

# RINNOVABILI SUD DUE S.R.L.

## PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO DI POTENZA PARI A 98 MW + 30 MW DI ACCUMULO, SITO IN AGRO DI CELENZA VALFORTORE E CARLANTINO (FG), E DELLE OPERE CONNESSE ANCHE IN AGRO DI CASALNUOVO MONTEROTARO, CASALVECCHIO DI PUGLIA E TORREMAGGIORE (FG)



Via Degli Arredatori, 8  
70026 Modugno (BA) - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

### Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

### Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Roberta ALBANESE  
ing. Marco D'ARCANGELO  
ing. Alessia NASCENTE  
ing. Alessia DECARO  
geol. Lucia SANTOPIETRO  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Martino LAPENNA  
ing. Mariano MARSEGLIA  
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI  
ing. Dionisio STAFFIERI

### Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>E01</b>		<b>CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI</b>	<b>23045</b>	<b>D</b>		
REVISIONE			CODICE ELABORATO			
<b>00</b>			<b>DC23045D-E02</b>			
Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)		SOSTITUISCE		SOSTITUITO DA		
<b>00</b>		-		-		
		NOME FILE		PAGINE		
		<b>DC23045D-E02.doc</b>		<b>22 + copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	04/09/23	Emissione	Lapenna	Mancini	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						

Elaborato realizzato con sistema WORD. È vietata la modifica manuale.

Mod. P-19 Rev. 4 18.12.2020



<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. GENERALITA'</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Caratteristiche generali del campo eolico</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Caratteristiche dell'aerogeneratore</b> .....	<b>3</b>
<b>2.3. Sistema di accumulo</b> .....	<b>4</b>
<b>2.4. Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico</b> .....	<b>6</b>
<b>3. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>4. RETE AD ALTA TENSIONE DI RACCOLTA</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1. Descrizione</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2. Cavi elettrici</b> .....	<b>8</b>
<b>4.3. Segnalazione della presenza dei cavi</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4. Coesistenza tra i cavi AT e i sottoservizi</b> .....	<b>15</b>
<b>4.5. Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione</b> .....	<b>16</b>
<b>4.6. Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati</b> .....	<b>16</b>
<b>4.7. Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti</b> .....	<b>17</b>
<b>4.8. Serbatoi di liquidi e gas infiammabili</b> .....	<b>17</b>
<b>5. FIBRA OTTICA</b> .....	<b>17</b>
<b>6. CABINA UTENTE</b> .....	<b>19</b>
<b>6.1. Generalità</b> .....	<b>19</b>
<b>6.2. Descrizione Generale</b> .....	<b>19</b>
<b>6.3. Rete di terra</b> .....	<b>19</b>
<b>6.4. RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna</b> .....	<b>19</b>
<b>6.5. SCADA</b> .....	<b>20</b>
<b>7. APPARECCHIATURE DI CABINA</b> .....	<b>20</b>
<b>7.1. Protezione di interfaccia</b> .....	<b>20</b>
<b>8. CRITERI DI COSTRUZIONE</b> .....	<b>21</b>
<b>8.1. Esecuzione degli scavi</b> .....	<b>21</b>
<b>8.2. Esecuzione di pozzetti e camerette</b> .....	<b>21</b>
<b>8.3. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT</b> .....	<b>21</b>
<b>8.4. Messa a terra dei rivestimenti metallici</b> .....	<b>22</b>
<b>9. IMPIANTO DI CONSEGNA</b> .....	<b>22</b>
<b>9.1. Generalità</b> .....	<b>22</b>



## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere relative al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **RINNOVABILI SUD DUE S.R.L.**

Il progetto oggetto del presente documento è relativo alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica della potenza complessiva di 98 MW integrato da un sistema di accumulo da 30 MW, costituito da 17 aerogeneratori, del tipo Nordex con rotore pari a 163 m e altezza al tip pari a 219,5 m, da realizzarsi nei comuni di Carlantino e Celenza Valfortore (FG), in cui insistono gli aerogeneratori e parte delle opere di connessione, e nei comuni di Casalnuovo Monterotaro, Casalvecchio di Puglia e Torremaggiore (FG) in cui ricadono la restante parte delle opere di connessione per il collegamento in antenna a 36 kV su una futura stazione di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo – Rotello".

## 2. GENERALITA'

Gli impianti ed opere da eseguire sono quelli sinteticamente sotto raggruppati:

- rete di distribuzione interna in AT (36 kV) in cavo interrato per la interconnessione degli aerogeneratori costituenti il parco eolico e del sistema di accumulo BESS alla cabina utente di raccolta.
- rete di distribuzione esterna in AT (36 kV) in cavo interrato per il collegamento della cabina utente di raccolta alla stazione Terna;
- una cabina utente di raccolta ubicata nei pressi del punto di connessione, presso la stazione TERNA da realizzare, che raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico e del sistema di accumulo BESS, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV).
- rete di monitoraggio in fibra ottica tra le torri eoliche e la stazione.
- impianti di messa a terra.

### 2.1. Caratteristiche generali del campo eolico

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 17 aerogeneratori aventi generatore di tipo asincrono, tipo Nordex, con rotore pari a 163 m e altezza al tip pari a 219,5 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione AT/BT.

## 2.2. Caratteristiche dell'aerogeneratore

In particolare, trattasi di aerogeneratori trifase con tensione nominale di 690 V.

Le pale della macchina sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore che ha diametro massimo di 163 m: il mozzo a sua volta viene collegato ad un sistema di alberi e moltiplicatori di giri per permettere la connessione al generatore elettrico, da cui si dipartono i cavi elettrici di potenza, in bassa tensione verso il trasformatore AT/BT.

Tutti i componenti su menzionati, ad eccezione del rotore, sono ubicati in una cabina, detta navicella, la quale a sua volta, è posta su un supporto cuscinetto in modo da essere facilmente orientabile secondo la direzione del vento. L'intera navicella (realizzata in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro) viene posta su di una torre tronco-conica tubolare.

Oltre ai componenti prima detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ il controllo della potenza, che viene eseguito ruotando le pale intorno al proprio asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, in base al profilo delle pale;
- ✓ il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;
- ✓ l'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

L'intera navicella viene posta su di una torre avente forma conica tubolare. La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento. La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di *Cut-out wind speed* (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

ROTORE	Diametro max	163 m
	Area spazzata max	20.868 m <sup>2</sup>
	Numero di pale	3
	Materiale	GRP (CRP) materiale plastico rinforzato con fibra di vetro
	Senso di rotazione	orario
	Posizione rotore	Sopra vento
SISTEMA ELETTRICO	Tipo generatore	Asincrono a 6 poli
	Tensione di uscita	690 V
	Frequenza	50/60 Hz
TORRE IN ACCIAIO	Altezza al mozzo	138 m
	Numero segmenti	3
SISTEMA DI CONTROLLO	Tipo	Microprocessore
	Trasmissione segnale	Fibra ottica
	Controllo remoto	PC-modem, interfaccia grafica

**Tabella 1 - Scheda tecnica dell'aerogeneratore tipo**

### 2.3. Sistema di accumulo

L'impianto BESS (Battery Energy Storage System) è costituito da nove blocchi, per un totale di 30MW di potenza. Ogni blocco è caratterizzato da un gruppo inverter/trasformatore di potenza pari a 3,5 MW per la conversione da corrente continua a corrente alternata a 36 kV.

Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come apparecchiature minime:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Oltre ai blocchi su citati, nell'impianto BESS, sarà presente anche una cabina per i servizi ausiliari (BESS aux container).

Le unità di conversione e trasformazione sono costituite da un sistema che combina inverter, trasformatore AT/BT e quadro AT in un singolo skid preassemblato, e con un grado di protezione che permette l'installazione dei componenti elettrici direttamente all'esterno, riducendo di conseguenza le volumetrie da realizzare. Queste unità di conversione e trasformazione saranno connesse alla cabina utente di raccolta AT, presente all'interno dell'area dell'impianto BESS, a formare 3 linee AT alla tensione di 36 kV.

Il BESS sarà costituito da batterie agli ioni di litio, i moduli delle celle e i rack per contenere i moduli stessi.

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza e flessibilità di utilizzo.

Il collegamento del BESS alla rete avviene mediante un trasformatore innalzatore AT/BT e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti alla ventilazione e raffreddamento degli apparati.

Il sistema di stoccaggio è costituito, come in parte già anticipato, dai seguenti dispositivi:

- Sistema di conversione bidirezionale DC /AC (PCS);
- Trasformatori di potenza HV / LV;
- Quadri elettrici HV;
- Sistema locale di gestione e controllo dell'assemblaggio della batteria (Sistema di gestione della batteria "BMS");
- Sistema locale di gestione e controllo integrato dell'impianto (Impianto SCADA);
- Apparecchiature elettriche (quadri elettrici, trasformatori) per il collegamento alla rete elettrica.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16.

I sistemi di Energy Storage, con tecnologia al litio, sono caratterizzati da stringhe di batterie costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari.

Infine, a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc).

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo.

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container. Il convertitore sarà connesso ad un trasformatore elevatore AT/BT al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente.

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa.

Si prevede che il percorso di accesso ai container potrà essere pavimentato in brecciato.

Le interconnessioni tra i container saranno realizzate con tubi interrati, tipo corrugato doppia parete; nei punti di ingresso/uscita attraverso i basamenti dei container o tubi che saranno annegati nel calcestruzzo o tramite cavidotti. Potranno inoltre essere previsti pozzetti intermedi in cemento armato con coperchio carrabile.

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti. Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra tramite appositi dispersori.

#### *2.4. Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico*

Partendo dalle condizioni al contorno individuate nel paragrafo precedente, si sono studiate le caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico.

- Gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce" raggruppandoli anche in funzione del percorso delle linee in cavo da installare, evitando sprechi di materiale, contenendo le perdite ed ottimizzando la scelta delle sezioni dei cavi stessi. Si sono così individuati cinque sottocampi da tre turbine e un sottocampo da due turbine.
- La cabina utente è stata ubicata nei pressi del punto di connessione, presso la stazione TERNA da realizzare, e raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV);
- I percorsi delle linee, illustrati nei disegni, potranno essere meglio definiti in fase di progettazione di dettaglio e costruttiva. All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:
  - evitare interferenze con strutture, travi, parti di altri impianti ed effetti di qualunque genere;
  - evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
  - assicurare una facile posa o infilaggio delle condutture;
  - effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

### **3. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Il progetto elettrico oggetto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, con particolare riferimento a:

- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: D. Lgs 81/08
- Legge n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- DM 24/11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- D.Lgs. 17/2010 (Direttiva Macchine);
- DM 05/08/1998 Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), meglio specificate nelle relazioni specifiche (CEI EN 61936, CEI 11-17, ecc.).
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni Terna Spa: guide e specifiche tecniche;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/INAIL);
- Norme di unificazione UNI, UNEL, TERNA.
- Direttive europee.

