

REGIONE PUGLIA
COMUNE DI AVETRANA
PROVINCIA DI TARANTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA,
NONCHE' OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE, DI POTENZA
INSTALLATA DI 63 MW DENOMINATO "AVETRANA ENERGIA"**

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI ERCHIE (BR)

P R O G E T T O D E F I N I T I V O

Codice STMG Terna: 201800410 – Identificativo AU Regione Puglia: A70XWD6

Tavola :

MiSE

Titolo :

**Relazione tecnica
interferenza linee elettriche interrato
con reti interrato di Telecomunicazione**

Cod. Identificativo elaborato :

A70XWD6

Progetto:



Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR)
P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it



Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY)
P.IVA 04258790759 - msc.innovativesolutions@pec.it



Via V.M. Stampacchia, 48
73100 - LECCE
stcprogetti@legalmail.it

Dott. Ing. Fabio Calcarella
Piazza Mazzini, 64 - 73100 - Lecce (LE)
tel. +39 0832 1594953 - fabio.calcarella@gmail.com



Committente:

AVETRANA ENERGIA s.r.l.

Piazza del Grano n.3 - cap 39100 BOLZANO (BZ)
P.IVA 03050420219 - REA BZ 227626 - avetrana.energia@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO



FRI-EL GREEN POWER S.p.A.
Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764
Email: info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Indagine Specialistiche :

Data	Revisione	Redatto	Approvato
Aprile 2020	Prima Emissione	FC-SM	MT

Data: Aprile 2020

Scala : varie

File:

Controllato:

Formato: **A4**

Ai sensi e per gli effetti degli art.9 e 99 della Legge n.633 del 22 aprile 1941 , ci riserviamo la proprietà intellettuale e materiale di questo elaborato e facciamo espresso divieto a chiunque di renderlo noto a terzi o di riprodurlo anche in parte, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.

1	PREMESSA.....	2
2	CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI MATERIALI	4
2.1	Cavi MT	4
2.2	Giunti cavi MT	5
2.2.1	Terminali cavi MT.....	8
2.3	Cavi AT.....	9
2.4	Cavi Fibra Ottica.....	10
2.5	Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica.....	11
2.6	Tubazione in pvc flessibile	12
2.7	Corda di rame.....	13
3	SCHEMI DI COLLEGAMENTO	14
3.1	Sottocampi elettrici	14
3.2	Rete Fibra Ottica	16
4	PERCORSO DEL CAVIDOTTO	17
5	MODALITA' E TIPOLOGIA DI SCAVI	17
5.1	Trincee a cielo aperto.....	18
5.1.1	Scavo su terreno vegetale	18
5.1.2	Scavo su strade non asfaltate.....	18
5.1.3	Scavo su strade asfaltate.....	18
5.1.4	Nastro segnalatore.....	19
5.2	Trivellazione orizzontale controllata	19
6	RIPRISTINI.....	20
6.1	Ripristini su terreno vegetale.....	20
6.2	Ripristini su strade non asfaltate	20
6.3	Ripristini su strade asfaltate	21
7	INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI LINEE DI TELECOMUNICAZIONE INTTERATE.....	22

1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di dare una descrizione tecnica delle opere necessarie per la realizzazione di un elettrodotto interrato MT a 30 kV e un elettrodotto Interrato AT a 150 kV a servizio del Parco Eolico “Avetrana” della società Avetrana Energia S.r.l.

Il Parco eolico sarà realizzato nel Comune di Avetrana (TA), mentre la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avverrà nel Comune di Erchie (BR) in corrispondenza del nodo rappresentato dalla Stazione Terna 150/380 kV denominata “Erchie”. Il percorso del cavo interrato interesserà, oltre ai territori comunali di Avetrana ed Erchie, un breve tratto di strada comunale ricadente nel Comune di San Pancrazio Salentino (BR).

Il Parco Eolico è costituito da n. 15 aerogeneratori con potenza nominale unitaria di 4,2 MW e complessiva di 63 MW.

Ciascun aerogeneratore produce energia a 800 V in c.a., all’interno dell’aerogeneratore stesso avviene una prima trasformazione di tensione da 0.69/30 kV, per cui in uscita l’energia può essere trasmessa a 30 kV tramite un cavo interrato MT.

Gli aerogeneratori sono raggruppati in quattro gruppi (sottocampi). Gli aerogeneratori di un sottocampo sono collegati elettricamente fra loro, in modo che l’energia complessivamente prodotta possa essere trasmessa, sempre tramite linea MT interrata, verso la Sottostazione Elettrica (SSE) ubicata in prossimità del punto di connessione alla RTN rappresentato dalla SE Terna di Erchie.

Nella SSE l’energia prodotta dall’impianto eolico subisce un nuovo innalzamento di tensione da 30 a 150 kV per poter essere immessa tramite la più volte richiamata SE Terna di Erchie nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Da un punto di vista pratico il cavo interrato può essere suddiviso in:

- 1) *cavidotto interno* di collegamento in MT a 30 kV tra gli aerogeneratori dei quattro sottocampi.
- 2) *dorsali esterne* di collegamento tra l’ultimo aerogeneratore di ciascun sottocampo e la SSE realizzata sempre con terna di cavi MT a 30 kV

All’interno delle stesse trincee, o nelle stesse tubazioni in cui sono posate le linee MT di potenza è posato anche un *minitubo* in polietilene ad alta densità PEAD all’interno del quale è infilato il *minicavo* in fibra ottica per la trasmissione dei segnali tra gli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e la SSE dove sono installate le apparecchiature hardware del sistema di comando e controllo del Parco Eolico “*Quadro SCADA*”.



