



COMUNE DI
ESTERZILI



COMUNE DI
ESCALAPLANO

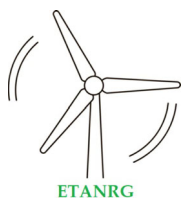


PROVINCIA DEL
SUD SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
DENOMINATO " ESTERZILI/ESCALAPLANO " COMPOSTO DA 11
AEROGENERATORI DA 5,6 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI
61,60 MW SITO NEI COMUNI DI ESTERZILI ED ESCALAPLANO (SU), CON
OPERE DI CONNESSIONE



Proponente:
ETANRG SRL
Via Pietro Cossa n. 5
20122 Milano (MI)

Antonino Apreda

ETANRG S.R.L.

Progettazione:
LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti snc
81100 Caserta



LEONARDO
Engineering srl

Ing. Giovanni Savarese



Elaborato	EE.PD.RTN.01	RELAZIONE TECNICA OPERE ELETTRICHE - IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.			
Cod. pratica	Data	Consegna	Formato	Scala	Livello progettuale
EE_01	18/12/2023		A4	-	Progetto definitivo

REVISIONI	Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
	01	Dicembre 2023	Prima emissione	G. Donnarumma	V. Vanacore	M. Afeltra

Il presente elaborato è di proprietà della Leonardo Engineerin srl

E' vietata la comunicazione a terzi e/o la riproduzione senza il preventivo permesso scritto della suddetta società. La società tutela i proprio diritti a rigore di Legge.



PARCO EOLICO “ESTERZILI/ESCALAPLANO”
 11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
 POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



Sommario

1. PREMESSA	2
2. DATI GENERALI DI PROGETTO	3
2.1 Inquadramento parco eolico “Esterzili/Escalaplano”	4
3. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	5
3.1 Normativa di riferimento	5
4. SISTEMA ELETTRICO	7
4.1 Descrizione generale	7
4.2 Aerogeneratore	7
4.3 Elettrodotti interrati.....	9
4.3.1. Composizione tipica d’un elettrodotto interrato in cavo	10
4.3.2. Conduttore di energia	10
4.3.3. Giunti tra i cavi 36 kV	11
4.3.4. Terminali dei cavi 36 kV	12
4.3.5. Opere per la posa dei cavi a 36 kV	13
4.3.6. Configurazioni di posa	14
4.3.7. Modalità di collegamento degli schermi metallici.....	14
4.3.8. Elettrodotti interrati.....	15
4.5 Sottostazione Utente (SSE Utente)	16
4.6 Stallo produttore (opere di rete per la connessione).....	18
4.7. Sottoservizi interrati.....	19



ETANRG SRL
 Via Pietro Cossa
 20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
 Viale Lamberti 29
 81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO “ESTERZILI/ESCALAPLANO”
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



1. PREMESSA

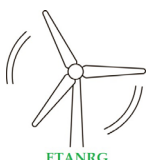
La società Leonardo Engineering Srl è stata incaricata di redigere il progetto definitivo del parco eolico denominato “Esterzili/Escalaplano” composto da undici aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 5,6 MW per una potenza complessiva di 61,6 MW, ubicato nei Comuni di Esterzili ed Escalaplano della Provincia del Sud Sardegna e proposto dalla società ETANRG s.r.l. con sede legale in Milano (MI) via Pietro Cossa n.5 Cap 20122.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 5,6 MW con altezza mozzo pari a 119 m e diametro rotore pari a 162 m. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell’impianto.

L’area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori su una superficie a destinazione agricola. Il territorio è caratterizzato da un’orografia prevalentemente collinare e le posizioni delle macchine hanno un’altitudine media pari a di 690.00 m slm.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- **Cavi interrati 36 kV**, ubicati nei comuni di Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU), per il vettoriamento dell’energia elettrica prodotta dai singoli aerogeneratori verso la cabina di raccolta e smistamento e da quest’ultima verso l’edificio quadri 36 kV nella SE;
- **Cabine raccolta e smistamento**, ubicate nei comuni di Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU), di raccolta dei cavidotti a 36 kV provenienti dal parco eolico e dalla quale partirà un successivo cavidotto che verrà collegato con l’edificio quadri 36 kV nella SE;
- **Edifici quadri 36 kV**, ubicati nei comuni di Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU), contenenti la cabina di raccolta dei cavidotti a 36 kV provenienti dal parco eolico in oggetto e da altri produttori, dalla quale partirà un cavidotto che verrà collegato alla stazione RTN tramite inserimento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione Terna a 150/36 kV;
- **Nuova stazione elettrica Terna di trasformazione a 150/36 kV**, ubicate nei comuni di Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU), da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV “Goni – Ulassai” da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”.



