

REGIONE SICILIA

Comuni di Valledolmo (PA) e Sclafani Bagni (PA)

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 36 MW sito nei comuni di Valledolmo (PA) e Sclafani Bagni (PA) e delle relative opere di connessione da realizzarsi nei comuni di Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula e Villalba

TITOLO

Relazione tecnica impianti elettrici

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	
 SR International S.r.l. C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106 C.F e P.IVA 13457211004 	 Sorgenia Zefiro Srl Codice Fiscale e Partita Iva: 12497930961 Indirizzo PEC: sorgenia.zefiro@legalmail.it Sede legale: Via Alessandro Algardi 4, 20148 Milano	

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	25/10/2022	F. Lauretti	Imperato	Sorgenia Zefiro	Relazione tecnica impianti elettrici

N° DOCUMENTO	SCALA	FORMATO
SRG-VLL-RTI	--	

INDICE

INDICE DELLE FIGURE	3
INDICE DELLE TABELLE	3
1. INTRODUZIONE.....	4
2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	1
3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
4. OGGETTO E VALENZA DELL'INIZIATIVA.....	4
5. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	4
6. AEROGENERATORI	9
6.1. CRITERIO DI PROGETTAZIONE.....	9
6.2. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE.....	9
6.3. DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI	10
6.4. UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA	11
6.5. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	13
6.6. RETE DI TERRA	13
7. CAVI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE.....	13
7.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI IN MT	13
7.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN MT	15
7.3. TIPOLOGIA DI POSA DEI CAVI IN MT	17
7.4. GIUNZIONI E TERMINAZIONI DEI CAVI MT.....	21
7.5. SEGNALAZIONE PRESENZA DI CAVI.....	23
7.6. INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI TIPICI	23
8. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI.....	24
9. CAMPI ELETTROMAGNETICI	26
10. FIBRA OTTICA.....	26
11. RUMORE.....	27
12. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO	27
13. CAVIDOTTO IN AT A 36 KV.....	28
13.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO AT	29
13.2. DIMENSIONAMENTO DEL CAVO AT	30
13.3. MODALITA' DI POSA DEL CAVO AT	31
13.4. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE.....	32
13.5. CAMPI ELETTROMAGNETICI DEL CAVO AT	32

13.6.	RUMORE DEL CAVO AT.....	32
14.	STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT – 30/36 KV (SU).....	33
14.1.	CONNESSIONE ALLA RETE DELLA RTN DI TERNA SPA	33
14.2.	OPERE CIVILI	33
15.	SICUREZZA NEI CANTIERI.....	34

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inserimento dell’area di impianto e del punto di connessione su carta IGM 1:250000.....	1
Figura 2 – Inquadramento del layout di Valledolmo su cartografia IGM 1:25000	2
Figura 3 – Caratteristiche elettriche della turbina	10
Figura 4 – Sezione tipo del cavo MT – 30 kV – ARE4H5(AR)E.....	14
Figura 5 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV - ARE4H5(AR)E	15
Figura 6 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada asfaltata	20
Figura 7 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada sterrata	20
Figura 8 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su terreno	21
Figura 9: Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi	24
Figura 10 –Caratteristiche tecniche del cavo in AT a 36 kV	30
Figura 11 – Specifiche tecniche del cavo in AT a 36 kV	31
Figura 12 – Sezioni tipiche di scavo e di posa per il cavo in AT a 36 kV-legenda.....	32
Figura 13 – Caratteristiche del cavo in F.O.	32

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Riferimento catastale e geografico della posizione degli aerogeneratori	2
<i>Tabella 2 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.</i>	16
<i>Tabella 3 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.</i>	17
Tabella 4: Dimensione degli scavi del parco eolico.....	21
Tabella 5: Fasce di asservimento per tipologia di cavidotto in MT	28

1. INTRODUZIONE

Studio Rinnovabili, in qualità di consulente tecnico e tramite la società SR International S.r.l., è stata incaricata dalla società proponente **Sorgenia Zefiro S.r.l.** di redigere il progetto definitivo per lo sviluppo di un impianto eolico e delle relative opere di connessione. Studio Rinnovabili, attraverso la società SR International Srl, è una azienda di consulenza che dal 2005 fornisce servizi nel campo delle energie rinnovabili, e tra questi l'analisi di dati vento, studi di produzione energetica, asseverazioni tecniche e progettazione di impianti eolici. Sorgenia Zefiro è una società di sviluppo e gestione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, facente capo a Sorgenia S.p.A.

Il progetto eolico qui descritto ha una potenza nominale complessiva di 36 MW ottenuta per mezzo di 6 aerogeneratori tripala da 6 MW, collocati nel territorio dei comuni di Valledolmo e Sclafani Bagni (PA) in Regione Sicilia.

Il presente documento costituisce la relazione tecnica degli impianti elettrici concernente la realizzazione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica denominato "Valledolmo" di potenza 36 MW (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto"), nei Comuni di Valledolmo e Sclafani Bagni (PA), e relative opere di connessione, nei Comuni di Caltavuturo (PA), Polizzi Generosa (PA), Castellana Sicula (PA) e Villalba (CL) che intende realizzare la società Sorgenia Zefiro (di seguito la "Società").

2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Gli aerogeneratori che compongono il progetto eolico sono interamente ubicati nei comuni di Valledolmo e Sclafani Bagni (PA), in Sicilia, ad un'altitudine compresa tra i 670 ed i 760 m s.l.m. L'area, di carattere collinare, è adibita prevalentemente ad uso agricolo.

L'area del parco eolico è situata a circa 2.5 km a nord del centro abitato di Valledolmo (PA), a 3.8 km a sud del centro abitato di Caltavuturo (PA) ed a circa 4.5 km a sud del centro abitato di Sclafani Bagni (PA). L'elettricità prodotta viene condotta per mezzo di un cavidotto interrato a 30 kV dall'area di parco fino ad una cabina di trasformazione 30/36 kV, posta nelle vicinanze di una sottostazione di nuova realizzazione inserita sul futuro elettrodotto "Chiaromonte Gulfi – Ciminna", attraverso la quale avverrà la connessione con la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Nel suo percorso, tale cavidotto interrato passa sui territori comunali di Valledolmo, Sclafani Bagni, Caltavuturo, Polizzi Generosa e Castellana Sicula in provincia di Palermo, ed infine il comune di Villalba, in provincia di Caltanissetta. Figura 1 riporta la posizione dell'area progetto su IGM 1:250000, nonché della Stazione Utente 30/36 kV e della Stazione 380/150/36 kV della RTN.

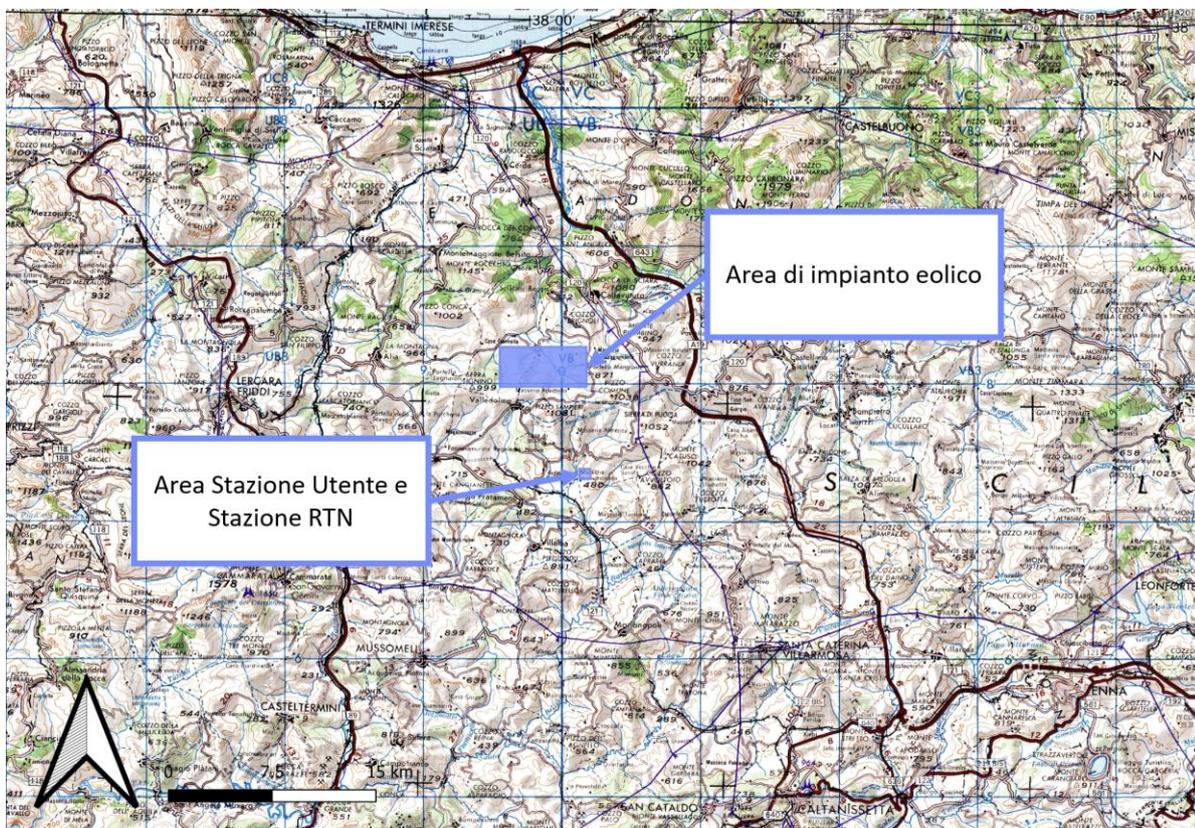


Figura 1: Inserimento dell'area di impianto e del punto di connessione su carta IGM 1:250000

