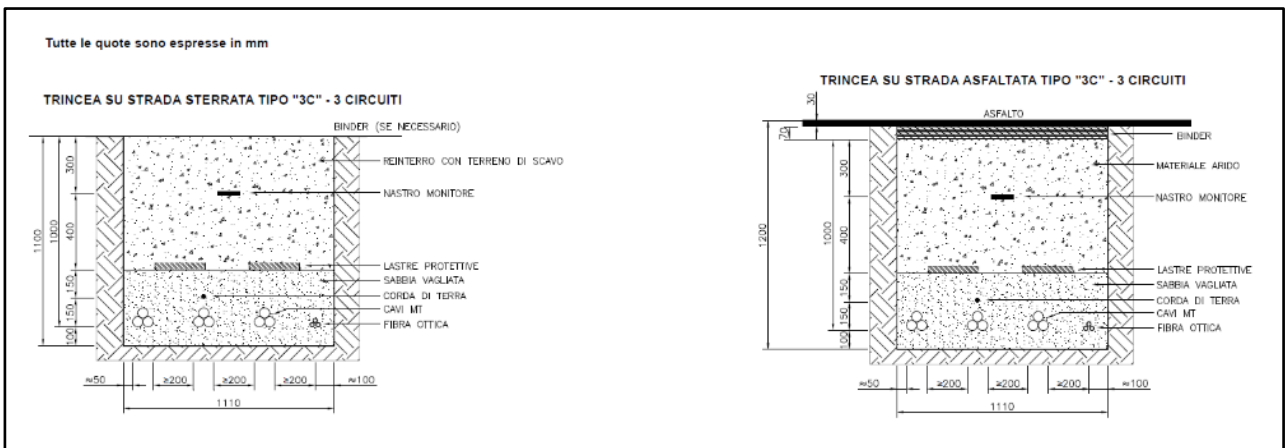


Figura 6.4.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per tre di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

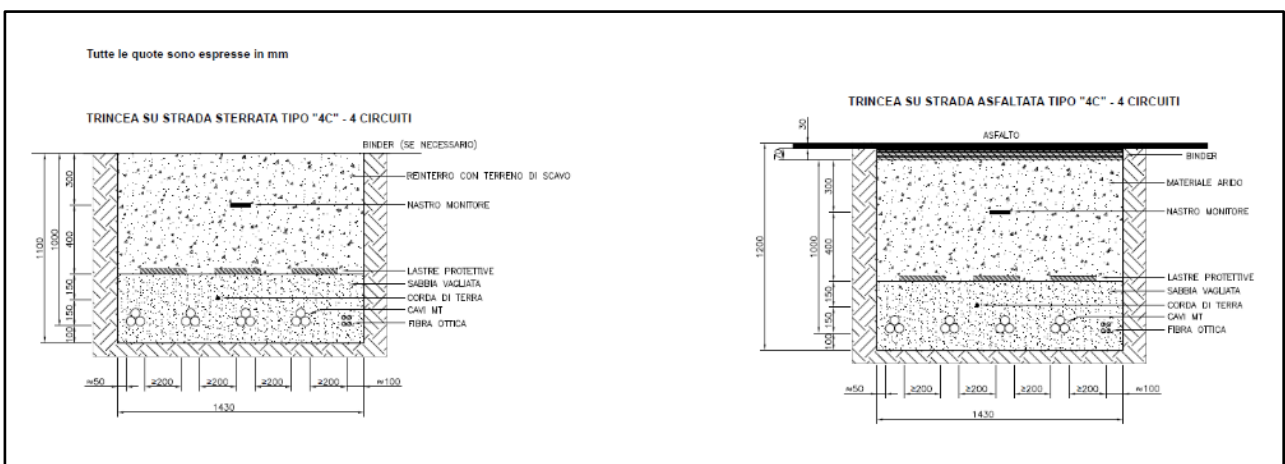


Figura 6.4.4: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per quattro terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