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



2. DATI GENERALI DI PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto

Tabella 1: Tabella sinottica dati di progetto

ETANRG s.r.l.	
Luogo di installazione:	Parco Eolico: Territorio comunale di Esterzili (EST1,EST2,EST3,EST4,EST5,EST6,EST7) Territorio comunale di Escalaplano (ESC1,ESC2,ESC3,ESC4) Provincia del Sud Sardegna
Denominazione impianto:	Parco Eolico: "Esterzili/Escalaplano"
Dati area di progetto:	Parco Eolico: Comune di Esterzili (SU), Comune di Escalaplano (SU)
Potenza (MW):	Parco Eolico: 61,6 MW
Informazioni generali del sito:	Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento
Connessione:	Connessione ad uno stallo a 36 kV della stazione elettrica TERNA
Tipo aerogeneratori:	Parco eolico: Aerogeneratore tripala con regolazione attiva del passo pala e dell'orientamento del rotore avente diametro di 162 m con mozzo a 119 m di altezza
Caratterizz.-urbanistico/vincolistica:	Piano Regolatore di Esterzili; Piano Regolatore di Escalaplano; Piano Paesaggistico dell'Ambito;Altro.
Rete di collegamento:	Nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 150 kV "Goni – Ulassai" da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".
Coordinate parco Eolico	EST1: Latitudine 39,719873° Longitudine 9,311614° EST2: Latitudine 39,721269° Longitudine 9,338067° EST3: Latitudine 39,728160° Longitudine 9,349589° EST4: Latitudine 39,717674° Longitudine 9,355072° EST5: Latitudine 39,724026° Longitudine 9,360440° EST6: Latitudine 39,743696° Longitudine 9,352449° EST7: Latitudine 39,739125° Longitudine 9,364645° ESC1: Latitudine 39,682988° Longitudine 9,342850° ESC2: Latitudine 39,682143° Longitudine 9,360507° ESC3: Latitudine 39,683624° Longitudine 9,375807° ESC4: Latitudine 39,665438° Longitudine 9,343923°



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO “ESTERZILI/ESCALAPLANO”
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



2.1 Inquadramento parco eolico “Esterzili/Escalaplano”

L’intervento in oggetto riguarda la realizzazione del parco eolico da realizzarsi nei comuni di Esterzili ed Escalaplano (SU).