Si riporta, inoltre, il layout di impianto su carta IGM 1:25000 (Figura 2). Seguono gli identificativi, i dati catastali e le coordinate assolute nel sistema di riferimento UTM WGS84 F33 Nord (Tabella 1).

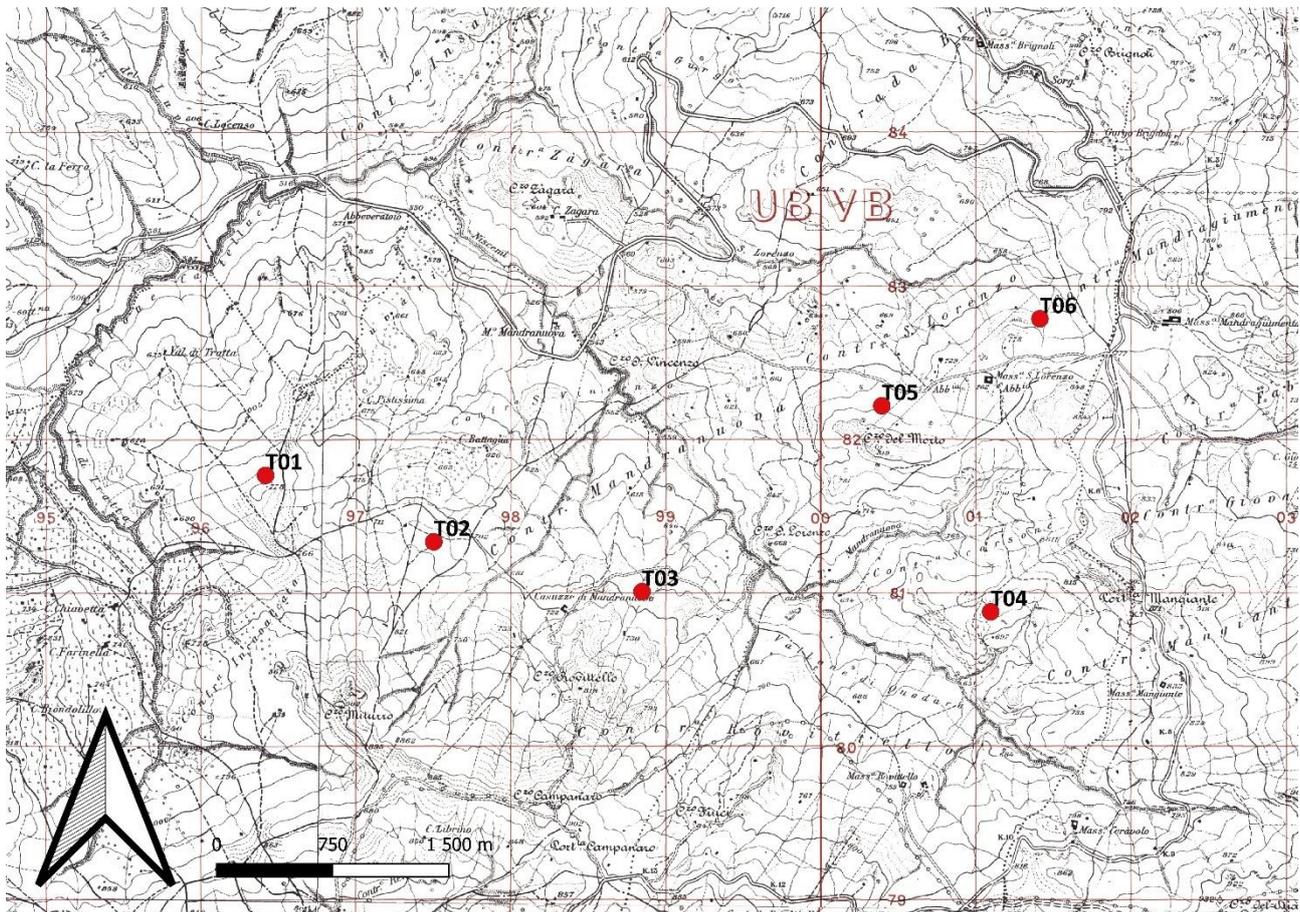


Figura 2: Inquadramento del layout di Valledolmo su cartografia IGM 1:25000

Id	Comune	Contrada	Riferimento catastale		UTM WGS F33 Nord	
			Foglio	Particella	Est [m]	Nord [m]
T01	Valledolmo	Mandranuova	3	213	396361	4181572
T02	Valledolmo	Mandranuova	6	5	397447	4181140
T03	Valledolmo	Mandranuova	6	58	398792	4180816
T04	Sclafani Bagni	S. Lorenzo	24	74	401022	4180777
T05	Sclafani Bagni	S. Lorenzo	23	416	400288	4182086
T06	Sclafani Bagni	Mangiante	23	4	401361	4182591

Tabella 1: Riferimento catastale e geografico della posizione degli aerogeneratori

3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto per la realizzazione dell'impianto eolico da 36 MW nei comuni di Valledolmo e Sclafani Bagni prevede di installare 6 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MW. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori verrà trasmessa a mezzo di un cavidotto interrato in media tensione (MT) a 30kV, il cui tracciato corre nei Comuni di Caltavuturo (PA), Polizzi Generosa (PA), Castellana Sicula (PA), fino ad una cabina di trasformazione 30/36 kV nel Comune di Villalba (CL). Conformemente a quanto indicato nella Soluzione tecnica minima generale di connessione - comunicata dalla società TERNA S.p.a. in data 23/12/2021 con nota prot. N. Rif. GRUPPO TERNA/P20210104747 cod. pratica 202101973, lo schema di connessione alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sul costruendo elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiaramonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta. Pertanto la cabina di trasformazione 30/36 kV verrà collocata nel Comune di Villalba (CL) in posizione limitrofa alla costruenda stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN cui verrà collegata in antenna mediante cavidotto interrato a 36 kV.

Nei pressi di ogni aerogeneratore sarà realizzata una piazzola opportunamente dimensionata, collegata alla viabilità pubblica per mezzo di strade carrabili con ampiezza di 5 m. Sono previsti inoltre adeguamenti stradali laddove le condizioni della viabilità esistente non permettano il trasporto di grandi componenti fino all'area di parco.

Il progetto oggetto di questo studio è frutto di scelte e considerazioni tecniche effettuate nel rispetto dei vincoli territoriali e del contesto insediativo circostante. L'impianto produrrà energia da fonte rinnovabile con lo scopo di aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento di energia e di diminuire la dipendenza da fonti fossili, contribuendo al raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali verso la transizione energetica.

4. OGGETTO E VALENZA DELL'INIZIATIVA

Il presente documento costituisce la relazione tecnica degli impianti elettrici del progetto definitivo, di un impianto eolico con potenza di picco pari a circa 36,0 [MW], avente un valore di potenza in immissione in rete massima di circa 36,0 [MW] (come da STMG).

Si evidenzia che la realizzazione del progetto consentirà di:

- produrre energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti;
- risparmiare combustibili fossili in misura significativa;
- adottare soluzioni di progettazione compatibili con le esigenze di tutela paesaggistico-ambientale;
- ottenere ricadute positive dal punto di vista socio-occupazionale.

5. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-13: Protezione contro i contatti elettrici-aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature;
- CEI 0-16: Regole tecnica di riferimento per la connessione degli utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 99-2: (Ex CEI 11-1) Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione;
- CEI 11-17 Impianti di produzione trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica-
Linee in cavo;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III cat.;
- CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1kV";
- CEI 13-45: Sistemi di misura dell'energia elettrica;

- CEI 14-13/14 Trasformatori trifase per distribuzione a raffreddamento naturale in olio, di potenza 50-2500 kVA;
- CEI 17-5: Apparecchiature in bassa tensione parte 2: interruttori automatici;
- CEI 17-11: Apparecchiature in bassa tensione parte 3: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra in BT;
- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1-30 kV;
- CEI 20-14: Cavi isolati in PVC per tensioni nominali da 1-3 kV;
- CEI 20-20: Guida per l'uso di cavi a BT;
- CEI 20-40: Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI 23-3-1 Interruttori automatici per la protezione da sovracorrenti e similari;
- CEI 23-46 Sistemi di canalizzazione per cavi – Sistemi di tubi;
- CEI 23-49 Involucri per apparecchi per installazioni fisse per uso domestico e similare. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucro destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile;
- CEI 23-80 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche;
- CEI 23-81 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI 32-1 Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua – parte 1 prescrizioni generali;
- CEI 32-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1.500V in corrente continua;
- CEI 106-11, “Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)
- CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- CEI 211-6, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 50 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”, prima edizione, 2001-01;
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche. Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;

- CEI EN 61000: Compatibilità elettromagnetica;
- CEI UNEL 35027 Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria e interrata;
- CEI EN 60076-11 “Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco”;
- CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60044-1: Trasformatori di corrente
- CEI EN 60044-2: Trasformatori di tensione induttivi;
- CEI EN 60044-5: Trasformatori di tensione capacitivi;
- CEI EN 60076-1/5: Trasformatori di potenza;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometro per reti a corrente alternata;
- CEI EN 60099-5 Scaricatori raccomandazione per la scelta e l’applicazione;
- CEI EN 60137: Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- CEI EN 60694: Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- CEI EN 60721-3-3/4: Classificazione delle condizioni ambientali;
- CEI EN 62040: Sistemi statici di continuità (UPS);
- CEI EN 61000: Compatibilità elettromagnetica;
- CEI EN 61400: Sistema di generazione a turbina eolica;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini; serie composta da:
 - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62271-100 Interruttori in c.a. in alta tensione;
- CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra in c.a. in alta tensione;

- CEI IEC 62271-200 Organi di manovra e apparecchiature di controllo in involucro metallico da 1 kV a 52 kV compreso;
- CEI EN 62271-106 interruttore di manovra-sezionatori;
- CEI EN 62271-103 sezionatori e sezionatori di terra;
- Guida Terna: Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa Terna;
- Doc. Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche (Prescrizioni tecniche per la connessione);
- Allegato A9, Rev. 00 al codice di rete TERNA;
- D.Lgs 387/2003;
- D.Lgs 28/2011;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 “Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque e agli impianti elettrici;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 luglio 2003, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità”;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, “Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi”;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 “Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio”;
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 “Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell’art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali”;
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988” Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne” e successive modifiche ed integrazioni;
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n.152 - “Norme in materia di difesa ambientale”;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 11633 del 07/01/1974 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”;
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 “Disposizioni in materia di risorse idriche”.

6. AEROGENERATORI

6.1. CRITERIO DI PROGETTAZIONE

Allo scopo di minimizzare le mutue interazioni tra gli aerogeneratori e garantire allo stesso tempo una buona produttività, le macchine sono state posizionate ad una distanza minima pari tre volte il diametro della circonferenza circonscritta dalla pale dell'aerogeneratore in direzione perpendicolare al vento. In generale la disposizione delle macchine sul terreno dipende, oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, dall'orografia del sito d'installazione, dall'esistenza o meno di viabilità o abitazioni, da zone vincolate o aree non idonee e da altri fattori legati all'impatto paesaggistico dell'impianto eolico sul territorio. In base a tali criteri è stato realizzato il layout definitivo, nel quale sono posizionati n.6 aerogeneratori, il tutto coerente con le norme vigenti e con le Linee Guida nazionali e regionali in tema di posizionamento degli aerogeneratori in aree idonee.

6.2. CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE

Il componente elettromeccanico fondamentale di un parco eolico è l'aerogeneratore, composto da:

- fondazione;
- torre di sostegno;
- navicella con organi di trasmissione, trasformazione e generazione;
- rotore con pale per lo sfruttamento del vento.

Il modello di aerogeneratore che verrà utilizzato, sarà selezionato sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. Il tipo e la taglia esatta saranno comunque individuati in seguito nella fase di acquisto della macchina e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva. Si riportano in figura 2 le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore tipo, con potenza nominale pari a 6,0 MW.

Potenza nominale	6,0 MW
Diametro del rotore	170 m
Lunghezza della pala	83 m
Corda massima della pala	4,5 m
Area spazzata	22.698 m
Altezza al mozzo	125 m
Classe di vento IEC	IIIA
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	10 m/s
V cut-out	25 m/s

Figura 3 – Caratteristiche elettriche della turbina

6.3. DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI COMPONENTI

Rotore e navicella

Il rotore è un sistema meccanico rotativo costituito da un mozzo a cui vengono collegate le 3 pale, montato sulla navicella della turbina. Lo scopo del rotore è quello di catturare l'energia del vento. La potenza in uscita dalla macchina è controllata dalla regolazione del passo e della coppia del generatore. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo opportuni valori di carico e livello di rumorosità. La navicella è una cabina in cui sono ubicati tutti i componenti dell'aerogeneratore. E' posizionata sulla cima della torre e può ruotare di 180° sul proprio asse, consentendo al rotore di allinearsi con la direzione del vento. La navicella sostiene il mozzo del rotore e contiene al proprio interno l'albero di trasmissione, il generatore elettrico, i sistemi di controllo ed ha anche il compito di proteggere l'apparato elettrico e meccanico dai fenomeni atmosferici e di ridurre la rumorosità in fase di esercizio. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento il più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento, e ciò viene garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, nel quale un sensore, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

Pale

Le pale sono costituite da materiali in fibra di vetro e carbonio poltruso. La forma e la dimensione della pala sono progettate per generare una quantità di energia elettrica elevata, proporzionale all'energia cinetica del vento che riescono a catturare, utilizzando un design che sfrutta l'effetto di portanza.

Gearbox

Il sistema gearbox della turbina contiene gli ingranaggi meccanici che incrementano la velocità di rotazione del rotore, collegato da una parte all'albero a bassa velocità di rotazione del rotore e dall'altra all'albero ad alta velocità del generatore.

Albero principale e cuscinetti

L'albero principale a bassa velocità, trasferisce la coppia del rotore al cambio e i momenti flettenti al telaio tramite dei cuscinetti di banco e gli alloggiamenti dei cuscinetti. L'albero è supportato da due cuscinetti a rulli conici, lubrificati a grasso.

Generatore

Il generatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. I giri al minuto dell'aerogeneratore, e quindi la frequenza dell'energia elettrica prodotta, sono molto variabili mantenendo tuttavia la frequenza di rete costante a 50 Hz. In tal modo il generatore è collegato ad un inverter prima di immettere l'energia in rete. Il generatore della turbina è del tipo trifase sincrono a magneti permanenti, collegato a un convertitore di frequenza PWM, con sistema di raffreddato ad aria.

Sistema di freno

Aerodinamico: per variazione dell'angolo del passo di ciascuna delle pale in modo indipendente;
Meccanico: Freno a disco con pinze idrauliche, per operazioni di manutenzione

Sistema di orientazione

Motore con sensore che determina la direzione del vento e con sistema automatico di sbrogliamento dei cavi elettrici.

Sistema di controllo

Controllo basato su microprocessore. Sistema di controllo a distanza.

Torre

Torre tubolare troncoconica con rifinitura superficiale di pittura a base di resina. Scala interna di sicurezza che arriva fino alla navicella, con o senza ascensore di servizio.