Nel solo tratto del cavidotto interno al Parco Eolico, in pratica quello che collega tra loro gli aerogeneratori di uno stesso Sottocampo ed i Sottocampi alla CdS, è posata una corda di rame nuda (Cu 50 mmq) per il collegamento equipotenziale degli impianti di terra realizzati alla base di ciascun aerogeneratore.

In sintesi, abbiamo:

- Cavidotti interno MT interrato a 30 kV per il collegamento elettrico *interno* degli aerogeneratori del Parco Eolico in quattro sottocampi;
- Quattro linee MT interrate (*dorsali esterne*), di collegamento tra l'ultimo degli aerogeneratori di ciascun sottocampo e la SSE realizzata sempre con terna di cavi MT a 30 kV.
- Mini Cavo Fibra Ottica all'interno di mini tubazione PEAD, lungo il percorso del cavidotto esterno e della dorsale esterna;
- Corda di rame nuda posata ad intimo contatto con il terreno lungo il percorso del *cavidotto interno* per il collegamento delle reti di terra degli aerogeneratori.

Lungo il percorso del cavidotto potrebbero essere presenti interferenze con linee di telecomunicazione che tipicamente, e secondo l'esperienza di chi scrive, sono gestite nell'area da TELECOM- Fastweb – Vodafone.

Al momento da una verifica a vista non si ha evidenza specifica e tangibile di alcuna interferenza linee di telecomunicazione. Specificatamente nei vari sopralluoghi effettuati in fase di progetto non sono state ravvisata la presenza di cartelli segnalatori di linee di telecomunicazione. D'altra parte ci si aspetta che, in considerazione della tipologia di area prettamente agricola e distante dai centri abitati, le interferenze con linee di telecomunicazione siano limitate a pochi punti o addirittura assenti. Ad ogni modo, le società sopra elencate, sono state inserite nell'elenco degli enti da convocare nelle Conferenze dei Servizi autorizzative e pertanto entreranno in possesso delle planimetrie con l'indicazione dei percorsi dei cavidotti interrati e potranno verificare la presenza di eventuali interferenze con linee di telecomunicazione interrate da loro gestite, indicando, se necessario, le modalità di superamento delle stesse interferenze (distanze, sopra passo, sotto passo, eventuali TOC ecc.)

2 CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI MATERIALI

I principali materiali utilizzati per la realizzazione dei cavidotti interrati sono:

- cavi MT 30 kV;
- mini cavo fibra ottica
- mini tubo in polietilene ad alta densità (PEAD)
- tubazioni in pvc flessibile
- corda di rame
- giunti per cavi MT
- terminali per cavi MT
- cavo AT 150 kV

2.1 Cavi MT

Saranno utilizzati cavi MT per la distribuzione interrata dell'energia in MT a tensione 18/30 kV del tipo ARP1H5(AR)E – P Laser – Air Bag o similari.

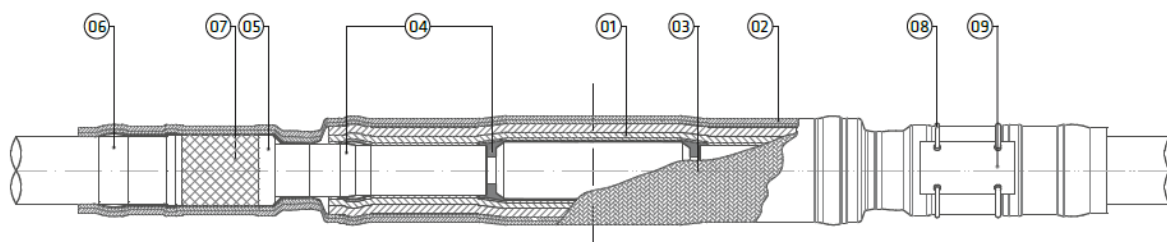
I cavi avranno le seguenti principali caratteristiche

- **Norme di riferimento:** HD 620 per quanto riguarda l'isolante e IEC 60502-2 per tutte le altre caratteristiche
- **Anima:** conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
- **Semiconduttivo interno:** mescola estrusa
- **Isolante:** mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)
- **Semiconduttivo esterno:** mescola estrusa
- **Rivestimento protettivo:** nastro semiconduttore igroespandente
- **Schermatura:** Nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- **Protezione meccanica:** Materiale polimerico (Air Bag)
- **Guaina:** polietilene colore rosso, qualità DMP 2
- **Marcatura:** Prysmian ARP1H5(AR)E <18/30 kV> <sezione> <anno>
- **Temperature di esercizio:** 90°C - 105°C

La protezione meccanica rende i cavi adatti alla posa diretta senza bisogno di protezione meccanica aggiuntiva. I cavi utilizzati saranno tripolari ad elica visibile per sezioni sino a 95 mmq, unipolari negli altri casi a formare terne posate in linea o a trifoglio.

2.2 Giunti cavi MT

I giunti dei cavi MT saranno realizzati con guaine autorestringenti montate in fabbrica su tubo di supporto, che assicurano la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo. Il giunto sarà del tipo Prysmian Ecospeed o similare. Di seguito si riporta uno schema descrittivo del prodotto estratto dal catalogo del produttore.



Pos.	Descrizione	Pos.	Descrizione
1	Manica a tre strati	6	Nastro in mastice auto sigillante
2	Guaina a due strati	7	Nastro in rame in rilievo
3	Rete in rame	8	Striscia in pvc
4	Nastro ad alta permittività	9	Etichetta di identificazione
5	Nastro in pvc		

Si riporta, sempre dal catalogo del costruttore una descrizione grafica della procedura di esecuzione del giunto,

1. Remove the outer sheath.



2. Cut the wires of the screen;



let them stick out of the outer sheath cutting.