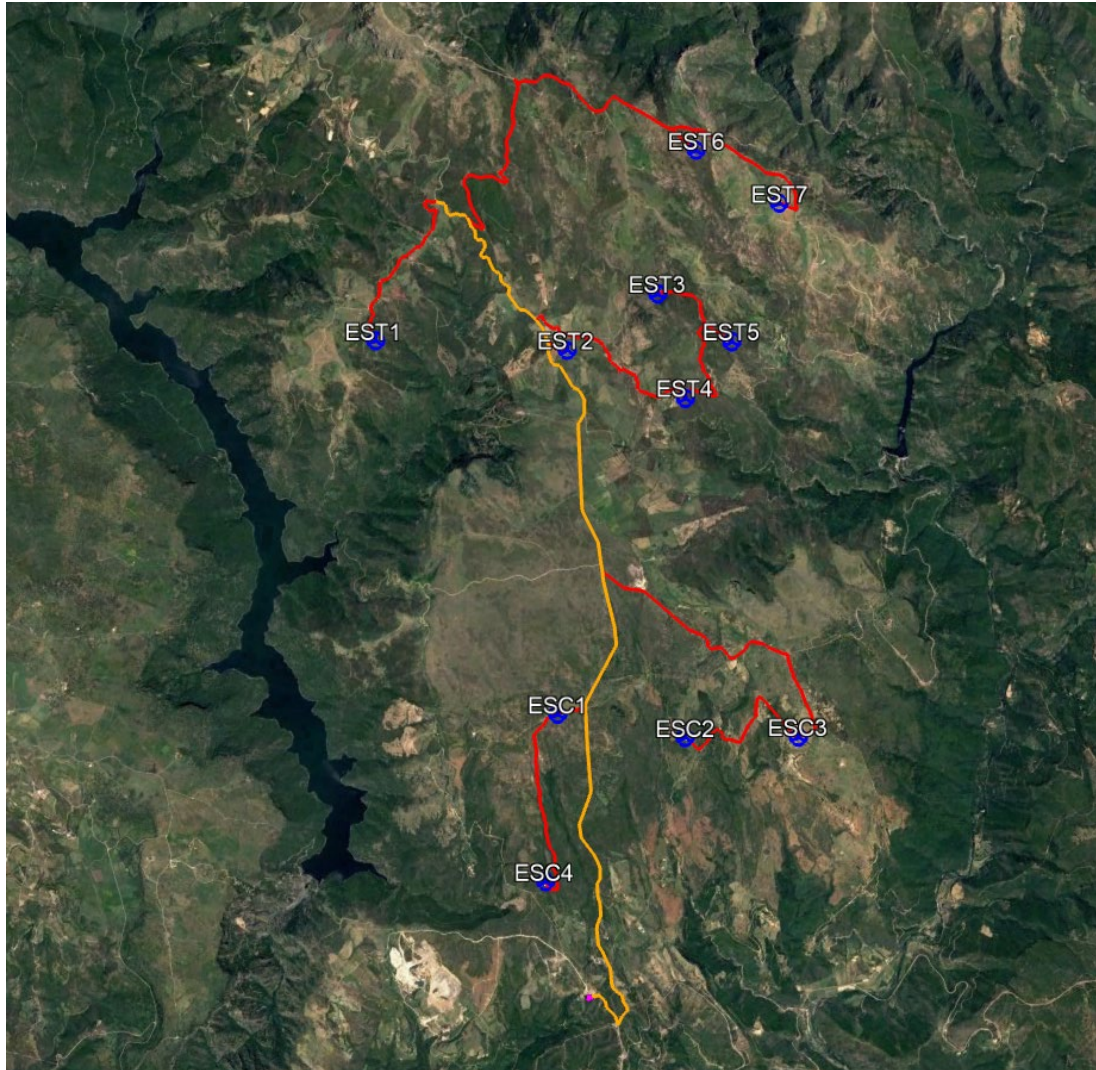


Figura 1: Parco eolico “Esterzili/Escalaplano”

Gli aerogeneratori (in numero di undici) dell’impianto sono denominati con le sigle EST1, EST2, EST3, EST4, EST5, EST6, EST7 nel territorio comunale di Esterzili ed ESC1, ESC2, ESC3, ESC4 nel territorio comunale di Escalaplano.



ETANRG SRL
 Via Pietro Cossa
 20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
 Viale Lamberti 29
 81100 CASERTA (CE)

3. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

3.1 Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dalla Legge n. 46 del 5 marzo 1990. Rimane valido, sotto il profilo generale, quanto prescritto dal D.lgs. 81/2008 "Il Testo Unico sulla Sicurezza nei luoghi di lavoro e Norme complementari" e s.m.i e dal D.lgs.86/2016, ovvero l'attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione. Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Norme e guide tecniche:

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

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;

CEI 11-17, V1: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

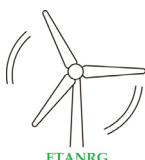
CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici;

CEI 13-4: Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica;

CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 61439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);

CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso. In gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-21: Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente;

CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;

CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) W a 20,8/36 (42) kV inclusi;

CEI 22-2: Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;

CEI 23-46: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati;

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;

CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini;

CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni comuni;

CEI EN 50522 (CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.;

CEI EN 61000-3-2/A1 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso <= 16 A per fase);

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

CODICE DI TRASMISSIONE, DISPACCIAMENTO, SVILUPPO E SICUREZZA DELLA RETE di TERNA

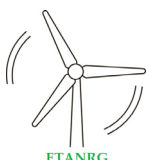
TICA - Testo integrato delle connessioni attive di ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente)

Disposizioni legislative:

D.M. 37/2008 e successive modificazioni per la sicurezza elettrica.

D. Lgs. 09/04/08 n° 81 e s.m.i., “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.”

D. Lgs. 19/05/16 n° 86, “Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.”



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



4. SISTEMA ELETTRICO

4.1 Descrizione generale

Il parco eolico "Esterzili/Escalaplano" è composto da 11 aerogeneratori dalla potenza nominale massima di 5,6 MW. Alcune torri verranno collegate tra di loro in entra-esce mediante cavidotto a 36 kV, tutte verranno collegate sempre mediante cavidotto interrato a 36 kV ad una cabina di raccolta e smistamento.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la sottosazione elettrica utente venga collegata in antenna ad uno stallo a 36 kV con la sezione di una nuova stazione elettrica di trasformazione Terna a 150/36 kV.

La potenza totale in immissione richiesta ai fini della connessione alla RTN risulta quindi pari 61,6 MW.

4.2 Aerogeneratore

Un generatore eolico (o aerogeneratore) è una macchina elettro-meccanica costruita per trasformare l'energia posseduta dal vento sotto forma di energia cinetica (energia eolica) in energia elettrica. Le pale dell'aerogeneratore sono l'elemento della macchina atto a trasformare il suddetto contenuto energetico posseduto dall'aria in lavoro meccanico. Successivamente tale lavoro meccanico viene convertito in energia elettrica attraverso un opportuno generatore elettrico.

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è il modello V162-5,6 MW della Vestas. Si tratta di un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 5,6 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro 162 m, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 119 m.



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



ESTERZILI



ESCALAPLANO

PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



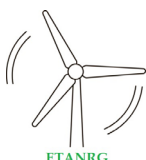
Figura 2: Tipico aerogeneratore Vestas V162-5,6 MW

La turbina, di norma, è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea. Tale equipaggiamento di norma consiste nell'utilizzo di una luce di colore rosso intermittente da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e 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).

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Il futuro Parco Eolico "Esterzili/Escalaplano" sarà quindi composto da 11 aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori sincroni. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione. Gli aerogeneratori sono collegati fra di loro mediante un cavidotto interrato interno al



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



ESTERZILI



ESCALAPLANO

PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



Provincia del
Sud Sardegna



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

sito in media tensione (MT) e a loro volta sono connessi alla sottostazione elettrica utente (SSEU) mediante cavidotto interrato esterno al sito in media tensione (MT). Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) del parco eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni del parco eolico ai fini della sua gestione ottimale.

4.3 Elettrodotti interrati

Come già descritto i collegamenti fra gli aerogeneratori e la SSEU utente avverranno per mezzo di elettrodotti interrati. La norma tecnica italiana che fa da riferimento al corretto dimensionamento dei cavi elettrici interrati è la CEI 20-21. Secondo norma il dimensionamento è stato eseguito in base ad una conduttività termica media. La geometria e le dimensioni dello scavo nell'intorno del cavo influenzano la capacità di smaltimento del calore disperso per effetto Joule dai cavi stessi.

Sempre secondo norma CEI 20-21, per la valutazione del calore smaltibile dai cavidotti, e quindi il loro corretto dimensionamento, è stato utilizzato un valore medio di resistività termica specifica del terreno, compreso tra gli $0,7$ ($^{\circ}\text{C m}/\text{W}$) ed i $3,0$ ($^{\circ}\text{C m}/\text{W}$) consigliati dalla norma stessa.

Per quanto riguarda la protezione meccanica dei cavidotti in a 36 kV è stata usata una guaina maggiorata, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 11-17.

I cavidotti principali sono:

- Cavidotto 36 kV interno al parco eolico per il collegamento in entra-esce tra gli aerogeneratori (in particolare si prevede il collegamento in entra-esce degli aerogeneratori T3-T4);
- Cavidotto 36 kV interno al parco eolico per il collegamento tra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta e smistamento;
- Cavidotto 36 kV esterno al parco eolico per il collegamento cabina di raccolta e smistamento con l'edificio quadri 36 kV nella SE;
- Collegamento 36 kV fra l'edificio quadri 36 kV e la Stazione Elettrica Terna mediante stallo 36 kV.



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

4.3.1. Composizione tipica d'un elettrodotto interrato in cavo

Per l'elettrodotto in cavo sono solitamente previsti i seguenti componenti:

- conduttori di energia;
- giunti;
- terminali;
- cassette di sezionamento;
- cassette unipolari di messa a terra;
- termosonde.

4.3.2. Conduttore di energia

Il cavo impiegato per la veicolazione dell'energia elettrica a 36 kV nel presente progetto è il RG7H1OR 26/45 kV. La Figura 3 mostra schematicamente la struttura costruttiva del cavo in esame.

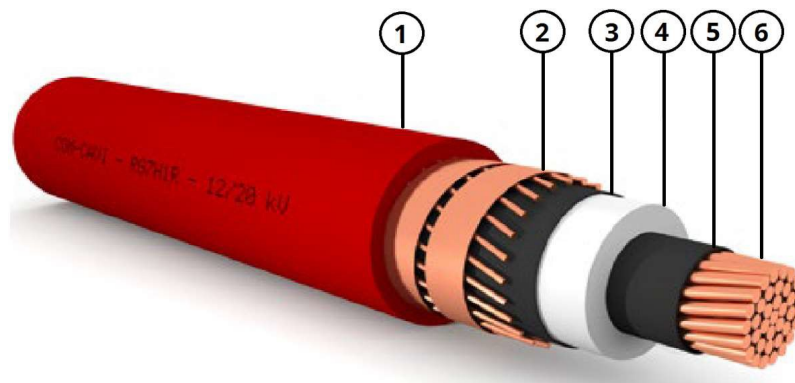


Figura 3: Parti costituenti un cavo unipolare MT: 1) Guaina esterna; 2) Schermo metallico; 3) Semiconduttivo esterno; 4) Isolante; 5) Semiconduttivo interno; 6) Conduttore

Per il cavo in esame si possono identificare le seguenti parti:

- Guaina esterna composta da una miscela a base PVC, qualità Rz
- Schermo metallico composto da fili di rame rosso, con nastro di rame in contro spirale
- Semiconduttore esterno- Estruso, pelabile a freddo
- Isolante - Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo
- Semiconduttore interno - Estruso, pelabile a freddo
- Conduttore - Rame Rosso, formazione rigida compatta, classe 2

4.3.3. Giunti tra i cavi 36 kV

I giunti servono per collegare i terminali di due cavi contigui al fine di unire due o più conduttori in un unico conduttore.

Una giunzione deve quindi assicurare il corretto collegamento tra le parti costituenti il conduttore mostrate nel paragrafo precedente e garantire allo stesso tempo la medesima protezione da e verso l'esterno.

Un giunto effettuato a regola d'arte deve garantire:

- Connessione metallica tra i conduttori interni dei 2 terminali
- Continuità del semiconduttore interno per la schermatura del campo elettrico
- Continuità dell'isolamento interno del cavo
- Continuità del semiconduttore esterno
- Continuità dello schermo metallico esterno
- Protezione meccanica e di impermeabilità da e verso l'esterno