6.4. UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA

L'impianto eolico sarà dotato di una propria unità di controllo con funzionamento autonomo. Questa unità ha lo scopo di controllare e supervisionare il funzionamento degli aerogeneratori, attraverso i seguenti parametri:

- velocità e direzione del vento
- temperatura del generatore
- tensione generata
- potenza generata
- fattore di potenza

- gradiente di potenza

L'unità di controllo e di potenza controlla tutte le funzioni critiche dell'aerogeneratore, per ottimizzare costantemente il funzionamento medesimo su tutta la gamma di velocità del vento, e che si può riassumere come segue:

- Sincronizzazione della velocità di rotazione alla potenza nominale, prima della connessione alla rete
- Controllo della velocità
- La connessione alla rete si mantiene attiva anche durante brevi anomalie della rete elettrica, come cadute di tensione, attraverso una specifica unità di controllo
- Regolazione del fattore di potenza a 1, (nessuna potenza reattiva) o generazione di potenza reattiva da introdurre in rete a seconda delle caratteristiche della rete stessa
- Regolazione indipendente dell'angolo di passo di ciascuna delle pale per ottimizzare il funzionamento dell'aerogeneratore conseguendo:
 - o Aggiustamento ottimale della potenza nominale di max 2000 kW
 - o Connessione più sicura del generatore
 - o Avviamento senza consumo di energia
 - o Minori carichi sulla struttura
 - o Arresto del generatore senza utilizzazione del freno meccanico
 - o Ottimizzazione della produzione per qualsiasi condizione di vento
 - o Vita utile attesa di 25 anni
 - o Orientazione automatica in funzione della direzione del vento
 - o Arresto della turbina quando si presenta qualsiasi inconveniente

Tutti gli aerogeneratori del parco saranno collegati attraverso un anello di cavo in fibra ottica costituita da un minimo di 24 fibre ottiche ed avrà un rinforzo centrale in fibra di vetro, gel antiumidità e una doppia spira di protezione. Il cavo sarà posato in un tubo che correrà a fianco ai cavi di potenza nel cavidotto in MT.

6.5. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'aerogeneratore possiede un sistema di protezione integrato contro le scariche elettriche: sulla gondola mediante profilo metallico e con recettori sulla parte superiore così come sulle pale, seguito da un adeguato circuito di messa a terra.

6.6. RETE DI TERRA

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- Anello di rame posato attorno a ciascun aerogeneratore;
- Corda di rame di collegamento tra ciascun anello e la terra del cavidotto in MT (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza);

La rete sarà formata da un conduttore nudo in rame di sezione maggiore della sezione minima del conduttore in MT a cui è collegato.

7. CAVI INTERRATI IN MEDIA TENSIONE

La tensione nominale di esercizio dell'impianto è di 30 kV. Il valore di corrente in uscita da ciascun aerogeneratore avente una potenza di 6,0 MW è pari a circa 128,3 A e calcolato attraverso la seguente formula:

$$I(A) = \frac{P(kW)}{\sqrt{3} \cdot V_n(kV) \cdot \cos(\varphi)}$$

dove:

- P, è la potenza nominale dell'aerogeneratore;
- V_n , è la tensione di esercizio;
- $\cos(\varphi)$, è il fattore di potenza, scelto pari a 0,9.

La corrente totale, relativa alla potenza di 36,0 MW del parco eolico che percorre il cavidotto di connessione con i quadri in ingresso in MT della stazione utente di trasformazione, assumerà un valore di circa 770,0 A.

Tutti i collegamenti elettrici in MT avverranno in cavidotti interrati e per il dimensionamento dei cavi è previsto il posizionamento nello scavo ad una profondità minima di 1,2 m dal livello di superficie.

7.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI IN MT

Gli aerogeneratori del parco eolico saranno suddivisi in n.3 gruppi in ciascuno dei quali le macchine verranno collegate tra di loro mediante cavidotti in MT interrati a 30 kV ed infine, direttamente alla

SU. I cavi MT per posa interrata si possono suddividere in tre categorie: unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

I cavi in MT cui si prevede l'uso nell'impianto sono del tipo:

- ARP1H5(AR)EX, cordati tripolari ad elica visibile per sezioni calcolate comprese tra 240 fino a 300 mmq, direttamente interrati nello scavo con protezione meccanica in materiale polimerico (air bag);
- ARP1H5(AR)E unipolari e disposti a trifoglio, aventi sezione nominale pari a 500 mmq e 630 mmq, del tipo air bag;

il cui dimensionamento è riportato in dettaglio nell'allegato "Relazione Calcoli Elettrici".

Di seguito le caratteristiche costruttive e tecniche delle due tipologie di cavo adottate nella progettazione:

Cavo ARP1H5(AR)EX:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION ARP1H5(AR)EX P-Laser AIR BAG™ CABLE SYSTEM	
Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV Triplex 12/20 kV and 18/30 kV	
Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2	Standard HD 620/IEC 60502-2
Descrizione del cavo Anima Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio Semiconduttivo interno Miscela estrusa Isolante Miscela in elastomero termoplastico (qualità HPTE) Semiconduttivo esterno Miscela estrusa Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroespandente Schermatura Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km) Protezione meccanica Materiale Polimerico (Air Bag) Guaina Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)	Cable design Core Compact stranded aluminium conductor Inner semi-conducting layer Extruded compound Insulation Thermoplastic elastomer compound (type HPTE) Outer semi-conducting layer Extruded compound Protective layer Semiconductive watertight tape Screen Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km) Mechanical protection Polymeric material (Air Bag) Sheath Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Figura 4 – Sezione tipo del cavo MT – 30 kV – ARE4H5(AR)E

Cavo ARP1H5(AR)E:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION	
<p>ARP1H5(AR)E <i>P-Laser</i> AIR BAG™ CABLE SYSTEM</p> 	
<p>Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV Single core 12/20 kV and 18/30 kV</p>	
<p>Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Descrizione del cavo</p> <p>Anima Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio</p> <p>Semiconduttivo interno Mescola estrusa</p> <p>Isolante Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)</p> <p>Semiconduttivo esterno Mescola estrusa</p> <p>Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroespandente</p> <p>Schermatura Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)</p> <p>Protezione meccanica Materiale Polimerico (Air Bag)</p> <p>Guaina Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)</p>	<p>Standard HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Cable design</p> <p>Core Compact stranded aluminium conductor</p> <p>Inner semi-conducting layer Extruded compound</p> <p>Insulation Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)</p> <p>Outer semi-conducting layer Extruded compound</p> <p>Protective layer Semiconductive watertight tape</p> <p>Screen Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)</p> <p>Mechanical protection Polymeric material (Air Bag)</p> <p>Sheath Polyethylene: red colour (DMP 2 type)</p>

Figura 5 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV - ARE4H5(AR)E

Questi tipi di cavi possiedono un sistema di protezione situato al di sotto della guaina esterna, che garantisce una elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Questo sistema "air-bag" fa sì che il cavo possa essere posato direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica esterna.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi elettrici. Tale sostituzione avverrà con componenti di prestazioni paragonabili o migliori.

7.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN MT

Per il calcolo della sezione dei cavi bisogna tener conto sia delle perdite di potenza che delle cadute di tensione sulle linee elettriche dell'impianto, per i seguenti collegamenti tra:

- gli aerogeneratori appartenenti allo stesso gruppo
- l'ultimo aerogeneratore del gruppo con la SU

La sezione dei cavi di ciascun collegamento di linea sarà determinata in modo da minimizzare le perdite di potenza per effetto joule ed essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione di tutti gli aerogeneratori. Bisogna fare in modo cioè, che il sistema eolico abbia un rendimento massimo e che la temperatura del conduttore del cavo in esame non superi

mai una soglia limite, garantendo altresì il giusto valore di tensione per tutti i dispositivi dell'impianto, fino al punto di consegna dell'energia elettrica.

Si possono utilizzare due metodi di calcolo per la scelta della sezioni dei cavi (descritti in dettaglio nell' allegato "Relazione calcoli elettrici") e, una volta determinata la sezione commerciale del cavo, si effettua poi una verifica utilizzando l'altro metodo di calcolo. I metodi sono i seguenti:

- Metodo della massima caduta di tensione (c.d.t.) ammissibile
- Metodo del bilancio termico

Inoltre, sulla rete elettrica precedentemente modellata con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti, bisogna tener conto del corto circuito, seguendo le indicazioni contenute nella norma IEC 60909 (equivalente alla norma CEI 11-25), verificando se tutti i cavi precedentemente scelti, sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si maggora la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

Nella tabella riassuntiva seguente sono rappresentate le varie sezioni dei cavi scelti nel progetto con le rispettive lunghezze di connessione.

Collegamenti	Tipologia di cavo MT - 30 kV	Lunghezza cavi [m]
Turbina T01 - Turbina T02	3x240	1890
Turbina T04 - Turbina T03	3x300	4970
Turbina T06 - Turbina T05	3x240	1920
Turbina T02 - SU	3x(1x630)	20220
Turbina T03 - SU	3x(1x630)	18210
Turbina T05 - SU	3x(1x630)	20510

Tabella 2 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.

Di seguito, una tabella riepilogativa con le lunghezze dei cavi in MT in funzione della tipologia del cavo scelto.

CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE - ARP1H5(AR)EX	
Sezione cavo [mmq]	Lunghezza cavo [m]
3x240	3810
3x300	4970

CAVO UNIPOLARE - ARP1H5(AR)E	
Sezione cavo [mmq]	Lunghezza terna di cavi [m]
3x(1x630)	58940

Tabella 3 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.