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analoga rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati. Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di marchio CE e Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è esistente e ammesso. Saranno, comunque, rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.

## 4. RETE AD ALTA TENSIONE DI RACCOLTA

### 4.1. Descrizione

La rete elettrica a 36 kV interrata assicurerà il collegamento dei trasformatori di torre degli aerogeneratori e del sistema di accumulo al punto di connessione.

La rete AT di raccolta del campo eolico ha schema radiale ed è costituita da linee in cavo interrato collegate in entra-esce attraverso le cabine AT di torre, determinando un sottocampo da due turbine e cinque sottocampi da tre turbine.

La cabina di raccolta, che raccoglierà sia le linee provenienti dal campo eolico che quelle provenienti dal sistema BESS, sarà collegata alla stazione Terna mediante tre linee in cavo interrato. I percorsi delle linee, illustrati negli elaborati grafici, potranno essere meglio definiti in fase costruttiva. Pertanto si possono identificare tre sezioni della rete AT:

- la rete di raccolta dell'energia prodotta dal campo eolico, suddivisa in 6 sottocampi, costituiti da linee che collegano i quadri AT delle torri in configurazione entra-esce, che confluirà nella cabina utente di raccolta;
- La rete di raccolta del sistema di accumulo che confluirà anch'essa nella cabina di raccolta;
- la rete di vettoriamento che collegherà la cabina utente di raccolta alla stazione Terna.

Il percorso di ciascuna linea della rete di raccolta è stato individuato sulla base dei seguenti criteri:

- minima distanza;
- massimo sfruttamento degli scavi delle infrastrutture di collegamento da realizzare; migliore condizione di posa (ossia, in presenza di forti dislivelli tra i due lati della strada, contenendo, comunque, il numero di attraversamenti, si è cercato di evitare la posa dei cavi elettrici dal lato più soggetto a frane e smottamenti).

Per le reti non è previsto alcun passaggio aereo.

### 4.2. Cavi elettrici

I collegamenti elettrici saranno tutti realizzati direttamente interrati mediante terna di conduttori a corda rigida compatta in alluminio, disposti a trifoglio. Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di alluminio, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a  $U_0/U=26/45$  kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è

necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067. Solo per i collegamenti fra la cabina utente di raccolta e la stazione Terna verranno utilizzati cavi della stessa tipologia ma con conduttori in rame anziché in alluminio.

## HV XLPE CABLE WITH COPPER WIRES SCREEN AND ALUMINIUM LAMINATED FOIL 26/45 ÷ 47 (52) kV

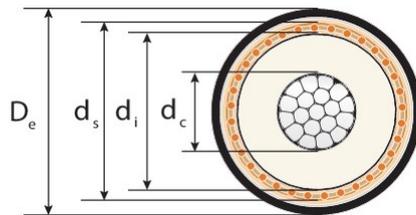
XRUHAKXS according to ZN-TF-530

A2XS(FL)2Y according to IEC 60840

NA2XS(FL)2Y according to DIN VDE 0276-632

26

ALUMINIUM CONDUCTOR



Cross section of conductor	Diameter of conductor	Insulation		Metallic screen		D <sub>e</sub> Outer diameter of cable	Cable weight	Maximum pulling force	Minimal bending radius
		Nominal thickness	Diameter over insulation	Cross section	Diameter over screen				
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	kg/km	kN	m
95RM	11.3 <sup>+0.20</sup>	9.0	30.5	35	34.3	41	1690	2.9	1.0
120RM	12.5 <sup>+0.20</sup>	9.0	31.7	35	35.5	42	1810	3.6	1.1
150RM	14.1 <sup>+0.30</sup>	9.0	33.3	35	37.1	43	1940	4.5	1.1
185RM	15.8 <sup>+0.20</sup>	9.0	35.0	35	38.8	45	2110	5.6	1.1
240RM	17.9 <sup>+0.10</sup>	9.0	37.1	35	40.9	47	2350	7.2	1.2
300RM	20.0 <sup>+0.30</sup>	9.0	39.2	35	43.0	49	2590	9.0	1.2
400RM	22.9 <sup>+0.30</sup>	9.0	42.5	35	46.7	53	3040	12.0	1.3
500RM	25.7 <sup>+0.40</sup>	9.0	45.3	35	49.5	56	3470	15.0	1.4
630RM	29.3 <sup>+0.50</sup>	9.0	49.1	35	53.3	60	4030	18.9	1.5
800RM	33.0 <sup>+0.50</sup>	9.0	52.8	35	57.0	64	4650	24.0	1.6
1000RM	38.0 <sup>+0.50</sup>	9.0	58.2	35	62.8	71	5570	30.0	1.8
1200RM	42.5 <sup>+0.60</sup>	9.0	62.7	50	67.3	75	6560	36.0	1.9
1200RMS	43.0 <sup>+0.80</sup>	9.0	65.2	50	69.8	78	6840	36.0	2.0
1400RMS	45.1 <sup>+0.80</sup>	9.0	67.3	50	71.9	80	7490	42.0	2.0
1600RMS	48.5 <sup>+1.2</sup>	9.0	70.7	50	75.3	84	8270	48.0	2.1