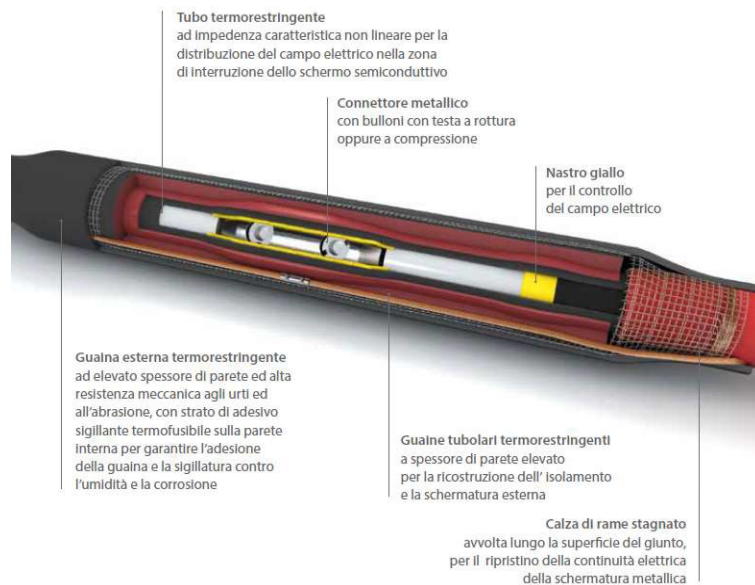


Figura 4: Esempio di giunto per cavo a 36 kV

4.3.4. Terminali dei cavi 36 kV

I terminali rappresentano uno fra le componenti e i dispositivi che realizzano il collegamento dei cavi fra loro e quello dei cavi con le apparecchiature elettriche e gli altri componenti di un impianto.

Questi sono utilizzati per collegare l'estremità di un cavo ad altri componenti dell'impianto come trasformatori o apparecchiature di comando. Essi sono stati scelti secondo quanto indicato dalla norma CEI 20-62/1.

I terminali considerati per il presente progetto sono dei terminali auto restringenti per media tensione TAMT-36 della Etelec (conformi alla Norma CEI 20-62/1).

Essi sono composti dai seguenti elementi principali:

- unico corpo autorestringente in gomma siliconica che assolve sia al controllo del campo elettrico che alla funzione antitraccia;
- alette integrate, nelle versioni TAMT-I da interno e TAMT-E da esterno, consentendo l'installazione del terminale anche in ambienti inquinati o ad elevata presenza di umidità;
- nastro sigillante e riempitivo in gomma siliconica per il riempimento degli spazi vuoti e la protezione dall'umidità degli elementi metallici;
- lubrificante siliconico liquido per agevolare l'installazione del corpo sul cavo.

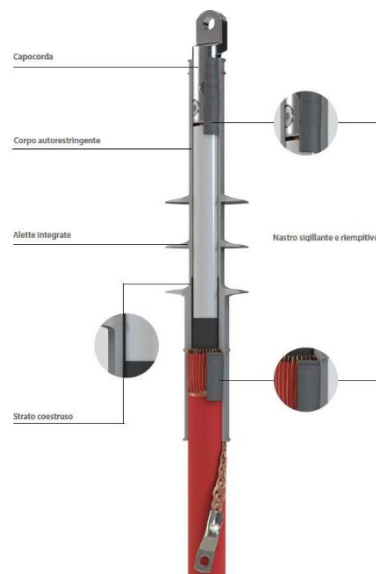


Figura 5: Esempio di terminale per cavo 36 kV

4.3.5. Opere per la posa dei cavi a 36 kV

I cavi MT verranno direttamente interrati, vi sarà poi il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), la posa degli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls).

La profondità minima di posa dei tubi deve essere tale da garantire almeno 1,0 m misurato dall'estradosso superiore del tubo, con posa su di un letto di sabbia o di cemento magro, dello spessore di circa 5 cm. Va tenuto conto che detta profondità di posa minima deve essere osservata, in riferimento alla strada, tanto nella posa longitudinale che in quella trasversale (cfr. PD.26 "Carta delle Sezioni Tipo di Scavo dei Cavidotti 36 kV").

Laddove le amministrazioni competenti non diano particolari prescrizioni in merito alle modalità di ricoprimento della trincea, valgono le seguenti indicazioni:

- la prima parte del reinterro del cavo sarà effettuata con il medesimo materiale usato per la realizzazione del letto di posa (sabbia o cemento magro) per uno spessore maggiore di 30 cm;
- la restante parte della trincea (esclusa la pavimentazione) dovrà essere riempita a strati successivi utilizzando il materiale di risulta dallo scavo (i materiali utilizzati dovranno essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati al fine di evitare successivi cedimenti).

All'interno della trincea è prevista l'installazione di un tubo di segnale rigida da diametro di 50 mm entro il quale potranno essere posti cavi a fibra ottica e di segnalamento.

Al di sopra dei cavidotti ad un'altezza compresa tra i 35 e i 50 cm dall'estradosso del tubo stesso (a seconda del tipo di posa), sarà collocato un nastro di segnalazione cavi in P.V.C. di colore rosso

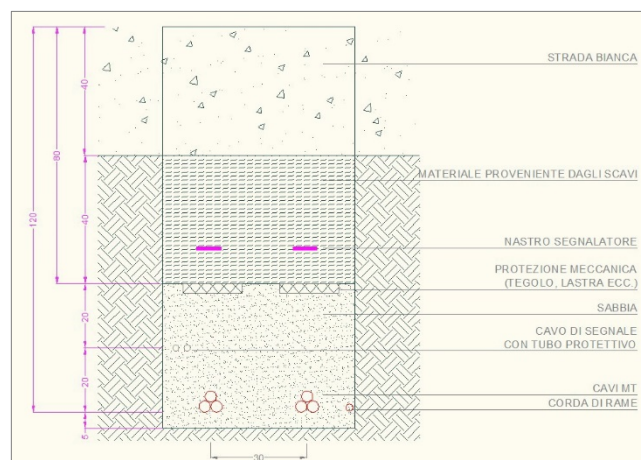


Figura 6: Esempio di tipico di scavo per posa cavidotto a 36 kV su strada bianca.