7.3. TIPOLOGIA DI POSA DEI CAVI IN MT

Per le connessioni elettriche in MT precedentemente descritte, queste avvengono in cavidotti interrati posati in trincea a sezione rettangolare secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17, le quali indicano che la protezione meccanica può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso specifico di posa dei cavi in trincea a cielo aperto, non è previsto l’inserimento di una protezione meccanica in quanto il cavo utilizzato può essere installato direttamente nello scavo. Qualore si volesse aggiungere un’ulteriore protezione meccanica, si può disporre un apposito tegolino sopra i cavi o un tubo in PVC di opportuno diametro. Infine, è comunque prevista la giusta apposizione di un nastro di segnalazione ad almeno 20 cm rispetto al cavo stesso.

Per maggiori approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici d’inquadramento ed alle relative relazioni tecniche allegate al progetto. Il tracciato dei cavidotti interni ed esterni al parco eolico, riportati negli elaborati cartografici allegati, si sviluppano sia su strade pubbliche che terreni privati.

Tutti i cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,20 m dal piano di campagna, all’interno di uno strato di materiale sabbioso, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento ‘mortar’, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo della trincea, a distanza minima di 20 cm dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche per trasmissione dati. Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con nastro monitor per indicare la presenza negli eventuali scavi e con l’infissione periodica (ogni 50-100 metri circa) di cartelli metallici, esternamente lungo il percorso del cavidotto, indicanti l’esistenza dei cavi in MT. Tali cartelli potranno essere eventualmente sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio).

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. La posa dei conduttori si articolerà essenzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità indicata nel documento di progetto allegato;

- posa dei conduttori, fibre ottiche e rete di terra. Ciascuno scavo dovrà contenere una corda di rame nuda collegata a ciascun anello di torre presente nella centrale eolica e cavi in fibra ottica, opportunamente posizionati e distanziati dai cavi di potenza. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto, infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- reinterro con terreno di scavo;
- inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Le larghezze minime delle sezioni di scavo riferite al seguente progetto avranno le dimensioni riportate nel seguito:

- 50 cm nel caso di posa di n.1 e n.2 terne;
- 70 cm nel caso di posa di n.3 terne;

Qualora si volessero disporre i cavi su più strati sarà necessario realizzare uno scavo di profondità minima pari a 1,50 m, riducendone la larghezza a parità di cavi disposti orizzontalmente. La posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- *Tracciato delle linee:* il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire il più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.
- *Posa diretta in trincea:* la posa del cavo può essere effettuata secondo i due metodi seguenti:
 - A bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura. La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
 - A bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.
- *Temperatura di posa:* per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.

- *Sforzi di tiro per la posa:* le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.4 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio, lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore a 50 N/mm², dunque pari a 27750 N, ad esempio per un conduttore 3x1x185 mm². Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un organo idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. In definitiva per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.
- *Raggi di curvatura:* l'articolo 4.3.3 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D=diametro esterno del cavo, il valore minimo del raggio di curvatura misurato sulla generatrice interna dei cavi da rispettare nella posa, è pari a 14 volte il diametro del cavo (D). Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro.
- *Messa a terra degli schermi metallici:* lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea.

La tipologia di posa dei cavi dovrà essere curata in modo che possa essere assicurata una netta separazione tra i cavi di potenza e quelli dedicati alla trasmissione di segnali e comandi. Prima della messa in servizio dovranno essere eseguite le prove di isolamento prescritte dalla Norma CEI 11-7. Nella progettazione del parco eolico sono stati definiti sia i percorsi dei cavidotti di collegamento tra le turbine, tra queste e la SU, tra la SU e la SE della RTN e sia le tipologie di scavo adatte ad ospitare tali cavi. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Al fine di facilitare la posa dei cavi di potenza, nei tratti rettilinei si installeranno alcuni pozzetti ispezionabili, ad una distanza di circa 200-300 m. Questa distanza potrebbe variare ragionevolmente, in funzione delle derivazioni e dei cambiamenti di direzione. Le dimensioni di questi pozzetti dipenderanno dal numero dei cavi nello scavo e saranno progettati per garantire il corretto abbinamento del riquadro e nel chiusino. La profondità del singolo pozzetto sarà di almeno 120 cm, e le dimensioni interne minime saranno di 70x70 cm.

Nella tavola SRG-VLL-IE.07 è visibile il percorso dei cavidotti ed il numero di cavi per ogni scavo dell'impianto mentre nella figura seguente è riportata la sezione tipo dello scavo in MT contenente n.3 terne di cavi unipolari aventi sezione pari a 630 mmq, per le tre tipologie di percorso possibili:

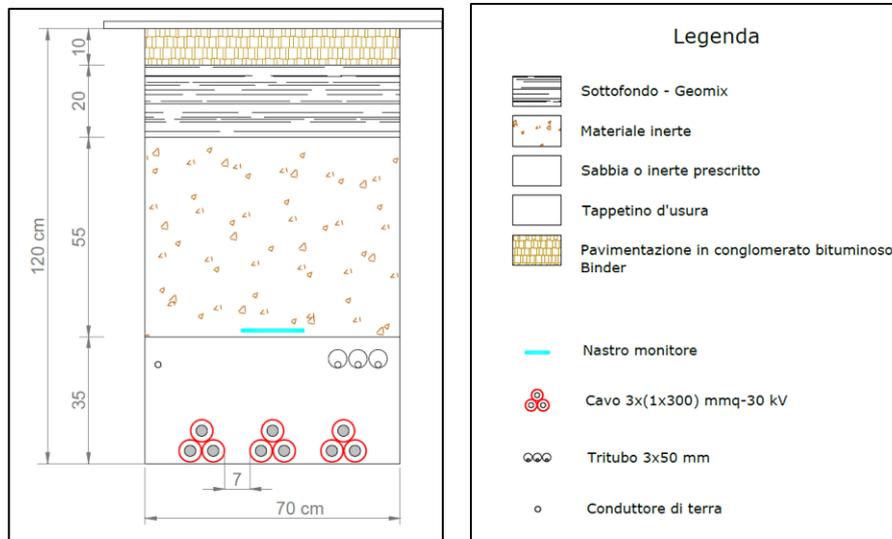


Figura 6 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada asfaltata

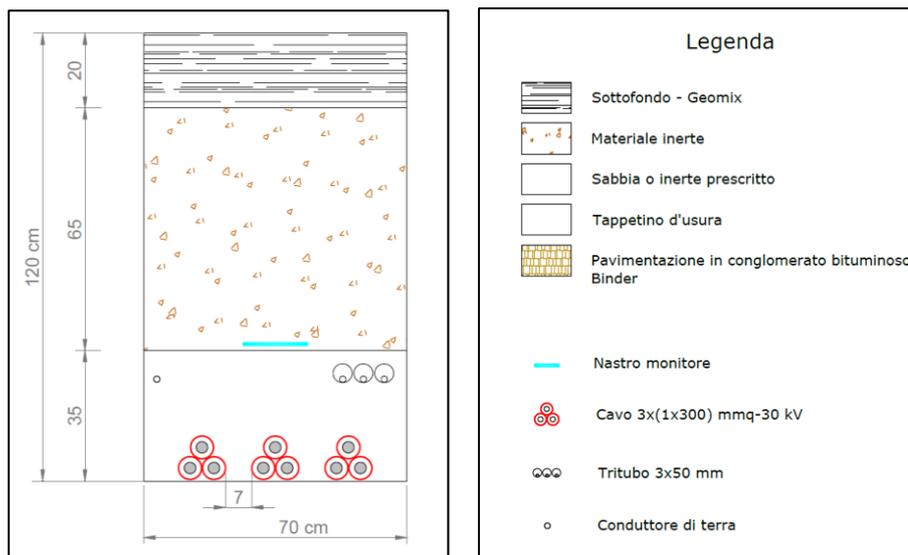


Figura 7 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su strada sterrata

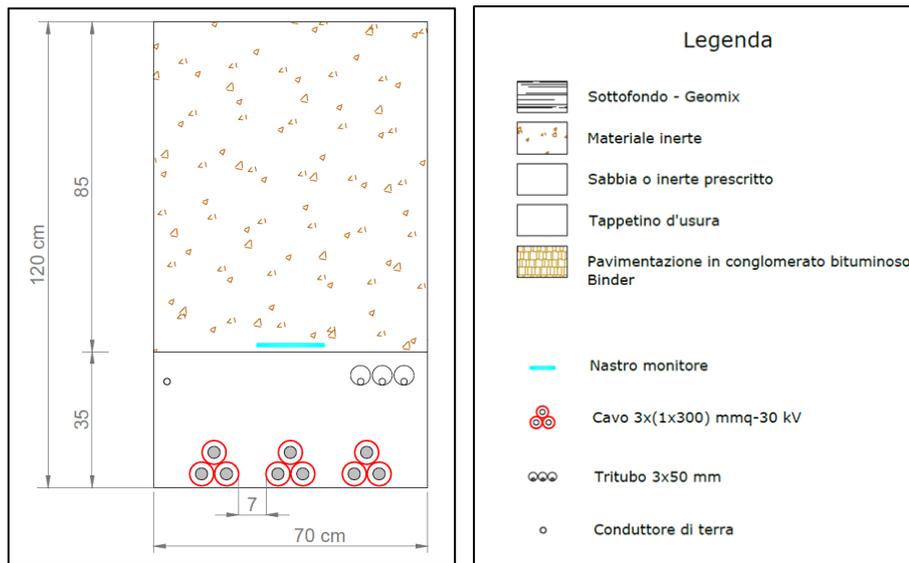


Figura 8 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.3 terne di cavi su terreno