3. Remove the semiconductor and the Insulation using appropriate tools.



4. Joint the conductors using crimping or shear bolt connectors.



5. Apply the high - permittivity tape.



6. Apply the sealing mastic.



7. Place the joint body onto the prepared cables and centre them.



8. Remove two spiral supports.

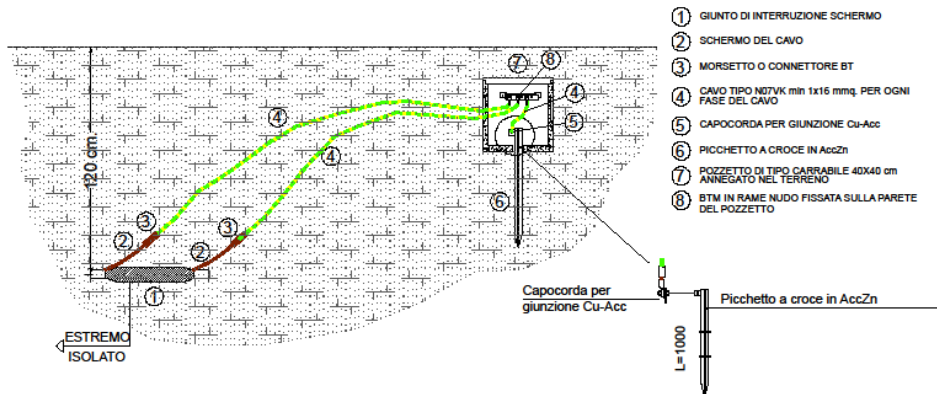


Eseguito il giunto sarà posto in opera un "ball-marker" passivo non deteriorabile interrato con codice di riconoscimento a cui si assoceranno le informazioni relative al giunto. Inoltre il giunto, prima del rinterro, sarà coperto con una protezione meccanica da realizzare con tegoli in pvc o in cav e un letto di sabbia in cui annegare il giunto di almeno 20 cm.

Infine la posizione dei giunti sarà individuata su cartografia in scala 1:5000, sulla quale saranno riportate le coordinate WGS84 di ciascuno di essi.

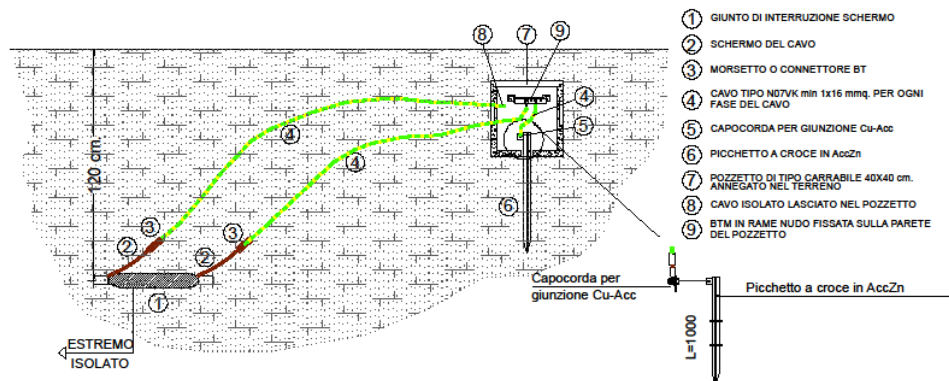
Nel cavidotto di collegamento AV11-SSE, (lunghezza 7 km circa), superati i 3 chilometri ogni, in corrispondenza della posizione dei giunti dei cavi MT, verrà eseguita la messa a terra dello schermo dei cavi secondo lo schema riportato in figura. Ovviamente la messa a terra degli schermi dei cavi sarà eseguita per tutte le fasi della terna di cavi (3 giunti per ogni buca).

GIUNTO TERRA-SCHERMO



Inoltre in corrispondenza dell'ultimo giunto prima della SSE, di ogni sottocampo, verrà eseguito l'interruzione dello schermo dei cavi come in figura.

GIUNTO DI INTERRUZIONE SCHERMO



Per tutti gli altri tratti di cavidotto la messa a terra degli schermi sarà eseguita solo sui terminali, dal momento che i tratti sono molto brevi (lunghezza < 3 km, il tratto più lungo si ha nel tratto AV15-AV08 di lunghezza pari a circa 3,5 km). In pratica lo schermo dei cavi sarà collegato al collettore di terra di ciascun aerogeneratore ubicato a base torre, così come il quadro MT ove si attestano i cavi.

Inoltre in corrispondenza di ogni buca giunti, per le terne di cavi unipolari non avvolti ad elica visibile sarà eseguita la trasposizione delle fasi

La messa a terra degli schermi unitamente alla trasposizione delle fasi permette di annullare di fatto la corrente indotta negli schermi dei cavi. Questo in base alle seguenti considerazioni:

- 1) Per attribuire ad ogni fase la stessa reattanza i conduttori devono essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero ed in tal caso non c'è bisogno di ruotare ciclicamente i conduttori, sia che si tratti di corde di linee aeree che di cavi unipolari interrati. Se le corde od i cavi unipolari non sono a disposizione equilatera (come nel caso in esame, in cui difficilmente potrà essere rispettata la disposizione a trifoglio) si deve effettuare la rotazione in modo che mediamente ogni conduttore venga a trovarsi nella stessa posizione rispetto agli altri due.
- 2) Gli schermi se messi a terra permettono di abbassare la reattanza d'esercizio del cavo. Contemporaneamente però si aumenta la resistenza apparente di fase, quindi le perdite di potenza a parità di corrente trasportata, a causa delle perdite dovute alle correnti indotte negli schermi. Per ridurre tali correnti in linee lunghe, indipendentemente dalla disposizione dei cavi, si tagliano gli schermi e si ricorre alla rotazione dei collegamenti, o trasposizione. In ogni schermo in tal modo sono indotte correnti dalle correnti di tutte e tre le fasi e non di una sola, come con lo schermo integro, e poiché la somma delle correnti di fase è nulla, anche la totale corrente indotta in ciascuno schermo è nulla.

Inoltre la trasposizione delle fasi permette di minimizzare l'induzione magnetica già a breve distanza dall'asse della linea: infatti i campi di induzione prodotti dalle diverse fasi tendono a cancellarsi ad una certa distanza, in modo più marcato di quanto non avvenga in un elettrodotto posato a trifoglio.

2.2.1 Terminali cavi MT

Per il collegamento dei cavi MT ai quadri posizionati a base torre e in SSE saranno realizzati dei terminali unipolari da interno con isolamento estruso siliconico, tensione nominale di isolamento verso terra 18 kV, fase – fase 30 kV, tensione massima di isolamento 36 kV, da realizzare con guaine autorestringenti, montate in fabbrica su tubo di supporto, inserite a freddo, conformi alla norma CENELEC HD 629.1 S1, che assicureranno la ricostruzione dell'isolamento e della protezione meccanica, e il mantenimento delle caratteristiche elettriche del cavo. Il terminale sarà realizzato secondo le indicazioni fornite dal costruttore dell'accessorio, completo di capicorda in rame o alluminio crimpato a punzonatura profonda o meccanico con viti a rottura prestabilita.

2.3 Cavi AT

Per la connessione della SSE di trasformazione MT/AT alla SE Terna sarà utilizzato un cavo AT anche esso interrato che correrà lungo un percorso di 245 m circa, su terreni agricoli o su strade vicinali non asfaltate.

Il cavo avrà le seguenti principali caratteristiche tecniche

Conduttore: Alluminio

Isolamento: XLPE

Guaina: Alluminio termofuso

Diametro conduttore 48,9 mmq

Sezione del conduttore: 1600 mmq

Spessore del semiconduttore interno: 2 mm

Spessore medio isolante: 15,8 mm

Spessore del semiconduttore esterno: 1,3 mm

Spessore guaina metallica (circa): 0,6 mm

Spessore guaina: 4 mm

Diametro esterno nominale: 100 mm

Sezione schermo: 180 mmq

Peso approssimativo: 10 kg/m

Massima tensione di funzionamento: 170 kV

Messa a terra degli schermi – posa a trifoglio o posa in piano: assenza di circolazioni

Portata di corrente posa a trifoglio, cavi interrati a 30°C: 970 A

Portata di corrente posa in piano, cavi interrati a 30°C: 1050 A

Massima elettrica del conduttore a 20°C in c.c.: 0,019 Ohm/km

Capacità nominale: 0,3 microF/km

Corrente ammissibile di corto circuito: 20 kA

Tensione operativa 150 kV

La terna di cavi sarà posata all'interno di una trincea avente profondità di 1,5 m. I cavi saranno posati su letto di sabbia e completamente annegati essi stessi nella sabbia.

Data la brevità del percorso non sono previsti giunti intermedi.

I terminali saranno realizzati con schermi messi a terra da entrambi i lati (SSE e SE Terna)

2.4 Cavi Fibra Ottica

Sarà utilizzato mini cavo fibra ottica per installazione all'interno di mini tubi, con la tecnica del soffiaggio, costituito da 24 fibre ottiche monomodali suddivise in due tubetti (12x2). Di seguito si riportano le caratteristiche del mini cavo in Fibra ottica in accordo alle raccomandazioni della normativa internazionale (ITU-T G.652, tipo D9).

Material Constituents

- Fiber core: SiO_2 doped with GeO_2
- Fiber cladding: pure SiO_2
- Coating: double layer UV-cured acrylate
- Design: step index profile, matched cladding

Optical Specifications

Attenuation Coefficient (cabled fibers)

at 1310 nm	≤ 0.37 dB/km
at 1550 nm	≤ 0.24 dB/km
at 1383 ± 3 nm	≤ 0.37 dB/km

<i>Cable cut-off Wavelength λ_{ccf}</i>	≥ 1260 nm
--	----------------

Mode Field Diameter (Petermann II Definition)

at 1310 nm	9.2 ± 0.4 μm
------------	-----------------------------

Chromatic Dispersion

at 1285 nm to 1330 nm	≤ 3.5 ps/(nm*km)
at 1550 nm	≤ 18 ps/(nm*km)

Zero Dispersion Wavelength λ_0

1310 nm to 1324 nm

Zero Dispersion Slope S_0

≤ 0.092 ps/(nm²*km)

Polarization Mode Dispersion coefficient PMD

<i>Link Design Value</i>	≤ 0.06 ps/ $\sqrt{\text{km}}$ *
<i>Cabled fibers</i>	≤ 0.2 ps/ $\sqrt{\text{km}}$ **

Geometrical Specifications

- Cladding Diameter 125.0 ± 1.0 μm
- Core/Cladding Concentricity Error ≤ 0.5 μm
- Cladding Non-Circularity ≤ 1.0 %
- Coating Diameter 245 ± 5 μm

Mechanical Specifications

- All fibers are proof tested over the whole length to a level of 100 kpsi or 0.7 GN/m² or 1% elongation.
- Coating Stripping Force (mechanically strippable) $1.0 \div 8.9$ N

* This value is guaranteed by the fiber manufacturer. Complies with IEC 60794-3:2000, Method 1, March 2000.

** PMD on cabled fibers is tested on a sampling plane basis, sufficient to assure that the product respects the stated characteristics.

Per quanto attiene alle caratteristiche meccaniche le principali sono le seguenti.

- Massima resistenza alla trazione: 1.000 N
- Minimo raggio di curvatura: 130 mm
- Temperatura di esercizio: -30°C – 60°C

La luce generata dal Led o dal Laser che attraversa una fibra ottica risente delle irregolarità e imperfezioni del supporto che diventano potenziali fonti di perdita segnale con conseguente decadimento delle performance. La criticità è comprensibile se pensiamo che le dimensioni del “capello” sono 250 micron e mentre è di 50 o 9 micron il core attraversato dalla luce. E’ evidente pertanto l’importanza delle operazioni di giunzione e di inserimento del connettore alla terminazione del cavo. Nell’opera in esame è previsto che la giunzione avvenga a fusione (giunzione a caldo) da effettuare con apposita macchina giuntatrice, che permette di allineare con precisione due segmenti di fibra ottica di uguale tipologia le cui estremità vengono fuse e quindi saldate insieme usando un arco elettrico. La giuntatrice permette di verificare anche il corretto funzionamento dei giunti, che permettono la trasmissione della luce da una fibra all’altra con una perdita molto basse (tipicamente non superiore a 0,1 dB).

2.5 Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica

I minitubi per la posa dei minicavi in fibra ottica sono ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE o PEAD in italiano), e risultano idonei per la posa con la tecnica del “blowing” (soffiaggio ad aria compressa). Essi possono essere utilizzati sia singolarmente (come nel nostro caso) che in configurazione multipla (“Strutture” di minitubi) per facilitarne la posa simultanea.

E’ prevista la posa di un minitubo con diametro interno di 12 mm e spessore 2 mm, diametro esterno 16 mm idoneo per la posa di minicavi fino a 144 o 288 fibre ottiche, posato direttamente in trincea. Per facilitare la posa di pezzature lunghe l’attrito con il minicavo viene minimizzato tramite idonee rigature sulla superficie interna (a diretto contatto con il cavo).

Il singolo minitubo viene prodotto in vari colori per facilitarne l’identificazione all’interno della struttura. Nel caso in esame si preferirà l’utilizzo di colore verde o blu al fine di facilitare l’individuazione nella trincea, nella quale sono posati anche i cavi MT di colore rosso. I minitubi sono marchiati tipicamente con i seguenti dati:

- Identificazione del fabbricante
- Caratteristiche della struttura
- Materia prima
- Tracciabilità linea data
- Metratura progressiva

Il trasporto e la posa dei minitubi dovrà avvenire con temperature esterne comprese fra i -10°C e +50°C: al di sotto dei -10°C il materiale diviene fragile aumentando il rischio di rottura sotto sforzo (trazione e impatto).

Durante la posa la parete interna dei minitubi sarà mantenuta pulita ed asciutta allo scopo di evitare contaminazioni che potrebbero provocare un incremento del coefficiente di attrito minitubo/ minicavo con conseguente riduzione della distanza di posa del minicavo stesso.

I minitubi sono giuntati tra loro tramite appositi elementi di giunzione a tenuta di pressione, rimovibili ed eventualmente riutilizzabili con resistenza tipica alla trazione di 700 N



Minitubi in PEAD per posa cavi fibra ottica

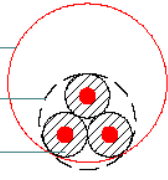
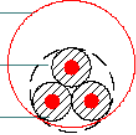


Elemento di giunzioni per mini tubi in PEAD

2.6 Tubazione in pvc flessibile

In corrispondenza di alcune interferenze ed in tutte le eventuali TOC il cavo MT potrà essere posato all'interno di tubazioni in pvc flessibile a doppia parete corrugato esternamente, internamente liscio con resistenza allo schiacciamento di 750 N, giuntabile con manicotto, completo di cavo tirasonda, conforme alle norme IMQ e CE EN 50086-2-4/A1. Il diametro della tubazione sarà pari ad 1,5 volte il diametro del cerchio che racchiude idealmente il gruppo di cavi. Nel caso in esame avremo:

- Tubazioni in pvc flessibile diametro 200 mm per posa di terne di cavi da 500 mmq;
- Tubazioni in pvc flessibile diametro 160 mm per posa di terne cavi sino a 300 mmq;
- Tubazioni in pvc flessibile diametro 110 mm per posa singolo cavo da 500 mmq.

VERIFICA DIMENSIONI TUBAZIONI IN PVC flex Serie PESANTE	
<p>TUBO PVC Ø200 mm</p> <p>CERCHIO CIRCOSCRITTO A TERNA MT Ø120 mm ca.</p> <p>CAVI MT AIRBAG 500mmq Ø56 mm</p>	
<p>DIAMETRO TUBO PVC > 1,5 x DIAMETRO CERCHIO CIRCOSCRITTO $1,5 \times 120 = 180 < 200 \text{ mm}$</p>	
<p>TUBO PVC Ø160 mm</p> <p>CERCHIO CIRCOSCRITTO A TERNA MT Ø106 mm ca.</p> <p>CAVI MT AIRBAG 300mmq Ø49 mm</p>	
<p>DIAMETRO TUBO PVC > 1,5 x DIAMETRO CERCHIO CIRCOSCRITTO $1,5 \times 106 = 159 < 160 \text{ mm}$</p>	
<p>TUBO PVC Ø160 mm</p> <p>CERCHIO CIRCOSCRITTO A TERNA MT Ø97 mm ca.</p> <p>CAVI MT AIRBAG 240mmq Ø45 mm</p>	
<p>DIAMETRO TUBO PVC > 1,5 x DIAMETRO CERCHIO CIRCOSCRITTO $1,5 \times 97 = 145,5 < 160 \text{ mm}$</p>	

2.7 Corda di rame

Per il collegamento tra gli impianti di terra dei singoli aerogeneratori sarà utilizzata una corda nuda di rame della sezione di 50 mmq a 7 fili elementari, posata, ad intimo contatto del terreno, all'interno delle stesse trincee utilizzate per i cavidotti MT e F.O. In corrispondenza di eventuali TOC la corda di rame sarà infilata nelle stesse tubazioni utilizzate per i cavi.

3 SCHEMI DI COLLEGAMENTO

3.1 Sottocampi elettrici

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente fra loro in MT in quattro gruppi detti *sottocampi*. Ciascun *sottocampo* è direttamente collegato in MT alla SSE, ubicata di fatto nella stessa area del Parco Eolico, secondo il seguente schema.

Sottocampo 1
AV07 → AV02 → AV03 → AV01 → SSE
Sottocampo 2
AV14 → AV10 → AV11 → SSE
Sottocampo 3
AV15 → AV08 → AV05 → AV04 → SSE
Sottocampo 4
AV12 → AV13 → AV09 → AV06 → SSE

Schema rete MT Parco Eolico

Le modalità di posa delle terne di cavi MT, sia per il cavidotto interno sia per la dorsale esterna saranno due:

- Posa cavi interrata tramite la realizzazione di trincee a cielo aperto
- Eventuale posa cavi interrata con tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), in corrispondenza di interferenze con altri sottoservizi, se necessario

Si riporta in tabella la sezione di cavi utilizzati, unitamente alla stima delle lunghezze effettuate sulla base delle misurazioni su CAD, da confermare in campo in sede di progetto esecutivo.



SOTTOCAMPO 1	Lunghezza stimata	Sezione e formazione cavi
AV07-AV02	2.540 ml	3x1x95 mmq - Al
AV02-AV03	2.140 ml	3x1x95 mmq - Al
AV03-AV01	2.320 ml	3x1x185 mmq - Al
AV01-SSE	2.540 ml	3x1x300 mmq - AL
SOTTOCAMPO 2	Lunghezza stimata	Sezione e formazione cavi
AV14-AV10	1.420 ml	3x1x95 mmq - Al
AV10-AV11	840 ml	3x1x95 mmq - Al
AV11-SSE	6.940 ml	3x1x300 mmq - AL
SOTTOCAMPO 3	Lunghezza stimata	Sezione e formazione cavi
AV15-AV08	3.500 ml	3x1x95 mmq - Al
AV08-AV05	1.600 ml	3x1x95 mmq - Al
AV05-AV04	2.080 ml	3x1x185 mmq - Al
AV04-SSE	2.130 ml	3x1x300 mmq - AL
SOTTOCAMPO 4	Lunghezza stimata	Sezione e formazione cavi
AV12-AV13	780 ml	3x1x95 mmq - Al
AV13-AV09	1.150 ml	3x1x95 mmq - Al
AV09-AV06	2.980 ml	3x1x185 mmq - Al
AV06-SSE	4.500 ml	3x1x300 mmq - AL

Lunghezza e sezione cavi MT

3.2 Rete Fibra Ottica

Lo schema di collegamento della rete di segnale è in tutto simile a quello dei cavi MT. Anche in questo caso abbiamo un collegamento in entra – esce tra gli aerogeneratori dello stesso sottocampo, ed un collegamento alla SSE. Come detto sarà utilizzato un minicavo a 24 fibre di tipo monomodale. Il cavo sarà posato con la tecnica della soffiatura all'interno di un mini tubo in PEAD. Il Mini tubo sarà posato nelle stesse trincee dei cavi MT, nei tratti a cielo aperto. Nei tratti in TOC, sarà infilato nelle stesse tubazioni in pvc flessibile utilizzate per i cavi MT.

Sottocampo 1
AV07 → AV02 → AV03 → AV01 → SSE
Sottocampo 2
AV14 → AV10 → AV11 → SSE
Sottocampo 3
AV15 → AV08 → AV05 → AV04 → SSE
Sottocampo 4
AV12 → AV13 → AV09 → AV06 → SSE

Schema rete FO Parco Eolico



4 PERCORSO DEL CAVIDOTTO

Il percorso del cavidotto interessa in gran parte strade interpoderali non asfaltate pubbliche e private, oltre a tratti su terreni agricoli. Si avranno solo brevi tratti su Strade Provinciali:

- 2.030 ml sulla SP 64dir, in agro di Avetrana
- 460 ml sulla SP 65 in agro di Brindisi
- 70 ml sulla SP 144 in agro di Avetrana

Il cavidotto correrà lungo uno dei lati della strada provinciale "in fiancheggiamento" e laddove possibile il cavidotto sarà realizzato in banchina evitando in tal modo di interessare il tratto asfaltato.

Il cavidotto sarà quasi esclusivamente in trincea a cielo aperto. Le Trivellazioni Orizzontali Controllate (TOC) saranno realizzate in corrispondenza di eventuali interferenze con altri sotto servizi (condotto idriche AQP e del Consorzio di Bonifica, tubazioni gas, reti dati, altre reti elettriche, reti di telecomunicazione). ***I punti di interferenza e le modalità tecniche di attraversamento potranno essere definite soltanto in fase esecutiva, una volta che copia del progetto sia pervenuta ad società ed enti proprietari e/o gestori dei sotto servizi, e questi avranno indicato le modalità di attraversamento nei punti di interferenza.***

Dal punto di vista amministrativo il cavidotto interessa l'agro di Avetrana, in piccola parte il Comune di San Pancrazio Salentino (i 460 m in corrispondenza del tratto sulla SP 65) e quindi il Comune di Erchie dove avviene la connessione alla RTN.

5 MODALITA' E TIPOLOGIA DI SCAVI

Gli scavi saranno realizzati con l'ausilio di idonei mezzi meccanici:

- 1) escavatori per gli scavi a sezione obbligata e a sezione ampia
- 2) pale meccaniche per scoticamento superficiale
- 3) trencher a disco o ancora escavatori per gli scavi a sezione ristretta (trincee)
- 4) macchine perforatrici per la trivellazione orizzontale controllata

Dagli scavi è previsto il rinvenimento delle seguenti materie:

- a) terreno vegetale, proveniente dagli strati superiori, per una profondità variabile che può comunque raggiungere anche 1,2 m
- b) sabbie limose per gli strati sottostanti il terreno vegetale.



5.1 Trincee a cielo aperto

Per la posa a cielo aperto è prevista la realizzazione di trincee per la posa dei cavi aventi larghezza di 50 cm e profondità di 1,2 m. I cavi utilizzati del tipo “airbag” permetteranno la posa direttamente interrata e inoltre permetteranno di **non** utilizzare la sabbia per offrire la protezione meccanica intorno al cavo, sarà sufficiente che in corrispondenza dei cavi il rinterro sia effettuato con materiale vagliato (esente da pietre di grosse dimensioni) rinveniente dagli scavi stessi. E' questo un evidente vantaggio perché eviterà i costi di fornitura e posa della sabbia e i costi di allontanamento del cantiere del materiale “sostituito” dalla sabbia. Lo scavo sarà realizzato con mezzi meccanici (escavatori), o trencher a disco. Per quanto attiene la gestione del materiale proveniente dagli scavi degli strati più superficiali, questa dipende dal terreno su cui viene effettuato lo scavo, ovvero:

- terreno vegetale;
- strade non asfaltate;
- strade asfaltate.

5.1.1 Scavo su terreno vegetale

Nel caso di terreno vegetale questo viene momentaneamente separato dal resto del materiale scavato, accantonato nei pressi dello scavo e riutilizzato per il rinterro nella parte finale, allo scopo di ristabilire le condizioni ex ante. Anche il restante materiale rinveniente dagli scavi sarà, depositato momentaneamente a bordo scavo ma comunque tenuto separato dal terreno vegetale. E' possibile qualora non ci siano gli spazi o le condizioni di sicurezza che il deposito momentaneo avvenga in altre aree, ma sempre nell'ambito del cantiere, ed in ogni caso il materiale sarà riutilizzato per il rinterro delle trincee di cavidotto.

5.1.2 Scavo su strade non asfaltate

Nel caso di strade non asfaltate la parte superficiale finisce per essere indistinta da quella degli strati più profondi e comunque riutilizzate per il rinterro. Il materiale rinveniente dagli scavi sarà momentaneamente depositato a bordo scavo in attesa del rinterro, o comunque depositato nell'ambito del cantiere, per poi essere utilizzato per il rinterro.

5.1.3 Scavo su strade asfaltate

Nel caso di strade asfaltate sarà effettuato preliminarmente il taglio delle sede stradale, ed il materiale bituminoso risultante, tipicamente uno strato di circa 10 cm, sarà trasportato a rifiuto. Tale materiale, classificato quale rifiuto, consta sostanzialmente di rifiuto solido costituito da bitume e inerte, proveniente dalla rottura a freddo del manto stradale. Il codice



del rifiuto potrà essere nella fattispecie 17 03 01* (rifiuto pericoloso costituito da miscele bituminose contenenti catrame di carbone) e 17 03 02 (rifiuto non pericoloso, miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*). La tipologia specifica del rifiuto verrà definita a seguito di caratterizzazione.

Eliminato il materiale bituminoso, il restante materiale proveniente dallo scavo (sabbie argillose) sarà momentaneamente accantonato possibilmente a margine dello scavo stesso, e comunque nell'ambito dell'area di cantiere, quindi terminata la posa dei cavi riutilizzato per il rinterro nello stesso sito.

5.1.4 Nastro segnalatore

Durante il rinterro ad una distanza di circa 30 cm al di sopra dei cavi si poserà il nastro segnalatore con colorazione a bande rosse e bianche o di colore rosso, con la dicitura "ATTENZIONE CAVI ELETTRICI INTERRATI", lungo tutto lo sviluppo longitudinale della trincea a cielo aperto.

5.2 Trivellazione orizzontale controllata

In fase di progetto esecutivo sarà condotta una analisi preliminare del sito con lo scopo di definire i tratti in cui avverranno gli attraversamenti in TOC in relazione alla presenza di interferenze con altri sotto servizi e interferenze in genere. ***Ad ogni modo sarà cura della ditta che realizzerà l'opera effettuare ulteriori indagini presso tutti enti che potrebbero essere proprietari di sotto servizi interferenti (Consorti di Bonifica, ENEL, Telecom, Società Telefoniche, Società del Gas, Enti proprietari dell'Acquedotto), ovvero verificare la presenza di particolari inetrferenze.***

La posa con la tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) sarà eseguita con apposito macchinario perforatore e apparecchiature di guida e controllo, seguendo il tracciato planimetrico e le quote di progetto. La TOC sarà realizzata con la tecnica denominata *Dry Directional Drilling*, ovvero con l'uso di perforatrici che utilizzano come fluido di perforazione l'aria compressa a bassa pressione che permette la circolazione del detrito, il raffreddamento e la contemporanea alimentazione degli utensili di fondo foro. Effettuato il foro pilota l'alesaggio potrà essere eseguito anche più volte fino al raggiungimento del diametro del foro previsto. Il pull-back (tiro) sarà effettuato su tubazioni (diametro 160-200 mm a seconda della sezione dei cavi), in cui successivamente saranno inseriti i cavi. In tal modo si costituiranno delle vie cavo realizzate con tubazioni in pvc flessibile serie pesante (750 N di resistenza allo schiacciamento) in cui successivamente verranno infilati i cavi MT, il



mini tubo per la fibra ottica, e dove presente la corda di rame per la rete di terra del parco eolico.

Si prevede un angolo “di attacco” per la realizzazione del foro pilota di circa 16°.

Trattandosi di una tecnica “a secco” non saranno utilizzati fanghi di perforazione con bentonite, con i conseguenti problemi di trasporto a rifiuto.

La perforazione con tecnica TOC prevede preliminarmente la realizzazione di vasche di perforazione (nel punto di partenza e nel punto di arrivo) che avranno lunghezza di 2,5 m, larghezza di 2 m e profondità variabile compresa tra 1,0-1,5 m. Le modalità di scavo delle vasche sarà del tutto analoga a quella seguita per le trincee di cavidotto. Qualora nella realizzazione della vasca si dovesse trovare del materiale incoerente dovrà essere messa opportunamente in sicurezza, con apposite sbadacchiature.

Lo scavo delle vasche sarà realizzato con mezzi meccanici (escavatori). Qualora lo scavo interessi strade asfaltate sarà effettuato preliminarmente il taglio della sede stradale, ed il materiale bituminoso risultante sarà trasportato a rifiuto. Il restante materiale proveniente dallo scavo sarà momentaneamente accantonato possibilmente a margine dello scavo stesso, e comunque nell’ambito dell’area di cantiere, quindi terminata la posa dei cavi riutilizzato per il rinterro nello stesso sito.

6 RIPRISTINI

6.1 Ripristini su terreno vegetale

Durante lo scavo su terreno vegetale si avrà l’accortezza in fase di scavo di separare il terreno vegetale (strato superficiale, di spessore variabile), dal resto del materiale rinveniente dagli scavi (sabbie limose). In fase di rinterro si avrà cura di utilizzare materiale vagliato rinveniente dagli stessi scavi esente da pietre di grosse dimensioni per gli strati più profondi intorno ai cavi, utilizzando se necessario dei setacci. Il terreno vegetale sarà invece utilizzato nel rinterro degli strati superficiali stendendolo in modo tale da non alterare la morfologia superficiale del terreno stesso.

6.2 Ripristini su strade non asfaltate

Il ripristino delle strade non asfaltate sarà di fatto analogo al ripristino su terreno vegetale. Anche in questo caso si avrà cura in fase di scavo di separare il misto stabilizzato degli strati superficiali dal resto, in modo da poterlo riutilizzare al meglio nella fase di rinterro, allo scopo di ristabilire la condizione ex ante. Durante il rinterro sarà effettuata una costipazione a strati di spessore 20-30 cm.

6.3 Ripristini su strade asfaltate

Il ripristino dei tratti asfaltati avverrà invece secondo le seguenti modalità:

- 1) Ripristino con materiale vagliato rinvenente dagli scavi sino ad una quota di 20 cm dal piano stradale finito, durante il rinterro si provvederà alla compattazione del materiale per strati non superiori a 20-30 cm;
- 2) Compattazione finale;
- 3) Posa di uno strato di fondazione stradale in calcestruzzo dello spessore di 10 cm;
- 4) Posa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) dello spessore di altri 10 cm, sino al piano stradale;
- 5) Il ripristino così effettuato sarà tenuto "sotto traffico" per almeno 30 giorni, durante questo periodo il tratto stradale oggetto di ripristino sarà mantenuto costantemente sotto controllo e si interverrà tempestivamente per la sistemazione di buche e tratti che subiranno deformazioni. La sistemazione consisterà nell'asportazione degli strati superficiali (quelli in cemento e binder), nuova compattazione con eventuale aggiunta di materiale secco (pietrame di idonea pezzatura per sottofondi stradali), nuova posa degli strati di cemento (10 cm) e binder (10 cm) nei tratti oggetto di sistemazione.
- 6) Trascorso tale periodo, sarà effettuato prima la fresatura del manto bituminoso per uno spessore di 3 cm e quindi la stesa di un nuovo tappetino. Nel caso di trincee la fresatura e la stesa del tappetino interesserà mezza carreggiata, nel caso di vasche per TOC l'intera carreggiata per una lunghezza di 2,5 m circa.

I lavori su strade pubbliche dovranno compiersi in maniera da arrecare il minimo disturbo possibile al traffico, appena posato il cavo si dovrà subito chiudere la sezione della trincea, in modo da consentire la ripresa del transito.



7 INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI LINEE DI TELECOMUNICAZIONE INTERRATE

Sebbene al momento non siano state individuate è possibile che esistano delle interferenze con reti di telecomunicazioni interrato, tipicamente di proprietà TELECOM S.p.a., FASTWEB S.p.a. Vodafone S.p.a. Come detto in fase di autorizzazione del progetto sarà verificata l'effettiva esistenza di tali interferenze, e la società che gestisce le linee darà precise e puntuali indicazioni sulle modalità tecniche di superamento dell'interferenza.

In linea generale si prevedono le seguenti modalità, in caso di intersezioni:

- In sottopasso a cielo aperto, a -50 cm dalla generatrice inferiore della tubazione esistente
- In tubazione (diametro 200 mm), annegata in bauletto in cls da realizzare in opera.

In caso di parallelismi il cavo sarà posato ad una distanza minima di 50 cm dai cavi di telecomunicazione. Tale distanza è misurata sulla proiezione orizzontale della linea di posa dei cavi.