Figura 1 - Caratteristiche fisiche del cavo AT in alluminio

## Electrical data

$D_e$  – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes =  $2 \times D_e$



Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes =  $D_e$



Cross section of conductor	Resistance of conductor 90°C	Electrical field stress at the		Capacitance	Zero reactance	Inductance	
		conductor	insulation				
mm <sup>2</sup>	Ω/km	kV/mm		μF/km	Ω/km	Ω/km	
95RM	0.4110	4.70	1.95	0.150	0.087	0.200	0.145
120RM	0.3247	4.55	2.00	0.160	0.083	0.195	0.140
150RM	0.2645	4.40	2.05	0.175	0.078	0.190	0.135
185RM	0.2108	4.25	2.10	0.185	0.074	0.185	0.130
240RM	0.1610	4.15	2.15	0.205	0.069	0.180	0.125
300RM	0.1291	4.00	2.20	0.220	0.065	0.180	0.120
400RM	0.1009	3.90	2.25	0.245	0.062	0.175	0.115
500RM	0.0792	3.80	2.30	0.265	0.058	0.170	0.110
630RM	0.0622	3.70	2.35	0.295	0.055	0.165	0.105
800RM	0.0498	3.60	2.40	0.320	0.052	0.160	0.105
1000RM	0.0408	3.50	2.45	0.360	0.049	0.160	0.100
1200RM	0.0359	3.45	2.45	0.395	0.046	0.155	0.095
1200RMS	0.0319	3.45	2.50	0.415	0.048	0.155	0.095
1400RMS	0.0275	3.40	2.50	0.430	0.047	0.155	0.095
1600RMS	0.0242	3.40	2.55	0.455	0.045	0.155	0.095
1800RMS	0.0216	3.35	2.55	0.485	0.043	0.150	0.095
2000RMS	0.0195	3.35	2.55	0.500	0.042	0.150	0.095
2500RMS	0.0168	3.30	2.60	0.540	0.042	0.150	0.090
3000RMS	0.0130	3.25	2.60	0.600	0.039	0.150	0.090

**Figura 2 - Caratteristiche elettriche del cavo AT in alluminio**

# HV XLPE CABLE WITH COPPER WIRES SCREEN AND ALUMINIUM LAMINATED FOIL 26/45 ÷ 47 (52) kV

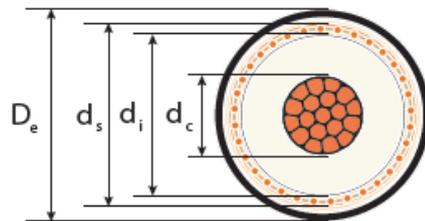
XRUHKXS according to ZN-TF-530

2XS(FL)2Y according to IEC 60840

N2XS(FL)2Y according to DIN VDE 0276-632

24

## COPPER CONDUCTOR



Cross section of conductor	Diameter of conductor	Insulation		Metallic screen		D <sub>e</sub> Outer diameter of cable	Cable weight	Maximum pulling force	Minimal bending radius
		Nominal thickness	Diameter over insulation	Cross section	Diameter over screen				
mm <sup>2</sup>		mm		mm <sup>2</sup>	mm	mm	kg/km	kN	m
95RM	11.5 <sup>+0.20</sup>	9.0	30.7	35	34.5	41	2270	4.8	1.0
120RM	12.8 <sup>+0.25</sup>	9.0	32.0	35	35.8	42	2550	6.0	1.1
150RM	14.4 <sup>+0.20</sup>	9.0	33.6	35	37.4	44	2860	7.5	1.1
185RM	15.8 <sup>+0.40</sup>	9.0	35.0	35	38.8	45	3240	9.3	1.1
240RM	18.5 <sup>+0.30</sup>	9.0	37.7	35	41.5	48	3840	12.0	1.2
300RM	20.5 <sup>+0.20</sup>	9.0	39.7	35	43.5	50	4500	15.0	1.3
400RM	23.6 <sup>+0.30</sup>	9.0	43.2	35	47.4	54	5480	20.0	1.4
500RM	26.4 <sup>+0.60</sup>	9.0	46.0	35	50.2	57	6600	25.0	1.4
630RM	30.3 <sup>+0.60</sup>	9.0	50.1	35	54.3	61	8020	31.5	1.5
800RM	34.7 <sup>+0.60</sup>	9.0	54.5	35	58.7	66	9770	40.0	1.7
1000RM	38.3 <sup>+0.60</sup>	9.0	58.5	35	63.1	71	11910	50.0	1.8
1200RMS	41.6 <sup>+0.80</sup>	9.0	63.8	50	68.4	77	14260	60.0	1.9
1400RMS	45.8 <sup>+0.80</sup>	9.0	68.0	50	72.6	81	16130	70.0	2.0
1600RMS	49.6 <sup>+1.2</sup>	9.0	71.8	50	76.4	85	18300	80.0	2.1

Figura 3 - Caratteristiche fisiche del cavo AT in rame

## Electrical data

$D_c$  – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes =  $2 \times D_c$



Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes =  $D_c$



Cross section of conductor	Resistance of conductor 90°C	Electrical field stress at the		Capacitance	Zero reactance	Inductance	
		conductor	Insulation screen				
mm <sup>2</sup>	Ω/km	kV/mm		μF/km	Ω/km	Ω/km	
95RM	0.2465	4.65	1.95	0.150	0.086	0.200	0.140
120RM	0.1956	4.50	2.00	0.160	0.082	0.195	0.135
150RM	0.1588	4.35	2.05	0.175	0.077	0.190	0.130
185RM	0.1272	4.25	2.05	0.185	0.074	0.185	0.125
240RM	0.0973	4.10	2.15	0.205	0.068	0.180	0.120
300RM	0.0781	4.00	2.20	0.220	0.065	0.175	0.115
400RM	0.0619	3.85	2.25	0.250	0.061	0.170	0.115
500RM	0.0492	3.75	2.30	0.270	0.058	0.170	0.110
630RM	0.0395	3.65	2.35	0.300	0.054	0.165	0.105
800RM	0.0325	3.60	2.40	0.335	0.050	0.160	0.100
1000RM	0.0275	3.50	2.45	0.365	0.049	0.160	0.100
1200RMS	0.0222	3.45	2.50	0.405	0.048	0.155	0.100
1400RMS	0.0198	3.40	2.50	0.435	0.046	0.155	0.095
1600RMS	0.0182	3.35	2.55	0.465	0.044	0.155	0.095
1800RMS	0.0169	3.35	2.55	0.490	0.043	0.150	0.095
2000RMS	0.0158	3.35	2.55	0.500	0.042	0.150	0.095
2500RMS	0.0140	3.30	2.60	0.550	0.041	0.150	0.090
3000RMS	0.0126	3.25	2.60	0.610	0.039	0.145	0.090

**Figura 4 - Caratteristiche elettriche del cavo AT in rame**

Per il collegamento delle torri si prevede la realizzazione di linee AT costituite da collegamenti del tipo entra-esce. Le linee raccolgono, pertanto, l'energia prodotta dai generatori. Il percorso dell'elettrodotto di collegamento dei trasformatori (posti, come si è detto, all'interno delle torri) è rappresentato nelle tavole allegate.

Il percorso del collegamento del campo eolico al punto di connessione è stato scelto tenendo conto:

- della necessità di utilizzare quanto più possibile la viabilità esistente;
- dell'esigenza di limitare al minimo i percorsi da realizzare su strade pubbliche accreditate di un discreto traffico veicolare.

Risultato progettuale è che tutto l'elettrodotto è per la maggior parte su viabilità esistente. Il tracciato dei cavidotti dovrà essere quanto più rettilineo possibile e parallelo all'asse della strada.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità di 1,2 e 1,5 m (quota del piano di posa a seconda del numero di circuiti presenti nello stesso scavo) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia, sopra il quale saranno posati tegoli o lastre di protezione aventi funzione di protezione meccanica dei cavi (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando le correnti di impiego e le portate dei cavi per la tipologia di posa considerando anche che devono essere minimizzate le perdite.

Sono state utilizzate preliminarmente sezioni da 300 e 630 mm<sup>2</sup> con tensione nominale 26/45 kV. Per il cavidotto di vettoriamento che collega il parco eolico alla cabina utente la linea è stata suddivisa in n. 6 terne che saranno posate nello stesso scavo per il tracciato condiviso; nella stessa cabina utente giungeranno le tre linee provenienti dal sistema di accumulo. Il collegamento, invece, tra la cabina utente e la stazione Terna sarà costituito da tre circuiti, ognuno dei quali sarà composto da due terne di cavi, posate all'interno dello stesso scavo. Per maggiori dettagli si faccia riferimento agli schemi unifilari allegati a questa relazione.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dei calcoli delle correnti di impiego (a tensione e potenza nominale e  $\cos\phi$  0,95), la scelta delle sezioni e la portata dei cavi AT per la posa interrata. I coefficienti di calcolo sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2,0 K•m/W (coefficiente  $C_i$ );
- temperatura terreno pari a 20° C (coefficiente  $C_a$ );
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti più condutture (coefficiente  $C_g$ );
- profondità di posa pari a 1,20 o 1,50 m (coefficiente  $C_d$ )
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata  $I_z$  uguale o superiore alla corrente di impiego  $I_b$  del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo. Per il cavidotto di vettoriamento, la scelta del numero di cavi e della sezione tiene conto anche della caduta di tensione sulla linea.

Linea AT				Parametri elettrici				Cavo							Calcolo della portata del cavo						Caduta di tensione FV			
Linea	Origine	Destinazione	Distanza (m)	S (kVA)	cos φ	U (V)	I (A)	Sezione (mm²)	N° Cond.	Caratteristiche del cavo				Tipo inst.	Formazione della linea	lz (A)	K1 (Temp)	K2 (Group)	K3 (Depth)	K4 (Th R)	I'z (A)	Fattore di carico del cavo (Ib/Iz)	ΔV (%)	
Ln.WT16.WT12	WT16	WT12	2132	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	1,000	0,954	0,880	403,0	25,14%	0,187%
Ln.WT12.MTR	WT12	MTR	40269	12 000	0,95	36 000	202,6	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,930	0,880	369,8	54,78%	4,218%
Ln.WT17.WT10	WT17	WT10	1787	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,880	0,954	0,880	354,6	28,56%	0,156%
Ln.WT10.WT07	WT10	WT07	5592	12 000	0,95	36 000	202,6	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	318,3	63,63%	0,952%
Ln.WT07.MTR	WT07	MTR	33199	18 000	0,95	36 000	303,9	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,930	0,880	369,8	82,17%	5,123%
Ln.WT14.WT13	WT14	WT13	2466	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	318,3	31,82%	0,215%
Ln.WT15.WT13	WT15	WT13	1290	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	318,3	31,82%	0,113%
Ln.WT13.MTR	WT13	MTR	36031	18 000	0,95	36 000	303,9	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,930	0,880	369,8	82,17%	5,560%
Ln.WT11.WT08	WT11	WT08	2787	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,880	0,954	0,880	354,6	28,56%	0,244%
Ln.WT08.WT06	WT08	WT06	3817	12 000	0,95	36 000	202,6	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	254,7	79,54%	0,650%
Ln.WT06.MTR	WT06	MTR	31603	18 000	0,95	36 000	303,9	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,954	0,880	379,4	80,10%	4,884%
Ln.WT09.WT04	WT09	WT04	7939	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	254,7	39,77%	0,693%
Ln.WT05.WT04	WT05	WT04	2213	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	254,7	39,77%	0,193%
Ln.WT04.MTR	WT04	MTR	30569	18 000	0,95	36 000	303,9	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,954	0,880	379,4	80,10%	4,725%
Ln.WT03.WT02	WT03	WT02	2627	6 000	0,95	36 000	101,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	254,7	39,77%	0,229%
Ln.WT02.WT01	WT02	WT01	777	12 000	0,95	36 000	202,6	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x300 mm²	480,0	1	0,790	0,954	0,880	254,7	79,54%	0,132%
Ln.WT01.MTR	WT01	MTR	35758	18 000	0,95	36 000	303,9	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	Grounded	3x1x630 mm²	715,0	1	0,790	0,954	0,880	379,4	80,10%	5,527%
Ln.MTR BESSa.SE	MTR BESSa	SE	1030	30 000	0,95	36 000	253,2	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,900	0,930	0,880	527,4	48,02%	0,096%
Ln.MTR BESSb.SE	MTR BESSb	SE	1030	30 000	0,95	36 000	253,2	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,900	0,930	0,880	527,4	48,02%	0,096%
Ln.MTR WT1a.SE	MTR WT1a	SE	1030	54 000	0,95	36 000	455,8	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,800	0,954	0,880	480,9	94,79%	0,169%
Ln.MTR WT1b.SE	MTR WT1b	SE	1030	54 000	0,95	36 000	455,8	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,800	0,954	0,880	480,9	94,79%	0,169%
Ln.MTR WT2a.SE	MTR WT2a	SE	1030	48 000	0,95	36 000	405,2	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,800	0,954	0,880	480,9	84,25%	0,151%
Ln.MTR WT2b.SE	MTR WT2b	SE	1030	48 000	0,95	36 000	405,2	630	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Cu	3F	Grounded	3x1x630 mm²	895,0	1	0,800	0,954	0,880	480,9	84,25%	0,151%

Tabella 2 - Calcoli preliminari

#### *4.3. Segnalazione della presenza dei 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 AT.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a AT, 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.

Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo si terrà conto di quanto segue:

- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 0 e 1: 0,5 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 2: 0,6 o 0,8 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 3: 1,0 o 1,2 m.

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.

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.

#### *4.4. Coesistenza tra i cavi AT e i sottoservizi*

Lungo il percorso del cavidotto si potrebbero riscontrare interferenze con dei sottoservizi (acquedotto, gas, telecomunicazione ecc.); a tal proposito saranno verificate, in sede di conferenza di servizio, eventuali interferenze con i gestori dei sottoservizi. Di seguito sono state indicate le distanze da mantenere da eventuali sottoservizi secondo quanto indicato dalla norma CEI 11-17.

#### 4.5. Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

Nei percorsi dove vi potrebbe essere l'incrocio con cavi di telecomunicazioni, la tubazione dei cavi di energia dovrà essere posta al di sotto del cavo di telecomunicazioni ad una distanza non inferiore di 0,30 m.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso in cui, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato tale criterio, bisognerà mantenere, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Nel caso in cui i cavi di energia e di telecomunicazione dovranno essere posati nello stesso manufatto, occorrerà posare i cavi in tubazioni distinte in modo tale da evitare che possano venire a diretto contatto fra loro.

#### 4.6. Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno effettuare giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio. In ogni caso la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere di 0,50 m. Tale distanza può essere 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; questo elemento dovrà 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. Le distanze di cui sopra possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo con gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Per quanto riguarda i parallelismi tra cavi di energia e le tubazioni metalliche si dovrà osservare una distanza minima di 0,30 m, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione. Tuttavia sarà possibile derogare tale prescrizione, previo accordo con gli esercenti, nei seguenti casi:

- 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 interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non dovranno mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa sarà consentito, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro.

#### 4.7. Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti

Nei parallelismi tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di metano (energia e segnale) la distanza di sicurezza non dovrà essere inferiore:

- alla profondità di posa adottata per il tubo del metano per le condotte di 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> specie;
- a 0,5 m per condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie, UNI 9165, art. 6.7.3;
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> specie, UNI 9165, art. 6.7.3.

#### La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

Negli incroci tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di metano la distanza di sicurezza tra condotte di metano non drenate (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> specie) e le tubazioni per cavi elettrici (energia e segnale) dovrà essere di almeno 1,5 m (secondo il DM 17/04/08, All. A, art. 2.7). Per le altre condotte si dovrà avere una distanza:

- di 0,5 m per le condotte di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie;
- tale da consentire l'esecuzione di eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati per le condotte di 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> specie.

#### La distanza va misurata in senso verticale tra le due superfici affacciate.

#### 4.8. Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

I cavidotti contenenti cavi di energia dovranno distare almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi e gas infiammabili.

## 5. FIBRA OTTICA

Sia il parco eolico che l'impianto di accumulo saranno dotati di una rete dati in Fibra Ottica che verrà messa in opera all'interno di un tubo in PEAD di diametro pari a 50 mm, posato all'interno dello scavo dei cavidotti.

Le caratteristiche del cavo a fibre ottiche saranno:

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 µm
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm

- Banda  $\geq 500$  MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

Il collegamento dei singoli aerogeneratori e del BESS con il sistema di controllo avverrà secondo il seguente schema:

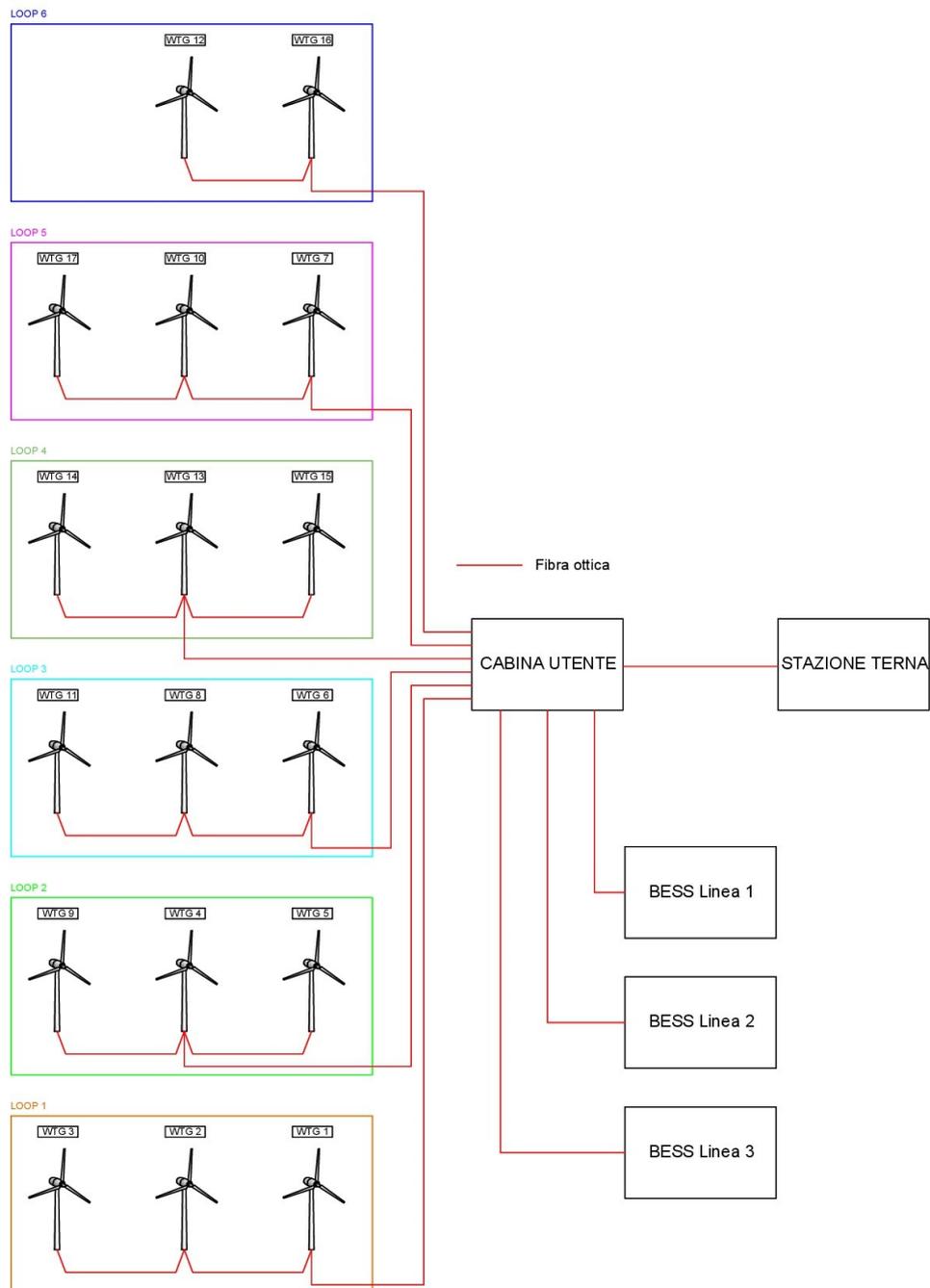


Figura 5 - Schema fibra ottica



## 6. CABINA UTENTE

### 6.1. Generalità

La cabina utente, da realizzarsi nei pressi del punto di consegna, è il punto di raccolta dei cavi provenienti dal parco eolico e dal sistema di accumulo per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso la rete di raccolta a 36 kV.

### 6.2. Descrizione Generale

Il progetto della cabina utente prevede che sia l'entrata che l'uscita dei cavi AT (36 kV) avvenga mediante posa interrata al fine di garantire il raccordo con la stazione RTN.

All'interno dell'area recintata della cabina utente sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri AT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, i servizi igienici, ecc. Inoltre saranno installate opportune reattanze shunt per permettere l'eventuale rifasamento delle correnti reattive.

### 6.3. Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>. La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della cabina utente con quello dell'impianto di consegna AT.

Potrà essere posata nello scavo degli elettrodotti AT una eventuale corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 50 mm<sup>2</sup> per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale (torri eoliche e cabine elettriche). La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

### 6.4. RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;

- Comando della sezione AT della cabina utente;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

### 6.5. SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

## **7. APPARECCHIATURE DI CABINA**

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (36 kV) in cabina utente (con apparecchiature ridondanti);
- eventualmente sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

La cabina utente sarà conforme alle prescrizioni della normativa TERNA e alle norme CEI già citate. Tutti i componenti sono stati dimensionati in base ai calcoli effettuati sulla producibilità massima dell'impianto eolico, con i dovuti margini di sicurezza, e in base ai criteri generali di sicurezza elettrica.

### 7.1. Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione dalla rete di trasmissione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione.



## **8. CRITERI DI COSTRUZIONE**

### *8.1. Esecuzione degli scavi*

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m)

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.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

### *8.2. Esecuzione di pozzetti e camerette*

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

### *8.3. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT*

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi 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 chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

#### 8.4. Messa a terra dei rivestimenti metallici

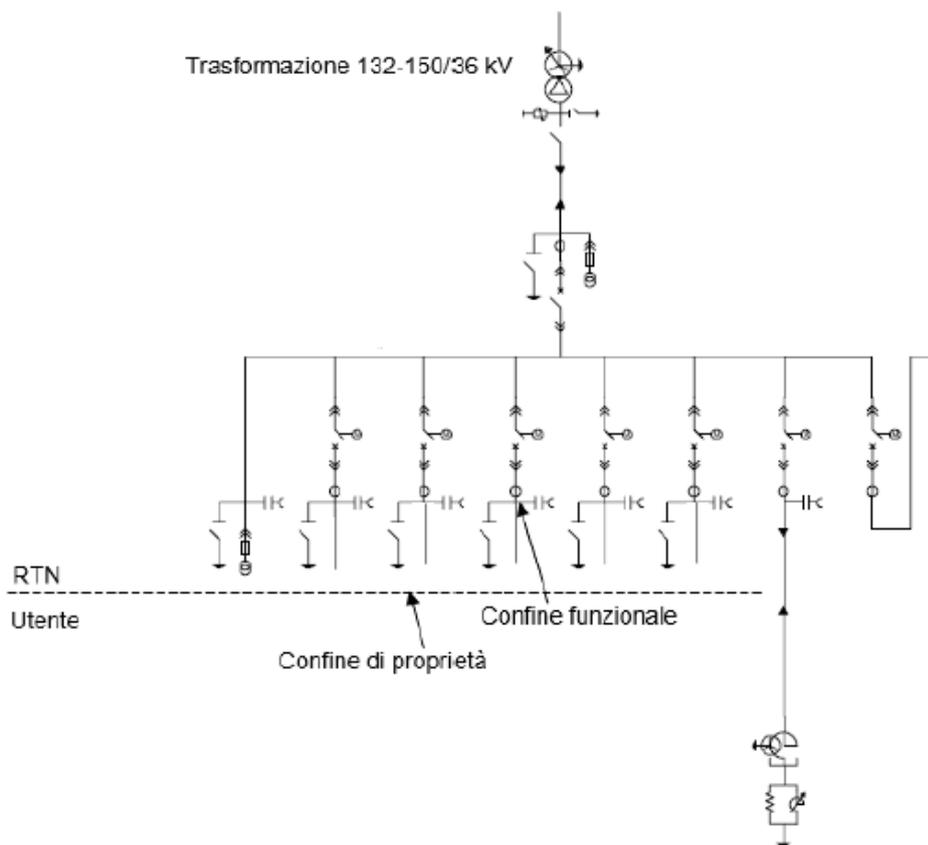
Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi saranno sempre aterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

### 9. IMPIANTO DI CONSEGNA

#### 9.1. Generalità

In data 20/10/2021 è stata aggiornato dell'Allegato A.2 al Codice di Rete – "Guida agli schemi di connessione". Il documento prevede l'introduzione di un nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV per gli impianti di produzione con potenza fino a 100 MW.

La soluzione di connessione ottenuta da Terna prevede che l'impianto eolico e l'impianto di accumulo BESS vengano collegati in antenna a 36 kV su una futura stazione di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo – Rotello".



**Figura 6 - Schema di connessione esemplificativo a 36 kV**

\*\*\*\*\*