Di seguito è riportata una tabella riepilogativa con le dimensioni degli scavi in MT interni ed esterni al parco eolico, in relazione al numero ed alle dimensioni dei cavi in esso alloggiati. Le lettere nella colonna “Collegamenti” fanno riferimento ai punti d’incrocio stradali su cui passano i cavidotti e sono ben rappresentati nella tavola allegata SRG-VLL-IE.07

Collegamenti	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	Volume [mc]	N° cavi per scavo
T01-A	1570	0,5	1,2	942	1
A-T02	300	0,5	1,2	180	2
A-B	1860	0,5	1,2	1116	1
B-T03	150	0,5	1,2	90	2
B-C	1050	0,7	1,2	882	3
C-D	2350	0,5	1,2	1410	2
D-T04	1400	0,5	1,2	840	1
D-E	650	0,5	1,2	390	1
E-T05	500	0,5	1,2	300	2
E-T06	1400	0,5	1,2	840	1
C-SU	17000	0,7	1,2	14280	3
TOTALE SCAVI:	28230			21270	

Tabella 4: Dimensione degli scavi del parco eolico

7.4. GIUNZIONI E TERMINAZIONI DEI CAVI MT

- GIUNZIONI:

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce “giunzione” una connessione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti e dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

- TERMINAZIONI:

Tutti i cavi MT posati negli scavi dovranno essere terminati da entrambe le estremità. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono “terminazioni” e “attestazioni” la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare: appaltatore, esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T). La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio, di tipo unipolare, schermati e armati. Oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

7.5. SEGNALAZIONE PRESENZA DI CAVI

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, un nastro di segnalazione in polietilene. Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica. Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete MT. Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17. La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danni agli stessi. Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi. In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo, essa sarà di 1,2 metri per ciascuna tipologia di cavo.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

7.6. INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI TIPICI

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. Lungo i tracciati dei cavidotti interni ed esterni al parco eolico, si incontreranno dei corsi d'acqua o fossi e dei metanodotti. Nel caso dei corsi d'acqua, l'attraversamento del cavidotto potrà avvenire in due modi: o posando il cavidotto entro una canalina metallata agganciata meccanicamente ad uno dei lati del ponte, oppure in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua), eseguito con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Tale tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, lasciando del tutto inalterate sia le sponde che il fondo dell'alveo. Per la realizzazione della T.O.C. dovranno in particolar modo essere seguite le indicazioni delle Province di Palermo e Caltanissetta, per l'attraversamento in sub alveo dei corsi d'acqua demaniali. Tutti gli attraversamenti saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse, per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino. Le quote di interrimento del cavidotto saranno raccordate nei tratti in prossimità delle sponde, per garantire la giusta immersione del cavidotto al di sotto del fondo dell'alveo.

La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà superiore a 2 m. Con tali soluzioni si evita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni caso sarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsi d'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico.

Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tutela delle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Con la stessa tecnica precedentemente descritta, potrà essere realizzato qualsiasi tipo di attraversamento di sedi stradali o autostradali intercettati dai percorsi dei cavidotti. Nella figura 8 successiva è riportata la soluzione tipo T.O.C. per la realizzazione degli attraversamenti dei corsi d'acqua. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata nei singoli casi, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione.

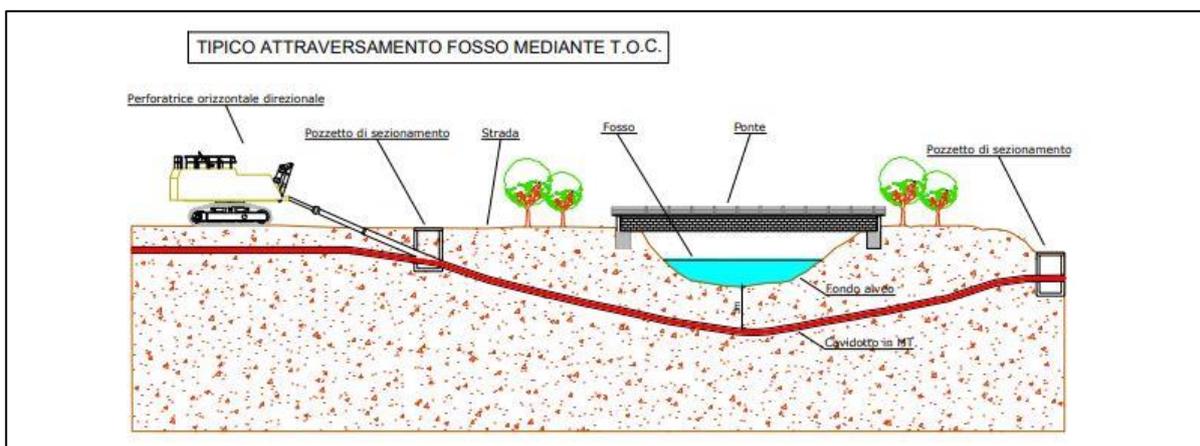


Figura 9: Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi

8. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI

- INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, saranno osservate le seguenti prescrizioni:

- il cavo di energia deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 30 cm;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con uno dei dispositivi, qualora la distanza tra i cavi sia inferiore di 30 cm.

Detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo dove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima della linea precedente, sarà applicata su entrambi i cavi la protezione suddetta. Quando almeno uno dei cavi sarà posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione verranno, di regola, posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per es. di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

- *COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAZIONE*

I circuiti di comando e segnalamento potrebbero essere oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia accoppiati con i circuiti di comando e segnalamento stessi. Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze elettromagnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni contenute nelle norme CEI 304; per le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

- *COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI, SERBATOI METALLICI E GASDOTTI*

I cavidotti nei loro percorsi incroceranno n.7 metanodotti. Gli incroci fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non dovrà effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazione metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,5 m. Tale distanza sarà ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Per quanto riguarda i parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le strutture elementari separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non saranno mai disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni per altro uso. Tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purchè il cavo di energia e le tubazioni non saranno posti a diretto contatto fra loro.

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8". Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali, le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto D.M. 24.11.1984, saranno definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto. Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

9. CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente progetto (SRG-VLL-RIE) per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT ed AT. A titolo riassuntivo, tale studio ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana dovuti alla tipologia di posa dei cavi utilizzati, alla posizione dei cavidotti interrati e ai valori di corrente che li percorrono. I ricettori sensibili che i cavidotti incontrano durante i loro percorsi infatti, sono esterni dalle fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa risulta inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge. Si ricorda che il valore del campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

10. FIBRA OTTICA

Sarà previsto un collegamento in cavo fibra ottica tra le turbine e la SU, alloggiato nello stesso scavo del cavidotto in MT. Le caratteristiche dei collegamenti in fibra ottica devono rispondere ai seguenti criteri per le linee interrate:

- utilizzo di cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alle caratteristiche previste dalla norma ITU-T/G.652, tabella di unificazione E-Distribuzione DCFO02 (sigla TOS4 24 4(6SMR) T/EKE avente matricola E-DISTRIBUZIONE 359051 e unificazione DC4677) e comprensiva di certificati di collaudo. Il cavo in fibra ottica deve essere posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD (generalmente con \varnothing 50 mm, Tabella E-Distribuzione DY FO 03) e, dove necessario, di pozzetti in cls per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo. Le giunzioni interrate sul cavo in fibra ottica devono essere conformi alla specifica DM3301.