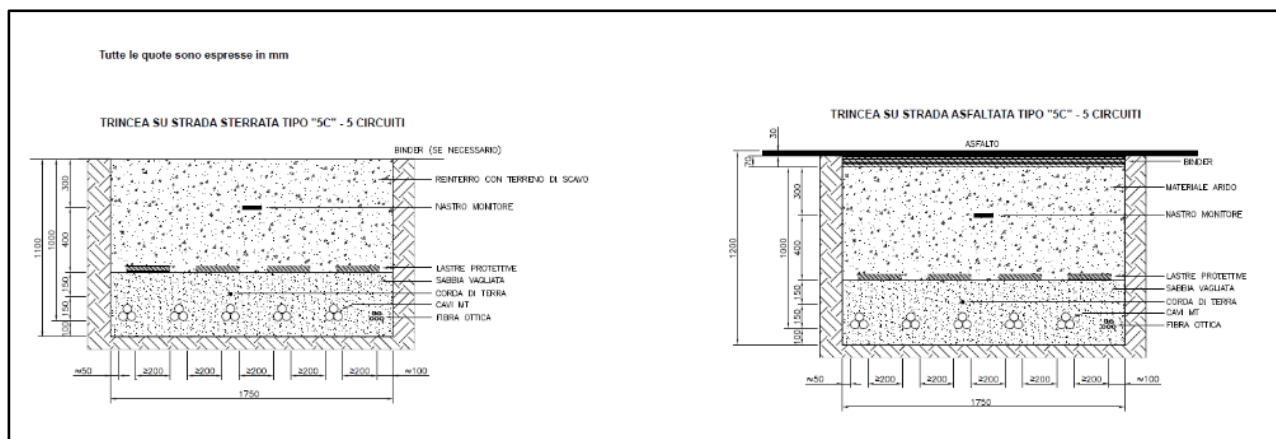


Figura 6.4.5: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto per cinque terne di cavi in parallelo su strada sterrata e asfaltata

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.

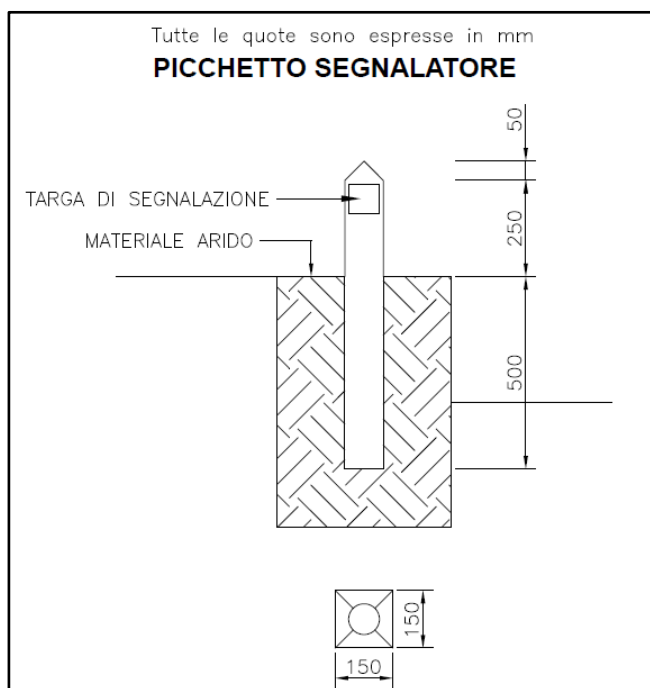


Figura 6.4.6: Sezione tipica del picchetto segnalatore

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 ("MAOE073 Schema rete di comunicazione in Fibra Ottica (FO)").

Il Parco Eolico è dotato di un **sistema di terra**.

In particolare, è previsto un sistema di terra relativo a ciascun aerogeneratore e costituito da anelli dispersori concentrici, collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti, come rappresentato in dettaglio nell'elaborato di progetto "MAOE079 Schema rete di terra WTG".

In aggiunta al sistema di cui sopra, si 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 mm², 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 (elaborato di progetto "MAOE070 Sezioni tipiche delle trincee di cavidotto utente").

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 mm² 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 mm².

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 (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MAOE080 Schema rete di terra impianto eolico"), 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, nella 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.

6.5. Dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV

La sezione dei cavi elettrici è calcolata, in accordo con la norma CEI 11 – 17, in modo che risultino soddisfatte le seguenti condizioni:

1. $I_b \leq I_z$
2. $\Delta V \leq 4\%$
3. $\Delta P \leq 5\%$

dove:

- I_b rappresenta la corrente di impiego, ovvero l'intensità di corrente massima all'interno della linea di cavo.
- I_z rappresenta la portata effettiva del cavo e dipende dalla portata nominale del cavo stesso e dalle relative condizioni di posa.
- ΔV rappresenta la massima caduta di tensione su ogni sottocampo ed è valutata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano.
- ΔP rappresenta la perdita di potenza per ognuno dei sottocampi.

Individuate le sezioni dei singoli cavi di linea vengono effettuate le verifiche termiche, calcolando le correnti di corto circuito previste e di tenuta termica dei cavi.

La **Tabella 6.5.1** riporta i risultati ottenuti sul dimensionamento a 33 kV.

LINEA	DA	A	L [m]	SEZIONE [mm ²]	I _b [A]	I _z [A]	ΔV _r %	ΔP _r %TOT
CIRCUITO A	MA 01	MA 08	7.628	185	140,0	263,3	1,39	
	MA 08	SEU 150/33 KV	10.696	630	279,9	443,0	1,72	
							SOMMA	SOMMA
							3,11	1,97
CIRCUITO B	MA 03	MA 02	1.340	185	140,0	299,3	0,245	
	MA 02	SEU 150/33 KV	14.087	630	279,9	443,0	2,27	
							SOMMA	SOMMA
							2,51	1,82
CIRCUITO C	MA 09	MA 04	1.547	185	140,0	299,3	0,282	
	MA 04	SEU 150/33 KV	9.650	630	279,9	443,0	1,55	
							SOMMA	SOMMA
							1,83	1,30
CIRCUITO D	MA 05	MA 12	1.941	185	140,0	299,3	0,354	
	MA 12	MA 10	1.105	300	279,9	391,3	0,276	
	MA 10	SEU 150/33 KV	7.938	630	419,9	443,0	1,92	
							SOMMA	SOMMA
							2,55	1,71
CIRCUITO E	MA 11	MA 07	11.435	185	140,0	227,2	2,09	
	MA 06	MA 07	1.472	185	140,0	263,3	0,269	
	MA 07	SEU 150/33 KV	425	630	419,9	443,0	0,103	
							SOMMA	SOMMA
							2,46	0,842

Tabella 6.5.1: Calcolo del dimensionamento delle linee elettriche a 33 kV

Per dettagli relativi al dimensionamento elettrico delle linee a 33 kV si rimanda all'elaborato di progetto "MAOE064 Calcolo preliminare degli impianti elettrici".

7. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE

Il progetto prevede che l'impianto eolico, di potenza totale pari a 86,4 MWp e costituito da 12 aerogeneratori di potenza nominale pari a 7,2 MWp, collegati tra loro mediante un cavidotto interrato alla tensione nominale di 33 kV, convogli l'elettricità presso una Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV, contenuta in una stazione in condivisione con altro produttore da ubicarsi nel Comune di Alà dei Sardi.

All'interno della SEU 150/33 kV è raccolta l'energia prodotta a 33 kV (Media Tensione) ed è trasformata a 150 kV (Alta Tensione).