Per quanto riguarda la coesistenza tra cavidotti a 36 kV e condutture di altri servizi del sottosuolo si è fatto riferimento alle Norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo".

Nello specifico le Norme CEI 11-17 precisano le distanze minime da mantenere tra i cavidotti 36 kV e le linee di telecomunicazione, le tubazioni metalliche in genere e i serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

4.3.6. Configurazioni di posa

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto sono a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:

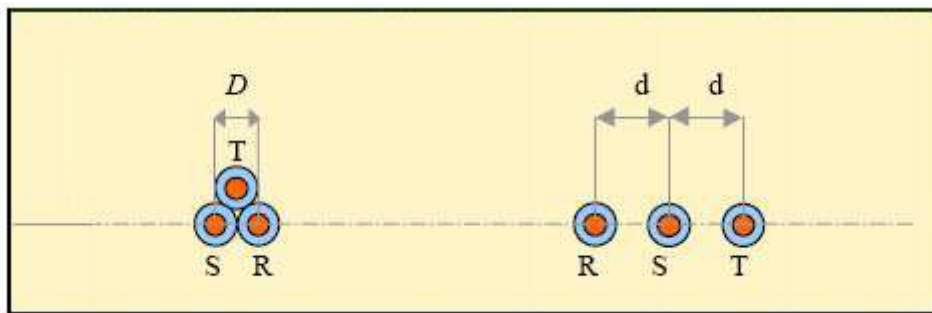


Figura 7: Disposizioni tipiche di posa per cavi unipolari

La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza "d" di interasse dei cavi. Per tali motivi la posa a trifoglio è utilizzata per i livelli di tensione più bassa (fino a 150-220 kV) mentre la posa in piano è utilizzata per i livelli di tensione più alta (220-380kV).

4.3.7. Modalità di collegamento degli schermi metallici

Gli schermi metallici degli elettrodotti a 36 kV verranno messi a terra con il sistema Solid Bonding.

Questo sistema è il più semplice di tutti gli schemi di connessione degli schermi metallici dei cavi. Consiste nella cortocircuitazione ed il collegamento efficacemente a terra degli schermi metallici ad entrambe le estremità del collegamento. Per collegamenti di grande lunghezza è

raccomandabile la messa a terra degli schermi metallici in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km in maniera tale da evitare eccessivi innalzamenti della tensione a metà tratta.

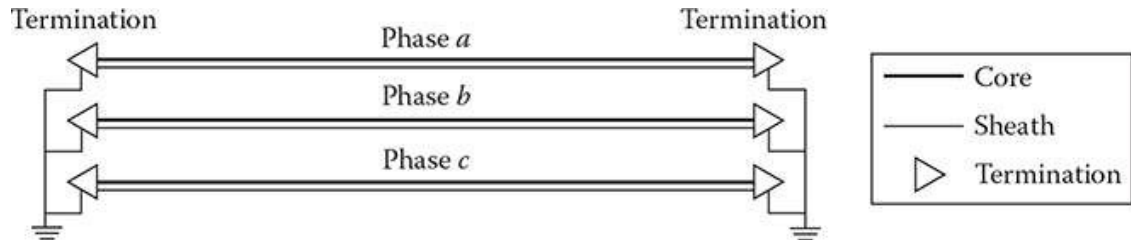


Figura 8: Schema Solid Bonding

Esso è generalmente utilizzato per correnti di esercizio indicativamente fino a 500 A. Tuttavia, anche per valori di corrente inferiori al già menzionato, altre considerazioni di natura economica, legati ad esempio alla capitalizzazione delle perdite, potrebbe far preferire l'impiego di un sistema con connessioni speciali degli schermi metallici (isolati o trasposti). La disposizione dei cavi per questo tipo di connessione è generalmente a trifoglio. L'assenza di scaricatori di tensione richiede controlli periodici sul sistema meno frequenti e meno complessi rispetto a sistemi con connessioni speciali degli schermi metallici. Si evidenzia il fatto che ogni incremento nella separazione tra le fasi genera uno squilibrio magnetico con il conseguente aumento della circolazione di corrente negli schermi metallici ed una riduzione nelle prestazioni termiche del circuito.

4.3.8. Elettrodotti interrati

Come già accennato, il collegamento tra le varie turbine eoliche e il successivo collegamento alla cabina di raccolta e smistamento e da quest'ultima all'edificio quadri 36 kV in SE avviene per mezzo di elettrodotti interrati alla tensione di esercizio di 36 kV. La posa di questi ultimi avverrà prevalentemente tramite scavo a cielo aperto.

Il cavo previsto per questi collegamenti è lo RG7H1OR 26/45 kV di varie sezioni con guaina maggiorata per la posa diretta nel terreno. La singola terna di cavi unipolari verrà disposta a trifoglio. Siccome è possibile che all'interno della medesima trincea coesistano più terne, si prevede che queste siano arrangiate in maniera da mantenere una inter-distanza tra le guaine esterne delle terne adeguata, in modo tale da permettere il corretto smaltimento del calore generato per effetto Joule dal cavo stesso.



PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



Il collegamento tra la cabina di raccolta nella SE e lo stallo a 36 kV presente nella futura stazione Terna verrà realizzato mediamente il medesimo cavo 36 kV utilizzato per il collegamento tra gli aerogeneratori. Tale cavo dovrà essere in grado di veicolare la potenza massima in immissione dell'impianto in oggetto, ovvero 61,6 MW.

ELENCO TRATTE						
Tratta	Circuito	Lungh. (m)	Sigla cavo	N° cavi per fase	Sezione (mm2)	Verificato
ESC1-A	RST	320	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
ESC2-A	RST	7730	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
ESC3-A	RST	5590	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
ESC4-A	RST	2780	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST1-C	RST	2770	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST2-B	RST	235	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST3-B	RST	5012	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST4-B	RST	2867	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST5-B	RST	4584	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST6-C	RST	5040	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
EST7-C	RST	6810	RG7H1OR 26/45 kV	1	70	SI
A-SSEU	RST	20	RG7H1OR 26/45 kV	1	240	SI
B-SSEU	RST	4650	RG7H1OR 26/45 kV	1	240	SI
C-SSEU	RST	6640	RG7H1OR 26/45 kV	1	150	SI
SSEU-SE	RST	4470	RG7H1OR 26/45 kV	4	500	SI

La Cabina di raccolta e smistamento, all'interno del parco eolico, sarà costituita da:

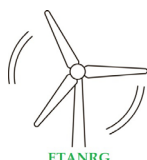
- quadri 36 kV, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari;
- Servizi Ausiliari (SS.AA.).

4.5 Sottostazione Utente (SSE Utente)

La Sottostazione Utente sarà costituita dall'edificio per i quadri elettrici a 36 kV per la raccolta della linea proveniente dal campo e da altri eventuali produttori per la condivisione dello stallo.

4.5.1. Sistema a 36 kV

Il sistema è costituito dagli elementi necessari a connettere la rete del parco eolico allo stallo a 36 kV della stazione RTN.



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)



PARCO EOLICO "ESTERZILI/ESCALAPLANO"
11 AEROGENERATORI DA 5,6 MW
POTENZA COMPLESSIVA 61,6 MW



Nel sistema a 36 kV si utilizzano cavi isolati e celle prefabbricate certificati dal produttore, avendo superato le prove di tipo corrispondenti ed essendo sottoposti a prove specifiche ad ogni fornitura per assicurare che si il livello di isolamento sia assicurato.

Il sistema a 36 kV comprende l'edificio utente, nel quale sarà installato un quadro MT 36 kV di tipo protetto in apposito locale.

Oltre agli apparati principali sopra menzionati, si prevedono i corrispondenti apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto installati all'interno dell'edificio di controllo.

Come dati di progetto per la protezione di rete sulla sbarra 36 kV dell'Utente si adottano i seguenti valori:

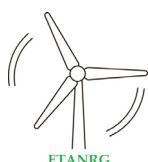
Tabella 3: Caratteristiche elettriche sistema a 36 kV

Dati progetto	Valori
Tensione di rete	36 ±3x2,5
Materiale conduttore	Rame
Profondità di posa	1,2 m
Temperatura del terreno	20° C
Resistività del terreno	1,5 K*m/W
Caduta di tensione massima ammissibile per tratta	2%

4.5.2. Edificio comandi

La struttura prefabbricata sarà costruita secondo quanto prescritto dalle norme CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni comuni", dalle Norme CEI 11-35 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/Utente finale" e dalle Norme CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica". Le strutture sono realizzate in modo da assicurare un grado di protezione verso l'esterno, IP 33 Norme CEI 70-1.

Essa è composta da elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato e prodotte in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo



ETANRG SRL
Via Pietro Cossa
20122 MILANO (MI)



LEONARDO ENGINEERING SRL
Viale Lamberti 29
81100 CASERTA (CE)

tutte le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box è additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

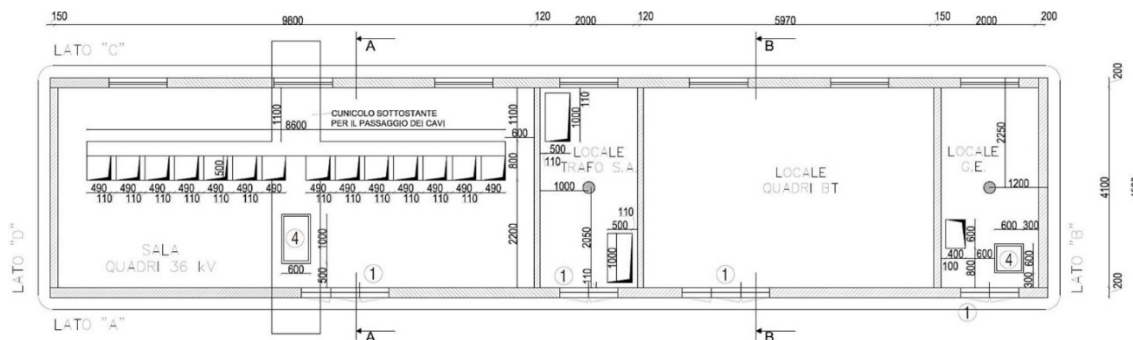


Figura 9: Tipico edificio comandi

L'armatura interna dei fabbricati è totalmente collegata meccanicamente ed elettricamente in modo da creare una vera e propria gabbia di faraday che dal punto di vista elettrico protegge il manufatto da sovratensioni di origine. Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovradimensionate rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

4.6 Stallo produttore (opere di rete per la connessione)

Verrà realizzato uno stallo produttore 36 kV per il collegamento in antenna della Sottostazione Elettrica Utente, il quale si configura come opera di rete per la connessione. Lo schema di inserimento in stazione può essere dedotto dall'allegato A.17 (rev.03 del Maggio 2022) del Codice di rete Terna per il nuovo standard di connessione ad uno stallo a 36 kV.

In Figura 15 è rappresentato un tipico stallo di trasformazione 150/36 kV, mentre in Tabella 5 sono elencati i componenti elettromeccanici presenti in un tipico stallo trasformatore 150/36 kV.

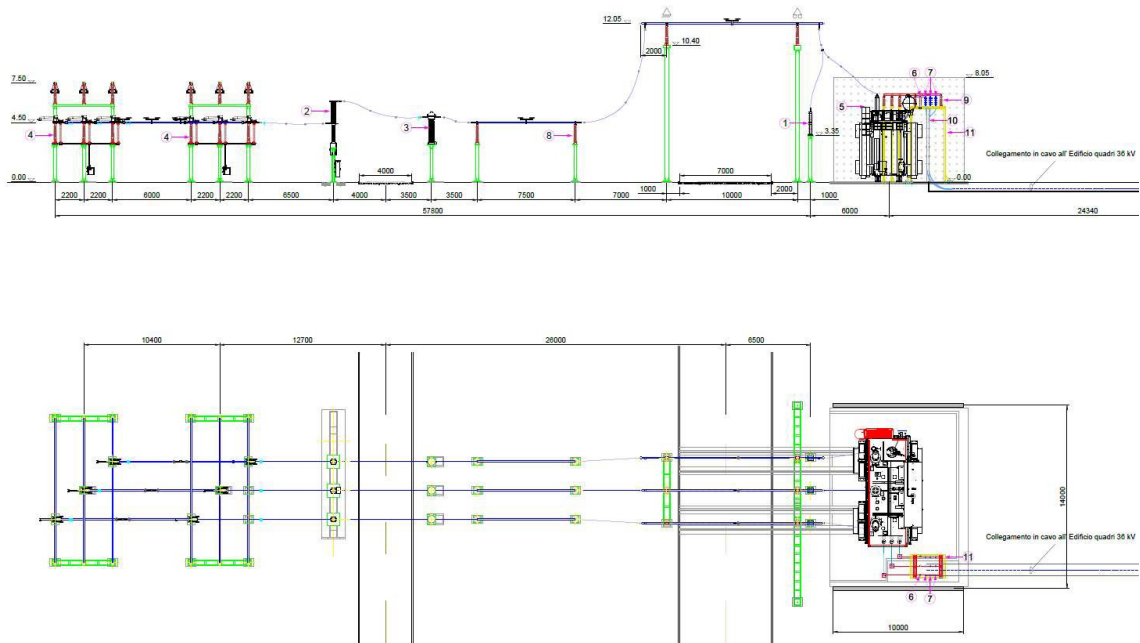


Figura 15: Stallo TR 150/36 V

Elenco componenti	
rif.	descrizione
1	Scaricatore 132-150kV
2	Interruttore 132-150kV
3	TA 132-150kV
4	Sezionatore verticale
5	Trasformatore 132-150/36 kV
6	Scaricatore 36kV
7	Terminali cavo 36kV
8	Isolatore 150 kV
9	Isolatore 36 kV
10	Cavi 36 kV
11	Castelletto distribuzione cavi 36 kV

Tabella 4: elenco componenti stallo trasformatore 150/36 kV

4.7. Sottoservizi interrati

Il parco eolico "Esterzili/Escalaplano" attraversa per lo più zone rurali in cui è improbabile la presenza di sottoservizi interrati. Tuttavia gli stessi potrebbero essere presenti ed interferire con il percorso del cavidotto, è dunque necessario contattare gli enti dei suddetti sottoservizi interrati inoltrando loro comunicazione PEC del progetto e la richiesta se lo stesso interferisca con i loro sottoservizi interrati.