Agli estremi dei collegamenti, le singole fibre costituenti i cavi di connessione ottica saranno attestate mediante idonei connettori in mini-armadi di terminazione da parete aventi grado di

protezione minimo IP55 e dimensioni LxHxD rispettivamente non superiori a 230x400x130 mm. I connettori da utilizzare per collegare le singole fibre ottiche ad apparati di trasmissione o di misura dovranno essere di tipo SC-PC (DM-3300).

11. RUMORE

Le linee in cavo interrato non costituiscono sorgente di rumore.

12. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo. Sui fondi di terreno privati interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2,5 m a destra e a sinistra dell'asse del cavidotto, coerente con le specifiche della tabella seguente "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione", che prescrivono una fascia di asservimento minima di 2 m per lato.

Tipo di linea	Natura conduttore	Sezione o diametro	Palificazione	Armamento	Lunghezza campata ricorrente (1)	Larghezza fascia (2)
BT	Cavo interrato	qualsiasi				3 m
MT	cavo aereo	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	4 m
	Cavo interrato	qualsiasi				4 m
	rame nudo	25/35 mm ²	qualsiasi	qualsiasi	160 m	11 m
	rame nudo	70 mm ²	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Al- Acc. Lega di Al	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	250 m	19 m
AT fino a 150 kV	All-Acc	$\Phi = 22,8$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	400 m	27 m
			tralicci doppia terna	sospeso	400 m	28 m
	All-Acc	$\Phi = 31,5$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	350 m	29 m
			tralicci doppia terna	sospeso	350 m	30 m
	Cavo interrato	qualsiasi				5 m

Tabella 5: Fasce di asservimento per tipologia di cavidotto in MT

Nella tavola relativa alla planimetria catastale, viene riportato l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate, sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (e aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'elenco allegato, come desunti dal catasto.

13. CAVIDOTTO IN AT A 36 KV

La connessione con la SE di Terna avverrà mediante cavidotto interrato alla tensione nominale di 36 kV. La connessione tra la Stazione utente di trasformazione 30/36 kV e la Stazione RTN sarà realizzato tramite cavidotto interrato, con n.2 cavi aventi una sezione nominale pari a 400 mmq ciascuno, alla tensione nominale di 36 kV.

13.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO AT

Il cavo che si prevede di utilizzare per la connessione della stazione utente di trasformazione allo stallo nella SE è del tipo ARE4H5EE (o similari) unipolare, conforme alle specifiche IEC e CENELEC, i cui due cavi aventi ciascuno una sezione di 400 mmq, verranno posati in orizzontale nello scavo, direttamente senza protezione meccanica aggiuntiva ed opportunamente distanziati tra di loro. Ciascun cavo d'energia sarà formato da:

- un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa calcolata pari a 400 mmq, classe 2 acc. secondo IEC 60228;
- schermo semiconduttivo estruso sul conduttore;
- isolamento in polietilene reticolato (XLPE);
- schermo semiconduttivo sull'isolamento;
- nastri in materiale igroespandente;
- schermo metallico in alluminio;
- foglio metallico in alluminio o rame;
- doppia guaina in polietilene con grafitatura esterna (PE).

Dal punto di vista costruttivo tale conduttore in alluminio è generalmente tamponato per evitare la accidentale propagazione longitudinale dell'acqua. Sopra il conduttore viene applicato prima uno strato semiconduttivo estruso, poi l'isolamento XLPE e successivamente un nuovo semiconduttivo estruso; su quest'ultimo viene avvolto un nastro semiconduttivo igroespandente, anche in questo caso per evitare la propagazione longitudinale dell'acqua. Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare. Sopra lo schermo di alluminio viene applicata la guaina aderente di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la protezione esterna meccanica. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

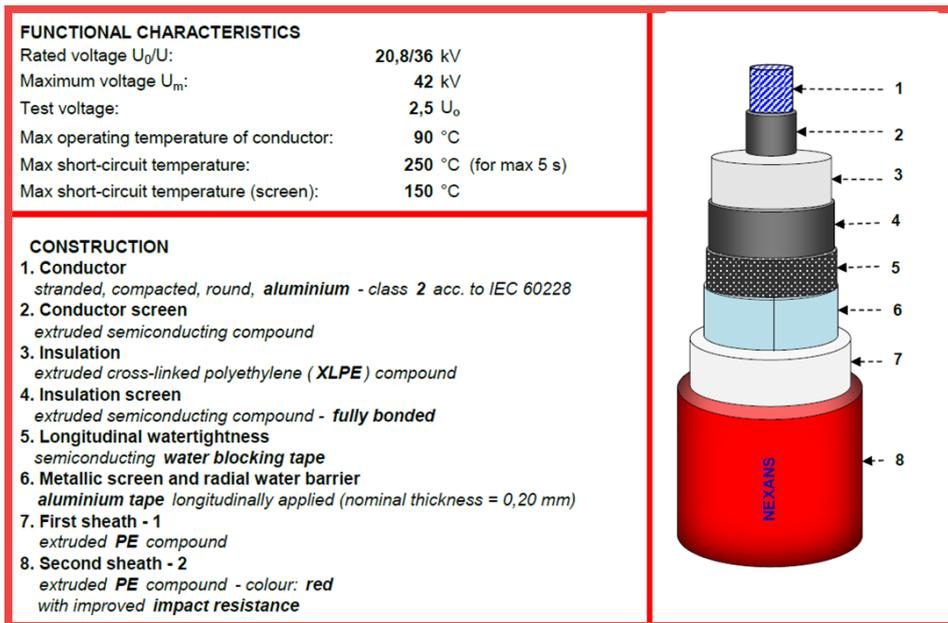


Figura 10 –Caratteristiche tecniche del cavo in AT a 36 kV

13.2. DIMENSIONAMENTO DEL CAVO AT

Conoscendo il valore della potenza dell’impianto eolico, pari a circa 36.000,0 kW, la corrente d’impiego calcolata assume un valore di circa 641,5 A ($\cos\phi=0,9$; $V=36$ kV) avendo assunto:

- i cavi interrati ad una profondità minima di 1,2 m dalla superficie del terreno;
- un valore di resistenza termica del terreno pari ad 1 km/W;
- la temperatura di 20 °C;
- posa delle terne a trifoglio, protetti o meno con tubo e distanziati di 25 cm;

Si possono scegliere n.2 cavi aventi una sezione calcolata pari a 400 mmq ed un valore della portata è pari a 478 A (totale 956 A). Si riportano di seguito le specifiche elettriche e tecniche del cavo scelto in AT:

ARE4H5EE 20,8/36kV 1x... SK2														
Type n° x mm ²	Conductor diameter nominal mm	Insulation thickness min. mm	Insulation diameter nominal mm	Sheaths thickness nominal mm	Cable diameter approx mm	Cable weight indicative kg/km	Electrical resistance of conductor		X at 50 Hz Ω/km	C μF/km	Current capacity		Short circuit current	
							at 20 °C - d.c. max Ω/km	at 90 °C - a.c. Ω/km			in ground at 20 °C A	in free air at 30 °C A	conductor Tmax 250°C kA x 1,0 s	screen Tmax 150°C kA x 0,5 s
1x95	11,5	8,1	29,5	2,0+2,0	42,5	1.400	0,320	0,411	0,138	0,168	223	290	9,0	2,1
1x120	13,1	7,9	30,7	2,0+2,0	43,8	1.520	0,253	0,325	0,132	0,185	253	334	11,3	2,2
1x150	14,3	7,6	31,3	2,0+2,0	44,4	1.600	0,206	0,265	0,127	0,201	282	377	14,2	2,2
1x185	16,0	7,4	32,6	2,0+2,0	45,8	1.740	0,1640	0,211	0,122	0,221	320	432	17,5	2,3
1x240	18,5	7,1	34,5	2,0+2,0	47,8	1.960	0,1250	0,161	0,116	0,252	370	510	22,7	2,3
1x300	20,7	6,8	36,1	2,0+2,0	49,5	2.160	0,1000	0,129	0,111	0,283	417	584	28,3	2,4
1x400	23,5	6,9	39,1	2,0+2,0	52,6	2.510	0,0778	0,101	0,107	0,308	478	681	37,8	2,6
1x500	26,5	7,0	42,6	2,0+2,0	56,3	2.960	0,0605	0,079	0,104	0,337	545	792	47,2	2,9
1x630	30,0	7,1	46,3	2,0+2,0	60,2	3.510	0,0469	0,063	0,100	0,367	620	920	59,5	3,0
1x800	34,2	7,2	50,7	2,0+2,0	64,8	4.220	0,0367	0,050	0,096	0,402	700	1061	75,6	3,3

Figura 11 – Specifiche tecniche del cavo in AT a 36 kV

13.3. MODALITA' DI POSA DEL CAVO AT

Il cavo sarà interrato ed installato normalmente in una trincea della profondità minima di 1,2 m, come indicato nella Norma CEI 11-17 2.3.1, con disposizione delle fasi a trifoglio sullo stesso piano e distanziate tra di loro di 25 cm. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. Qualora ci siano degli attraversamenti delle opere interferenti, saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scolarari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling. Infine, poiché l'installazione della SU sarà adiacente alla SE, al fine di migliorare l'affidabilità della connessione, in questa fase di progettazione non si prevede l'installazione di giunti.