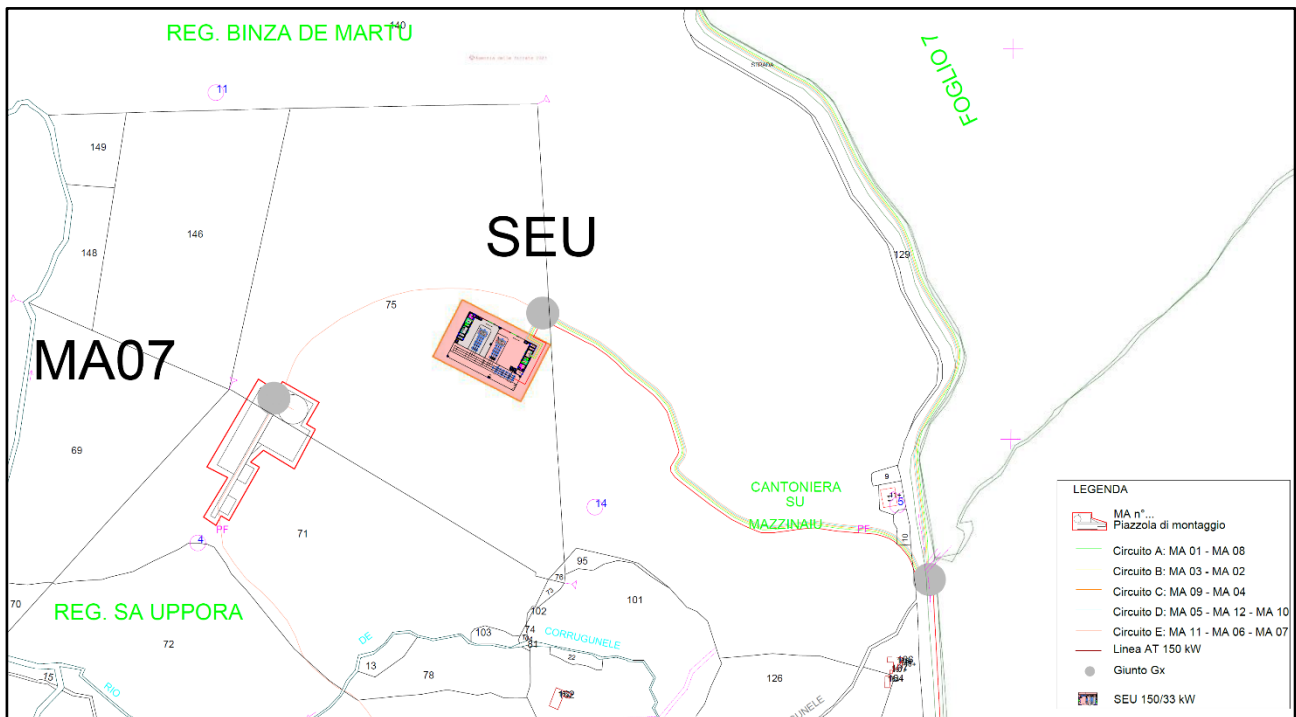


Figura 7.1: Localizzazione della SEU 150/33 kV nel Comune di Alà dei Sardi su catastale



Figura 7.2: Localizzazione della SEU 150/33 kV nel Comune di Alà dei Sardi su ortofoto

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

Di seguito è riportata la planimetria della SEU (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "MAOE082 Sottostazione elettrica utente – planimetria e sezioni elettromeccaniche").

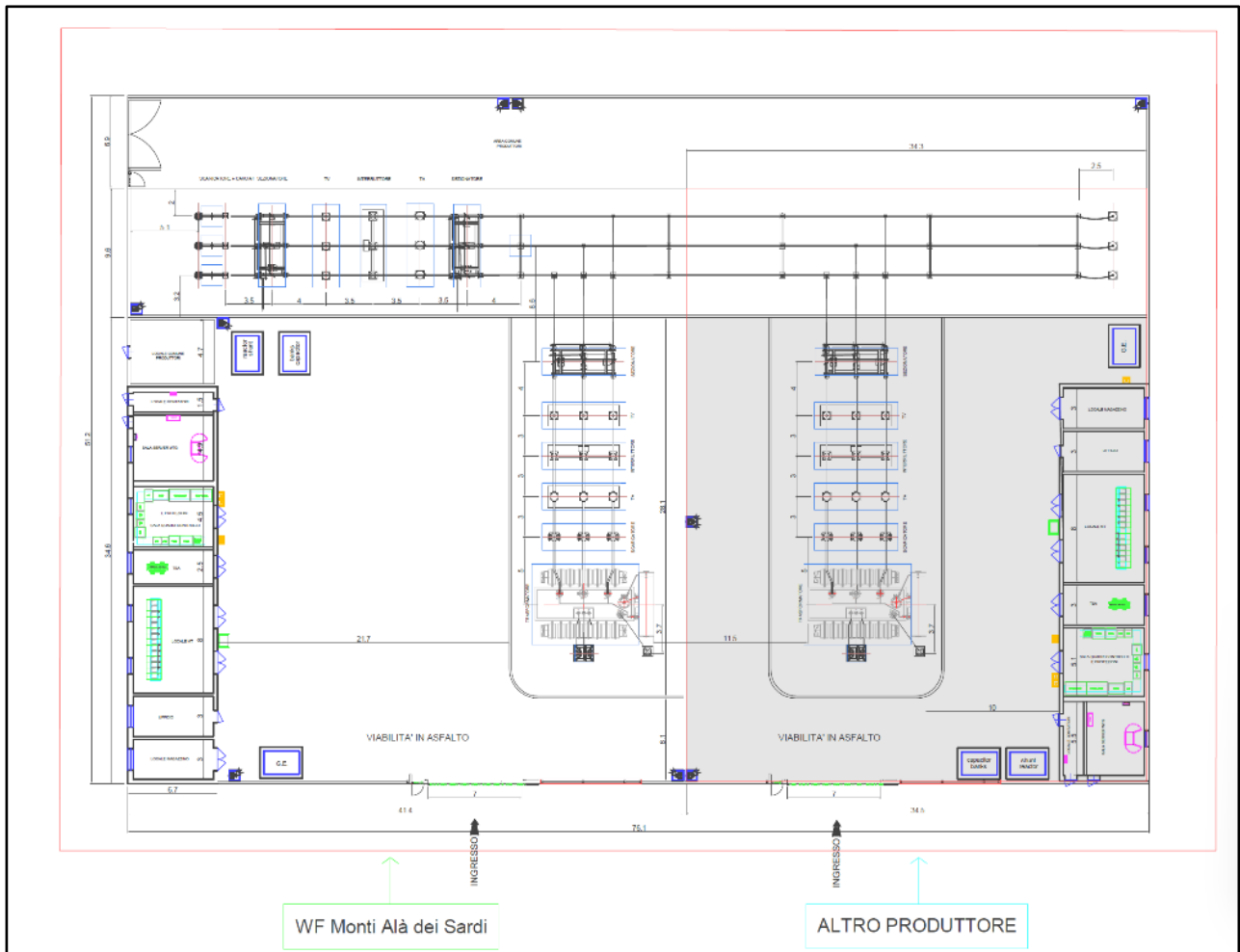


Figura 7.3: Planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV all'interno della stazione condivisa

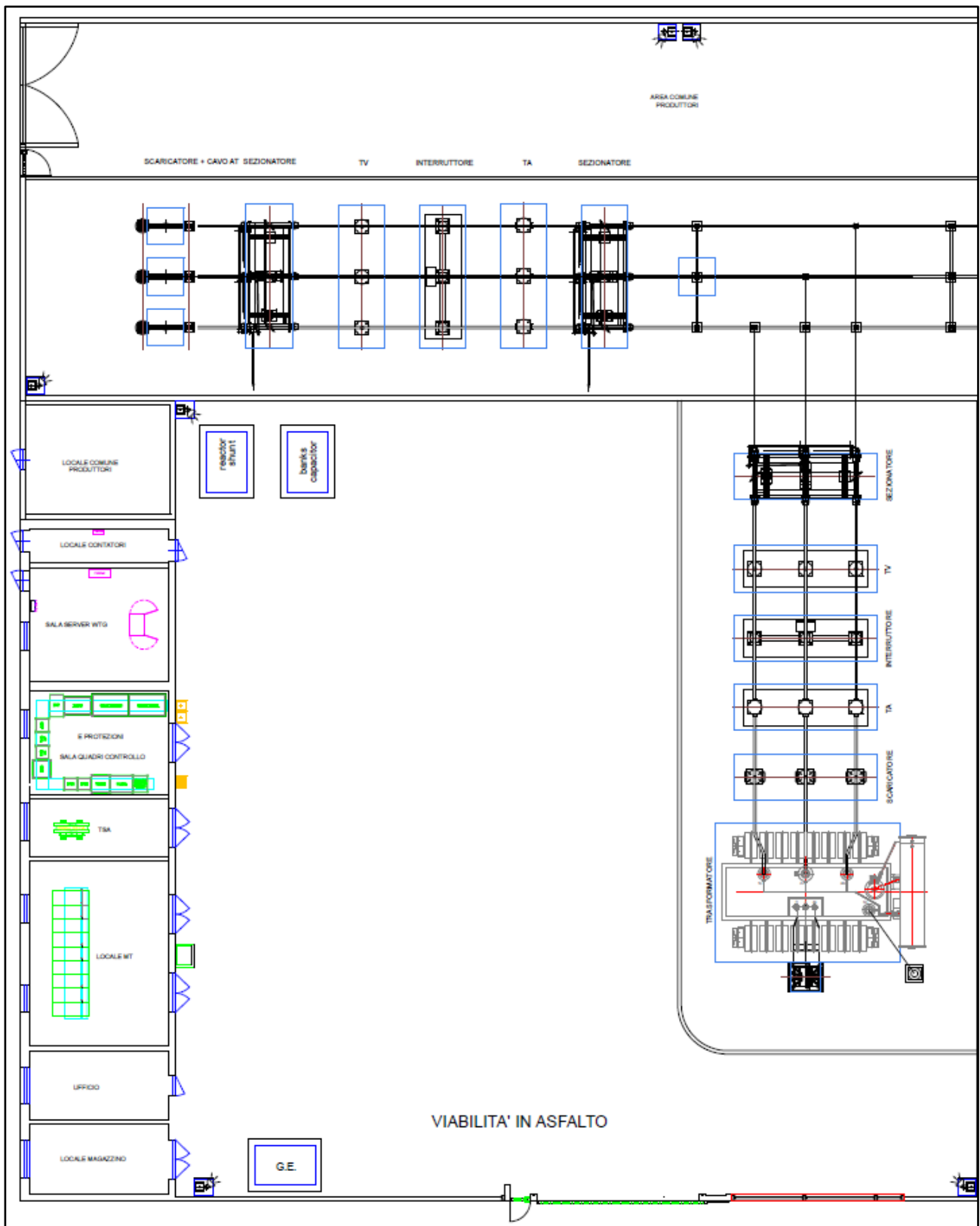


Figura 7.4: Dettaglio planimetria elettromeccanica della SEU 150/33 kV

7.1 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 110 MVA ONAN/ONAF;

- interruttori tripolari;
- 1 sistema di distribuzione in sbarre;
- trasformatore di tensione;
- trasformatore di corrente;
- scaricatori;
- sezionatori tripolari;
- planimetria apparecchiature elettromeccaniche.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature elencate sono riportate in dettaglio nell'elaborato di progetto "MAOE072 Schema elettrico unifilare impianto utente".

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 AT, MT, BT;
- sistema di monitoraggio e controllo;
- quadri misuratori fiscali.

In particolare, i quadri MT a 33 kV comprendono:

- scomparti di sezionamento linee di campo;
- 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.

7.2 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: 110 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd₁₁ (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.

7.3 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.

7.4 Sistema di automazione

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

7.5 Sistema di protezione

Al fine di assicurare la sicurezza del parco eolico, degli operatori, della Stazione di condivisione contenente la SEU 150/33 kV, nonché della SE RTN Terna, sono previsti tutti i sistemi di protezione.

7.6 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.

7.7 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 mm², 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 mm².

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.

7.8 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.

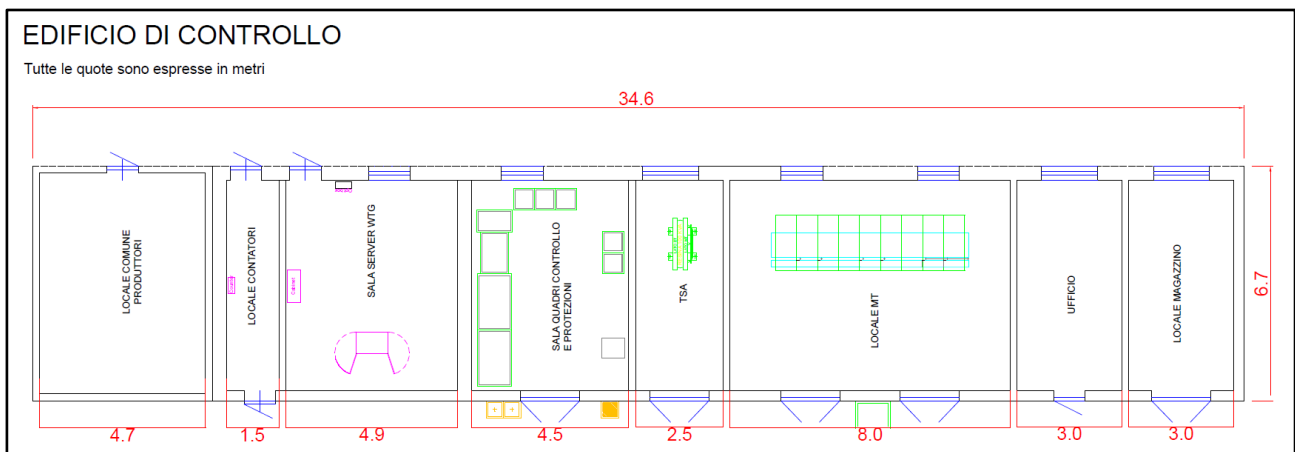


Figura 7.8.1: Edificio di comando e controllo

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MAOE083 Sottostazione elettrica utente - piante, prospetti e sezioni".

7.9 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 inghiaiaata;
- 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.

8. 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 mm², 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.

9. STAZIONE DI CONDIVISIONE

Il progetto prevede la realizzazione della stazione in condivisione al fine di collegare l’impianto eolico di Monti Alà dei Sardi e l’impianto da fonte rinnovabile di un altro produttore con il medesimo stallo della Stazione Elettrica della RTN Terna 150 kV “Buddusò” nel Comune di Buddusò.

La nuova stazione di condivisione è situata nel territorio del Comune di Alà dei Sardi in Provincia di Sassari.



Figura 9.1: Localizzazione della stazione in condivisione nel Comune di Alà dei Sardi su immagine satellitare

La stazione è caratterizzata da 2 stalli di arrivo cavo collegati ad una sbarra comune e da uno stallo necessario alla connessione a 150 KV con la stazione RTN.

La stazione in condivisione occupa un'area di dimensioni in pianta di 76,1 m x 51,2 m, come rappresentato nella figura seguente (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "MAOE082 Sottostazione elettrica utente – planimetria e sezioni elettromeccaniche").

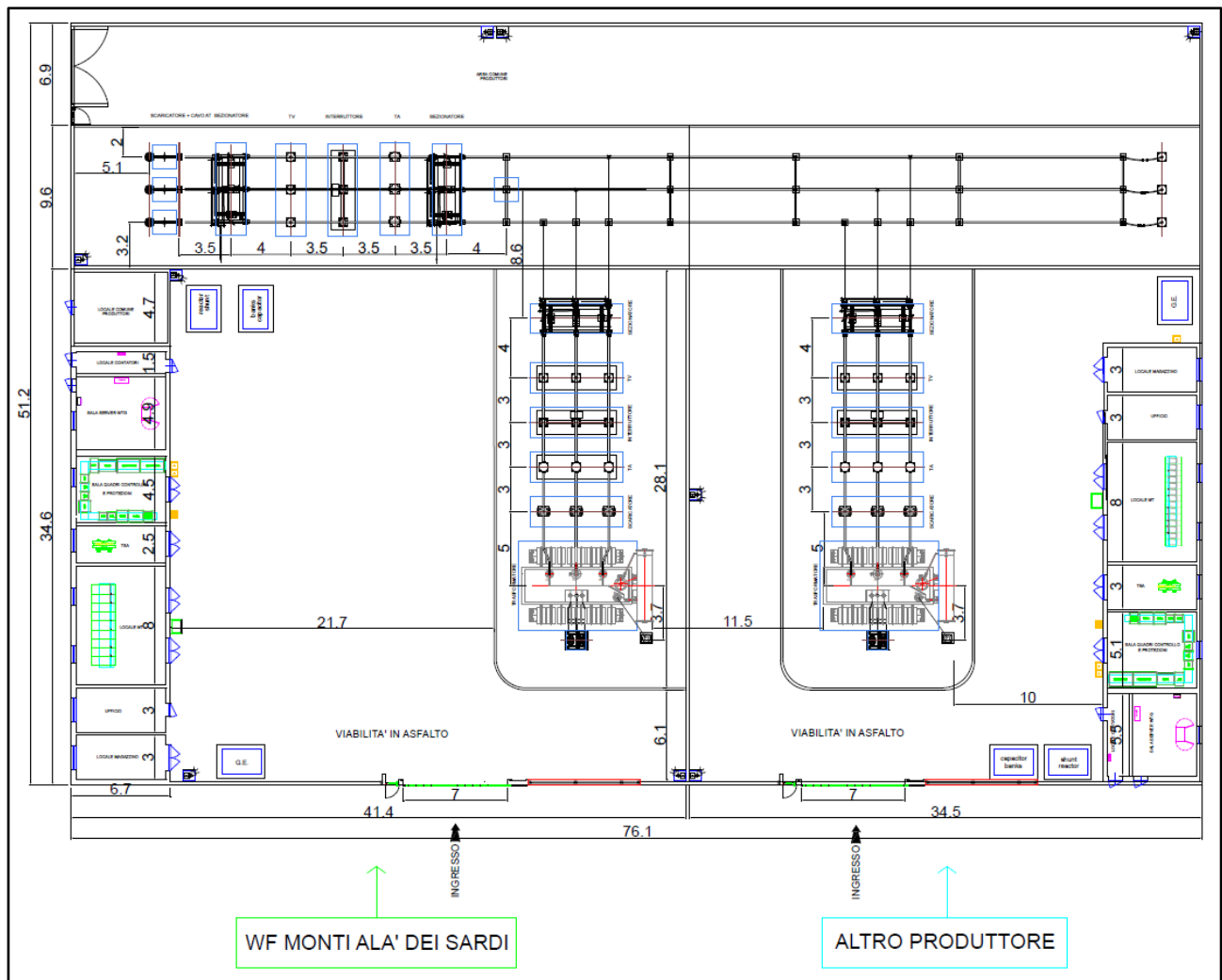


Figura 9.2: Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica condivisa

La viabilità all'interno della stazione è realizzata in asfalto, mentre i cunicoli necessari al passaggio dei cavi sono realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera.

Il sistema di terra previsto presso la stazione in condivisione 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 mm² e avente lato interno massimo da valutare in sede di progettazione esecutiva, ovvero nel momento in cui saranno effettuate le misure della resistività del terreno (un possibile valore da poter adottare per il lato della maglia è quello di 5 m, valore standard solitamente adottato per stazioni in simili condizioni della suddetta).

11. CAVO IN ALTA TENSIONE

Il collegamento tra la Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV, nel Comune di Alà dei Sardi, e la Stazione Elettrica della RTN a 150 kV denominata “Buddusò”, nel Comune di Buddusò, è realizzato tramite una linea interrata a 150 kV di lunghezza di 26,565 km ed è composta da una terna di cavi unipolari ARE4H5E (o similari) del costruttore Prysmian, di sezione di 1000 mm², in accordo con lo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, schermo semiconduttivo del conduttore, isolamento in polietilene reticolato XLPE, U₀/U_n (U_{max}) 87/150 (170) kV, portata nominale di 750 A, schermo semiconduttivo dell’isolamento, schermo metallico e guaina di protezione esterna in alluminio saldata longitudinalmente.

Il cavo a 150 kV è installato 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 monitore 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, così come rappresentato nel dettaglio dell’elaborato di progetto “MAOE089 Sezione tipica delle trincee di cavidotto AT”.

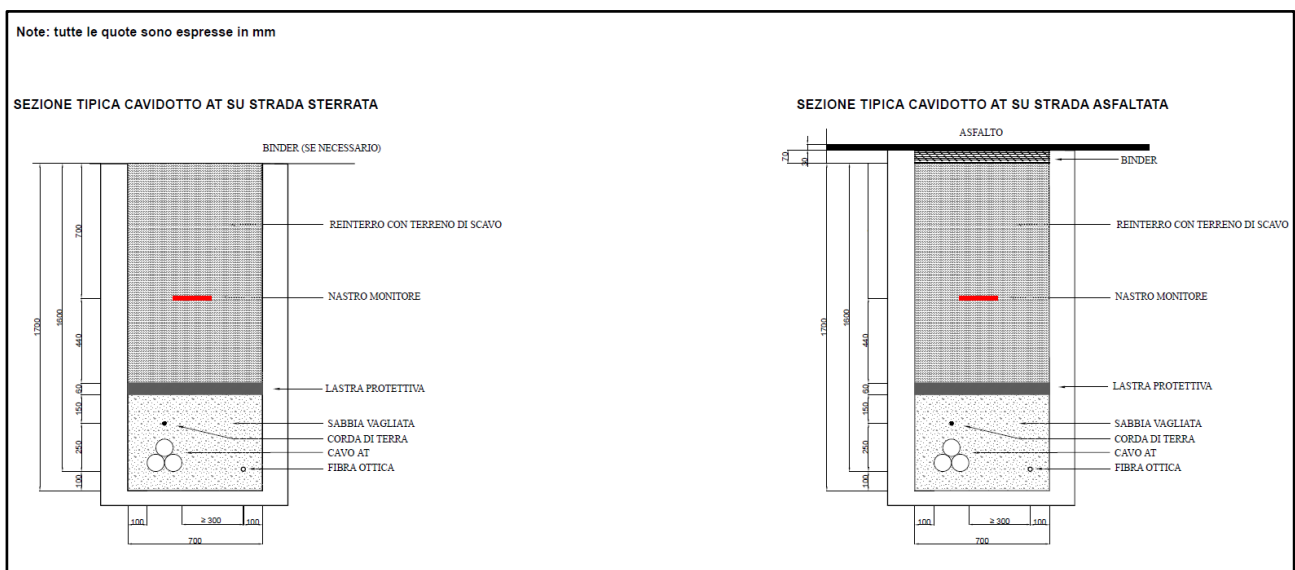


Figura 11.1: Sezione tipica del cavidotto AT di connessione tra la SEU 150/33 kV e lo stallo della Stazione Elettrica della RTN a 150 kV denominata “Buddusò” su strada sterrata e asfaltata

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 **Tabella 11.1** riporta i risultati ottenuti relativi al dimensionamento a 150 kV.

Cavo AT a 150 kV	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Potenza [MWp]	Corrente di impiego [A]	Portata effettiva [A]	$\Delta V_{r,\%}$	$\Delta Pr,\% \text{ TOT}$
ARE4H5E	26.565	1000	86,4	369,5	727,5	0,785	0,183

Tabella 11.1: Calcolo del dimensionamento del cavo a 150 kV

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.

Inoltre, la sezione del cavo a 150 kV, scelta sulla base della potenza relativa all'impianto in progetto, potrà subire modifiche nel caso in cui un ulteriore produttore si collegasse alla stazione condivisa.