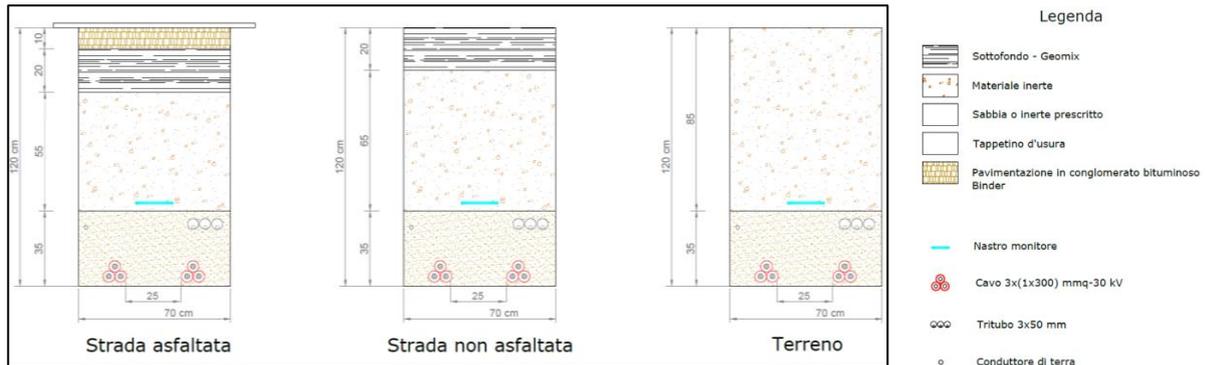


Figura 12 – Sezioni tipiche di scavo e di posa per il cavo in AT a 36 kV-legenda

13.4. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE

Il sistema di telecomunicazioni per la trasmissione dati tra le stazioni elettriche per:

- ✓ le telemisure e telesegnali da scambiare con Terna;
- ✓ lo scambio dei segnali associati alla regolazione della tensione;
- ✓ i segnali di telescatto associati al sistema di protezione dei reattori shunt di linea;
- ✓ le eventuali segnali logici e/o analogici richiesti dai sistemi di protezione;
- ✓ i segnali per il sistema di Difesa.

sarà realizzato mediante un cavo con 24 o 48 fibre ottiche. Nella figura 18 seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni

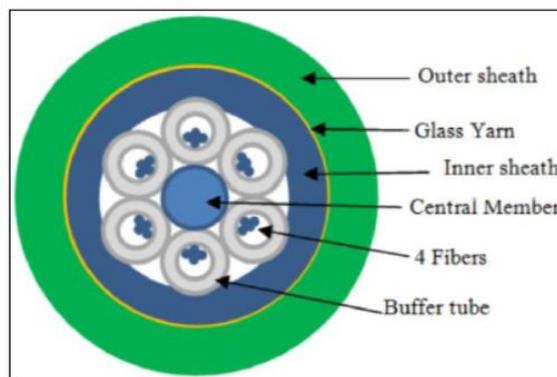


Figura 13 – Caratteristiche del cavo in F.O.

13.5. CAMPI ELETTROMAGNETICI DEL CAVO AT

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Relazione campi elettrici e magnetici".

13.6. RUMORE DEL CAVO AT

Le linee in cavo interrato non costituiscono sorgente di rumore.

14. STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT – 30/36 KV (SU)

Verrà realizzata una nuova stazione utente di trasformazione MT/AT 30/36 kV, delle dimensioni di circa 30x30 mq, su un terreno adiacente alla nuova Stazione di trasformazione della RTN, alla quale saranno collegati i cavi in MT provenienti dal parco eolico e che verrà collegata in antenna alla nuova stazione SE della RTN.

14.1. CONNESSIONE ALLA RETE DELLA RTN DI TERNA SPA

La nuova stazione utente SU sarà ubicata nel Comune di Villalba in Provincia di Caltanissetta, su terreno prevalentemente pianeggiante ed adiacente la nuova SE della RTN. In particolare la SU interesserà un'area totale di circa 900 mq.

La posizione è stata individuata tenendo conto delle esigenze tecniche, economiche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza delle connessioni con la Stazione SE, le quali saranno realizzate mediante cavo interrato in AT a 36 kV. Nella tavola allegata SRG-VLL-IE.05 è riportata sia la planimetria elettromeccanica della SU, mentre nelle tavole SRG-VLL-IE.04 e SRG-VLL-IE.02 la pianta e prospetti dell'edificio quadri utente e lo schema elettrico unifilare di connessione alla RTN.

14.2. OPERE CIVILI

La stazione utente SU, è composta da un' area recintata di dimensioni pari a circa 30x30 mq, con pavimentazione in cemento, dalla quale si avrà accesso mediante un cancello scorrevole di larghezza pari a 6 m, dalla Strada Statale 121. All'interno verranno posizionati un edificio o cabina utente ed un trasformatore MT/AT.

L'edificio utente, avente una superficie di circa 216 mq, e la cubatura riferita al piano piazzale è circa 648 mc sarà suddiviso nei seguenti locali:

- locale quadri MT e AT, 36 e 40,5 kV
- locale trafo aux da 50/100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari
- Locale Quadri BT, servizi e telecomunicazioni
- Locale servizi igienici
- locale per le misure fiscali con ingresso sia dall'interno della stazione che dall'esterno posto sulla recinzione.

Nei quadri in MT a 30 kV della SU, verranno convogliate le n.3 terne di cavi provenienti dal parco eolico, aventi ciascuno una sezione di 630 mmq. L'uscita, composta da n.2 terne di cavi di sezione pari a 500 mmq, sarà collegata al primario del trasformatore 36/30 kV il quale, sarà a sua volta connesso al quadro AT a 36 kV. Da quest'ultimo quadro di protezione, usciranno n.2 cavi di sezione pari a 400 mmq che si collegheranno ai quadri elettrici della stazione RTN.

Il trasformatore trifase in olio per la trasformazione da media ad alta tensione, avrà una potenza nominale pari a circa 30/45 MVA (ONAN/ONAF), con tensione primaria 36 kV e secondaria 30 kV, e

sarà costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità.

L'illuminazione esterna della stazione SU sarà realizzata con n. 4 proiettori montati su pali in fibra di vetro di altezza pari ad almeno 10 metri, aventi grado di protezione IP65, con lampade a ioduri metallici 400 W, per ottenere almeno un valore medio di illuminamento in prossimità delle apparecchiature di manovra di 30 Lux

Nella stazione di trasformazione utente è prevista la realizzazione di un sistema per lo spegnimento di incendi del trasformatore, conforme alle norme UNI EN 12845, UNI 10779 e UNI 11292, comprensivo di:

- serbatoio di accumulo dell'acqua, con capacità utile di almeno 24 m.c.;
- vano servizi-locale tecnico;
- gruppo di pompaggio o pressurizzazione.

Per quanto previsto dal Codice di Rete (Piano di difesa del sistema elettrico) sarà installata l'Unità Periferica del sistema di Distacco e Monitoraggio (UPDM) destinata ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure, così come richiesti dal Centro Remoto di Telecontrollo (CRT) di Terna. Inoltre, sarà previsto un sistema di automazione, telecontrollo e teleconduzione della stazione SE per la gestione in remoto.

All'interno del locale misure deve essere installato in un apposito pannello a parete in poliestere, un dispositivo di misura per la misura fiscale e commerciale dell'energia elettrica prodotta e/o assorbita dall'impianto di produzione nel punto di scambio AT.

A seguito di guasti che potrebbero sopraggiungere sulla rete elettrica, verrà realizzato un' impianto di terra che dovrà:

- evitare danni a componenti elettrici;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra;
- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili.

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec.

Dal valore delle correnti di guasto a terra, della durata del guasto e da misure della resistività del terreno, sarà possibile verificare la rispondenza dell'impianto di terra alla normativa vigente. Pertanto, la progettazione esecutiva dell'impianto di terra sarà eseguita secondo i dati delle correnti di guasto che Terna metterà a disposizione e da misure della resistività del terreno.

15. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno secondo la normativa vigente in materia, di cui al Testo Unico Sicurezza del D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 e sue modifiche e integrazioni. Pertanto, ai sensi della predetta

normativa, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici.