

**Comuni di : SAN GIORGIO LA MOLARA, MOLINARA,
SAN MARCO DEI CAVOTI, BASELICE E FOIANO DI VAL FORTORE**

Provincia di : BENEVENTO

Regione : CAMPANIA

PROPONENTE

IVPC



IVPC S.r.l.

Sede legale : 80121 Napoli (NA) - Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11
Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108
Indirizzo email ivpc@pec.ivpc.com

I.V.P.C. S.r.l.
Vico Santa Maria a Cappella Vecchia, 11
80121 Napoli

P.IVA: 01895480646

Infes



OPERA

**PROGETTO PER IL RIFACIMENTO E POTENZIAMENTO
DI UN PARCO EOLICO**

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

Calcoli preliminari impianti elettrici

DATA : Dicembre 2021

N°/CODICE ELABORATO :

R 07C.2

SCALA :

Folder :

Tipologia : Relazione

Lingua : ITALIANO

I TECNICI



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

MEZZINA dott. ing. Antonio

Via Tiberio Solis n.128 | 71016 San Severo (FG)

Tel. 0882.228072 | Fax 0882.243651

e-mail: info@studiomezzina.net | web: www.studiomezzina.net



00	Dicembre 2021	Emissione per progetto definitivo	Ing. Merlino	Ing. MEZZINA	IVPC
N° REVISIONE	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE



PROPONENTE:

IVPC S.r.l.

Società Unipersonale

Sede legale : 80121 Napoli (NA) - Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11

Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108

PEC: ivpc@pec.ivpc.com

C.F. e P.IVA: 01895480646

IVPC



PROGETTO DEFINITIVO PER IL RIFACIMENTO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 146,40MW E POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 150 MW SITO NEI COMUNI DI BASELICE, FOIANO DI VAL FORTORE, SAN MARCO DEI CAVOTI, MOLINARA E SAN GIORGIO LA MOLARA (BN), NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.

RELAZIONE TECNICA

CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI

Codice Pratica TERNA n. 202001639



SOMMARIO

1.	OGGETTO	3
2.	DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO.	3
3.	MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN E UBICAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE.....	5
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
5.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO EOLICO E DELLA RETE ELETTRICA MT	9
6.	CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI.....	10
6.1.	<i>Cavi MT.....</i>	<i>10</i>
6.2.	<i>Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....</i>	<i>11</i>
6.3.	<i>Modalità di posa</i>	<i>13</i>
6.4.	<i>Protezione contro i contatti diretti.....</i>	<i>16</i>
6.5.	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>17</i>
7.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	17
7.1.	<i>Protezione contro il sovraccarico</i>	<i>17</i>
7.2.	<i>Protezione contro il cortocircuito</i>	<i>18</i>
7.3.	<i>Cadute di tensione.....</i>	<i>18</i>
7.4.	<i>Dimensionamento Linee MT</i>	<i>19</i>
7.5.	<i>Conclusioni.....</i>	<i>19</i>



1. OGGETTO

La presente relazione è relativa alla progettazione definitiva in seno al procedimento autorizzativo del “Progetto per il rifacimento di un parco eolico” che la **IVPC S.r.l.** intende realizzare in territorio di Baselice, Foiano di Val Fortore, San Marco dei Cavoti, Molinara e San Giorgio la Molara, tutti in provincia di Benevento. In questa relazione sono trattati nello specifico gli aspetti specialistici relativi alle linee elettriche di collegamento interne ed esterne al parco eolico.

2. DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO.

L’intervento di Rifacimento dell’Impianto Eolico prevede la dismissione degli esistenti 97 aerogeneratori e la successiva installazione di 24 nuovi, ciascuno della potenza nominale di 6.1 MW, per un totale quindi di 146,4 MW. L’energia prodotta confluirà nella sottostazione esistente di proprietà di IVPC, situata immediatamente a ridosso della esistente Stazione di Smistamento 150kV di Terna situata nel Comune di Foiano di Val Fortore (BN).

L’impianto eolico, nella sua configurazione finale, sarà in definitiva costituito da:

- 3 Aerogeneratori situati nei territori di Baselice, al confine con San Marco dei Cavoti;
- 1 aerogeneratore in agro di Foiano di Valfortore, in prossimità del confine con San Marco dei Cavoti;
- 6 aerogeneratori in agro di San Marco dei Cavoti;
- 8 aerogeneratori in agro di Molinara;
- 6 aerogeneratori in agro di San Giorgio La Molara;
- Elettrodotti dorsali ricadenti nei comuni di Baselice, Foiano di Val Fortore, San Marco dei Cavoti, Molinara, San Giorgio La Molara;
- Sottostazione Produttore, in immediata adiacenza alla SE della RTN “Foiano”, sita in agro di Foiano di Val Fortore, in prossimità del confine con Molinara; la sottostazione è già esistente e sarà oggetto di solo adeguamento degli impianti tecnologici.

I 24 aerogeneratori avranno le seguenti principali caratteristiche tecniche:

POTENZA NOMINALE	6100 kW
NUMERO DI PALE	3
DIAMETRO DEL ROTORE	158m
TIPO TORRE	Tubolare Conica in acciaio
ALTEZZA DI MOZZO	101m
ALTEZZA TOTALE MASSIMA	180m
TIPO GENERATORE	ASINCRONO



TENSIONE USCITA DEL GENERATORE	BT <1000V
RAPPORTO TENSIONI CABINA TORRE	<1000V/30 kV
TENSIONE LINEA COLLEGAMENTO TORRI	30kV

La potenza complessiva del parco eolico è quindi di:

$$P = P_{gen} \cdot N = 6,10 \cdot 24 = 146,40 \text{ MW}$$

A bordo di ciascun aerogeneratore, in navicella, sarà alloggiato un trasformazione da 6100kVA ove la bassa tensione prodotta dall'aerogeneratore sarà trasformata a 30.000V.

Tutte le macchine saranno, quindi, collegate tra loro mediante linee interrate in media tensione di caratteristiche dettagliatamente descritte nei paragrafi seguenti.

L'interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione utente avverrà attraverso una rete elettrica in MT in cavo interrato per una lunghezza di circa 19,6km, che si svilupperà, per la maggior parte dei percorsi, lungo la rete stradale esistente ed attraverserà i territori dei comuni di Baselice, San Marco dei Cavoti, Molinara, San Giorgio La Molar e Foiano di Valfortore, tutti in provincia di Benevento.

Il progetto definitivo dei 24 aerogeneratori prevede la sua suddivisione, dal punto di vista elettrico, in 4 Sottopianti (Fortore_1, Fortore_2, Fortore_3, Fortore_4, tutti composti da 6 aerogeneratori, come da tabella di riepilogo:

Sottopianto	FORTORE_1	FORTORE_2	FORTORE_3	FORTORE_4
Aerogeneratore	BAS01	SMC03	MOL02	SMG06
	BAS02	SMC04	MOL03	SMG05
	BAS03	SMC05	MOL04	SMG04
	SMC01	SMC06	MOL07	SMG03
	SMC02	MOL01	MOL05	SMG02
	FV01	MOL08	MOL06	SMG01

Per ragioni di ottimizzazione tecnica ciascuno dei quattro Sottopianti si conetterà alla Sottostazione Produttore mediante una dorsale elettricamente dedicata. Le dorsali, nei punti di confluenza, correranno affiancate in unico scavo. I due sottopianti Fortore_1 e Fortore_4 avranno le dorsali che partono da Cabine di Raccolta, nelle quali avverrà il parallelo tra le energie provenienti dai vari tronchi di impianto.

Tutti gli elettrodotti dorsali conferiranno l'energia nella Cabina primaria produttore già esistente, ubicata in agro di Foiano di Valfortore, al F.37, p.lla 76, sub. 5, immediatamente a ridosso della esistente Stazione Elettrica di Smistamento 150 kV TERNA "Foiano".

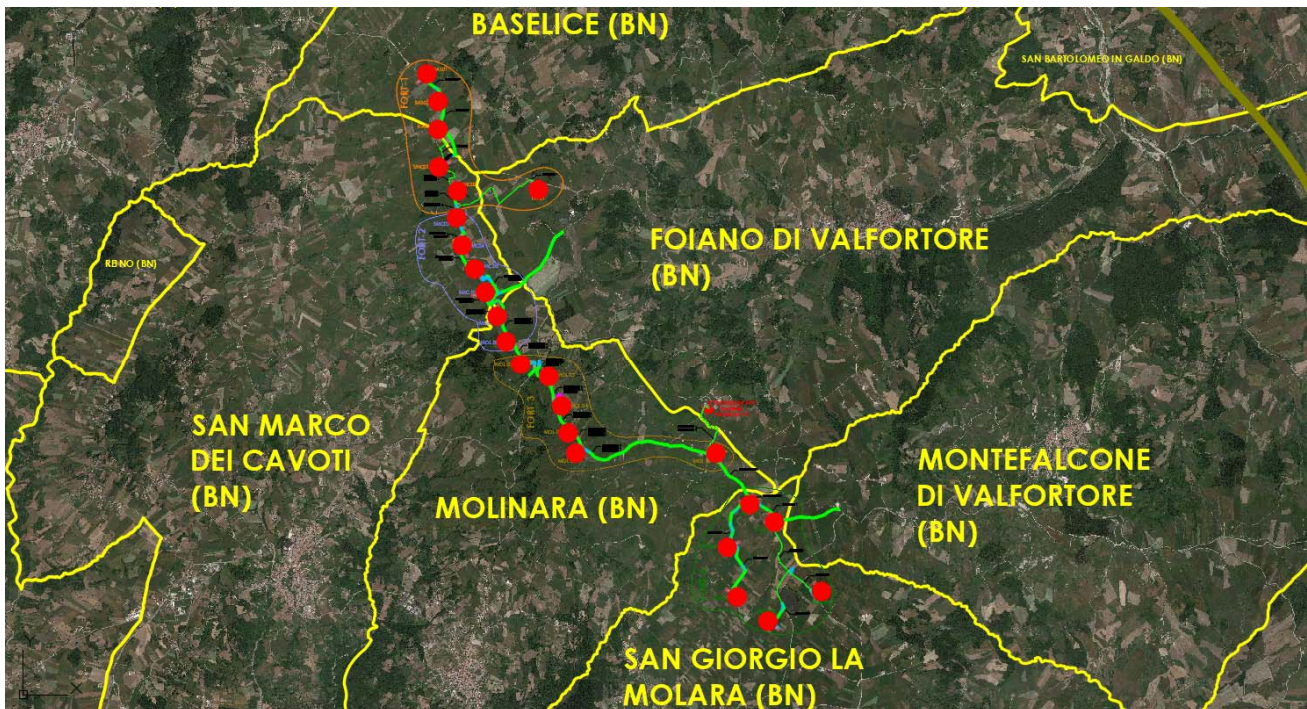


Fig. 1. Inquadramento di ampio raggio su ortofoto dell'area di intervento, situata tra i comuni di Baselice, San Marco dei Cavoti, Foiano di Valfortore, Molinara, SanGiorgio la Molara; in rosso, gli aerogeneratori; in verde le tratte di elettrodotti interni ed esterni.

La soluzione di connessione è stata fornita da TERNA, quale Gestore della RTN, mediante lettera PEC del 22.01.2021, attribuendo codice pratica 202001639 e prevede il mantenimento dell'attuale schema di connessione; per il benessere è stato presentato idoneo Piano Tecnico delle Opere al Gestore ENEL, in corso di approvazione.

La soluzione progettuale prevede l'adeguamento di entrambi gli stalli già esistenti ed in esercizio, situati nella SSE Produttore già esistente, mediante sostituzione delle apparecchiature elettromeccaniche, sostituzione dei Trasformatori MT/AT esistenti e realizzazione di nuovi locali tecnici di tipo ad elementi prefabbricati previa demolizione di quelli esistenti in muratura.

Con istanza di riesame del 16.12.2021 la IVPC ha richiesto un incremento di potenza della connessione, in modo da unificare in un solo impianto i vari rami dei precedenti impianti.

3. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN E UBICAZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE.

Il parco eolico sarà collegato alla Rete di Trasmissione Nazionale attraverso una cabina primaria di trasformazione 30/150kV (sottostazione).



La sottostazione è già esistente, in agro di Foiano di Valfortore (BN) in immediata adiacenza alla esistente SE TERNA a 150kV e ad essa direttamente connessa mediante conduttori rigidi, su terreno distinto al NCT alla particella 76 del foglio 37, subalterno 5.

Il punto di connessione alla RTN del nuovo parco eolico è stato assegnato da TERNA alla IVPC s.r.l. a seguito di esplicita richiesta di connessione avanzata da quest'ultima, secondo le specifiche modalità del Codice di Rete.

La società TERNA ha fornito la soluzione di connessione con nota PEC del 22.01.2021, 0269576, codice pratica **202001639**. La soluzione di connessione prevede:

“il mantenimento dell'attuale schema di connessione”,

oltre alla realizzazione di adeguamenti di Rete il cui onere autorizzativo e costruttivo non ricade sulla Proponente.

La IVPC s.r.l., con nota del 22/02/2021, accettava il predetto preventivo di connessione mediante pagamento dei relativi oneri.

La rete elettrica prevista per il collegamento dei 24 aerogeneratori si compone fondamentalmente delle seguenti sezioni di impianto:

1. Linee interne al parco MT a 30kV tipo ARE4H5E-18/30kV di collegamento in entra-esce tra gli aerogeneratori, e tra aerogeneratori e cabine di raccolta, in formazione varia;
2. 4 Elettrodotti dorsali MT a 30kV tipo ARE4H5E-18/30kV di formazione:
 - a. Fortore 1: 2x[3x(1x630)mm²];
 - b. Fortore 2: 2x[3x(1x500)mm²];
 - c. Fortore 1: 2x[3x(1x500)mm²];
 - d. Fortore 1: 2x[3x(1x5030)mm²];
3. Sotto Stazione Elettrica produttore, di trasformazione 30/150kV, costituita da due stalli di ingresso e trasformazione da 80/90 MVA cadauno;
4. Sistema di conduttori rigidi per il collegamento agli stalli assegnati in SE-RTN.

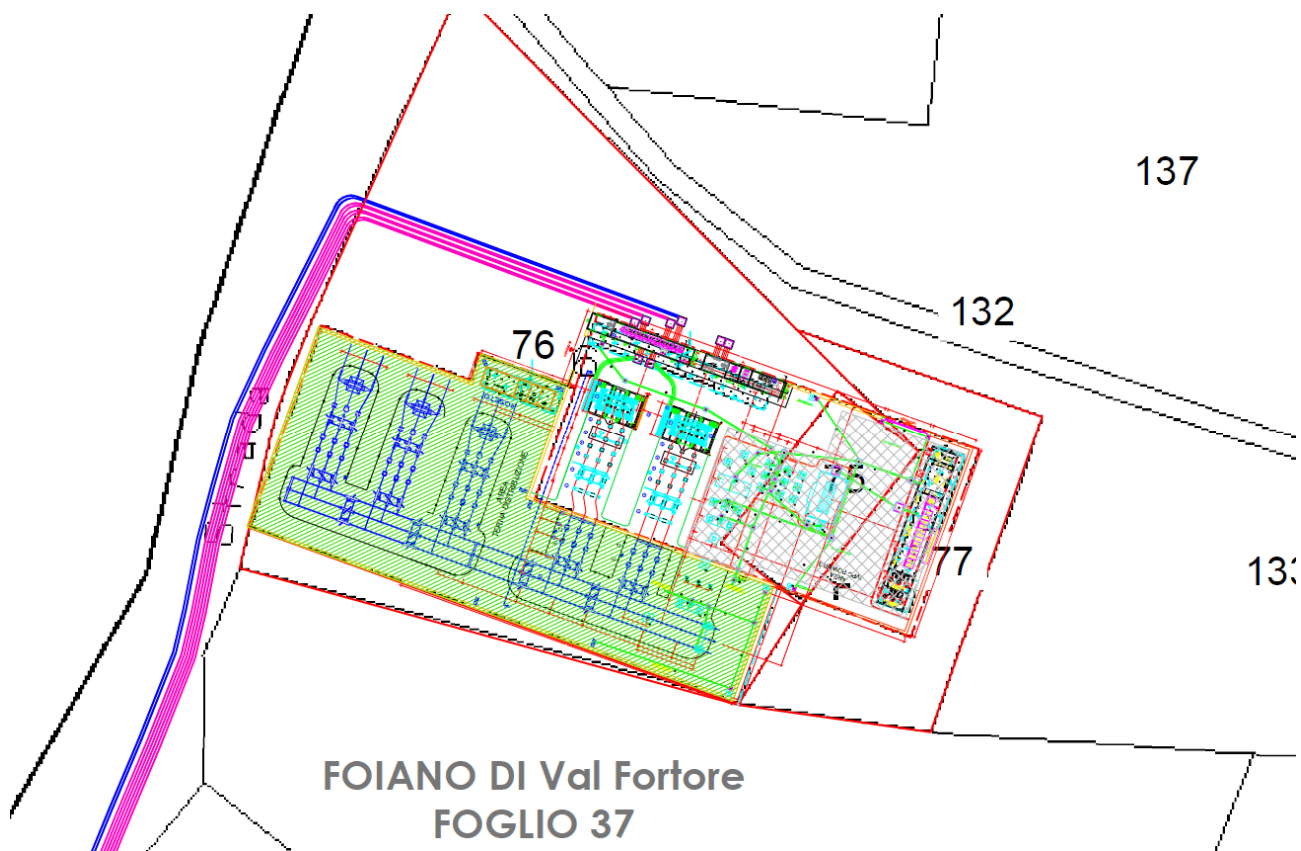


Fig. 2. Planimetria su catastale dell'area di intervento: campite con retino grigio, le aree non oggetto di intervento; in blu e viola l'elettrodotto MT 30kV; con retino verde, la Stazione Terna

Si precisa che gli stalli interni alla SE TERNA (punto 4. dell'elenco che precede) sono già esistenti e non saranno oggetto di intervento.

Le opere elettromeccaniche di collegamento consisteranno nella rimozione degli esistenti stalli montanti di trasformazione 20/150kV da 25/33MVA, nella demolizione della esistente vasca trafo, nella realizzazione di nuove vasca di dimensioni adeguate e nell'installazione dei nuovi trasformatori MT/AT 30/150kV da 80/90MVA.

Inoltre saranno demoliti gli attuali locali tecnici MT 20kV esistenti in muratura per far posto a nuovi locali ad elementi prefabbricati di moderna concezione, con quadri MT a livello di tensione 30kV.

In luogo dell'unico edificio esistente ne saranno realizzati due:

- Il primo sarà destinato a locale quadri MT, con un vano dedicato a locale contatori;
- l'altro edificio sarà destinato a locali tecnici BT e locale SCADA.

Tali interventi fanno parte nella loro interezza del progetto definitivo da sottoporre ad autorizzazione nell'ambito del procedimento unico previsto dall'art. 12 del D.lgs. 387/03.



4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L'applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l'emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all'attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

NRif1. CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

NRif2. CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";

NRif3. CEI 99-2 (EN 61936-1) "Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.";

NRif4. CEI 99-3 (EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a."

NRif6. CEI 9-17 – 2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";

NRif7. CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";

NRif8. CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

NRif10. EI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco";

NRif11. CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";

NRif12. CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";

NRif13. CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";

NRif14. CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";

NRif15. CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";

NRif16. CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";

NRif17. ENEL "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", ed. 5.0. Marzo 2015;

5. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO EOLICO E DELLA RETE ELETTRICA MT

Il progetto prevede lavori di costruzione ed esercizio di un impianto eolico finalizzato alla produzione di energia elettrica per una potenza di picco pari a 146,4MWe e potenza ai fini della connessione pari a 150MW.

In particolare il progetto sarà caratterizzato da:

- 1) **24** aerogeneratori di grande taglia, con diametro del rotore pari a 158m, altezza al mozzo pari a 101m, altezza di TIP pari a 180m, della potenza nominale di **6,1MWe** cadauno;
- 2) **Linee** interrante in Media Tensione a 30kV, per l'interconnessione in entra-esce tra gli aerogeneratori, di formazione varia, secondo gli schemi che si riportano in appresso:

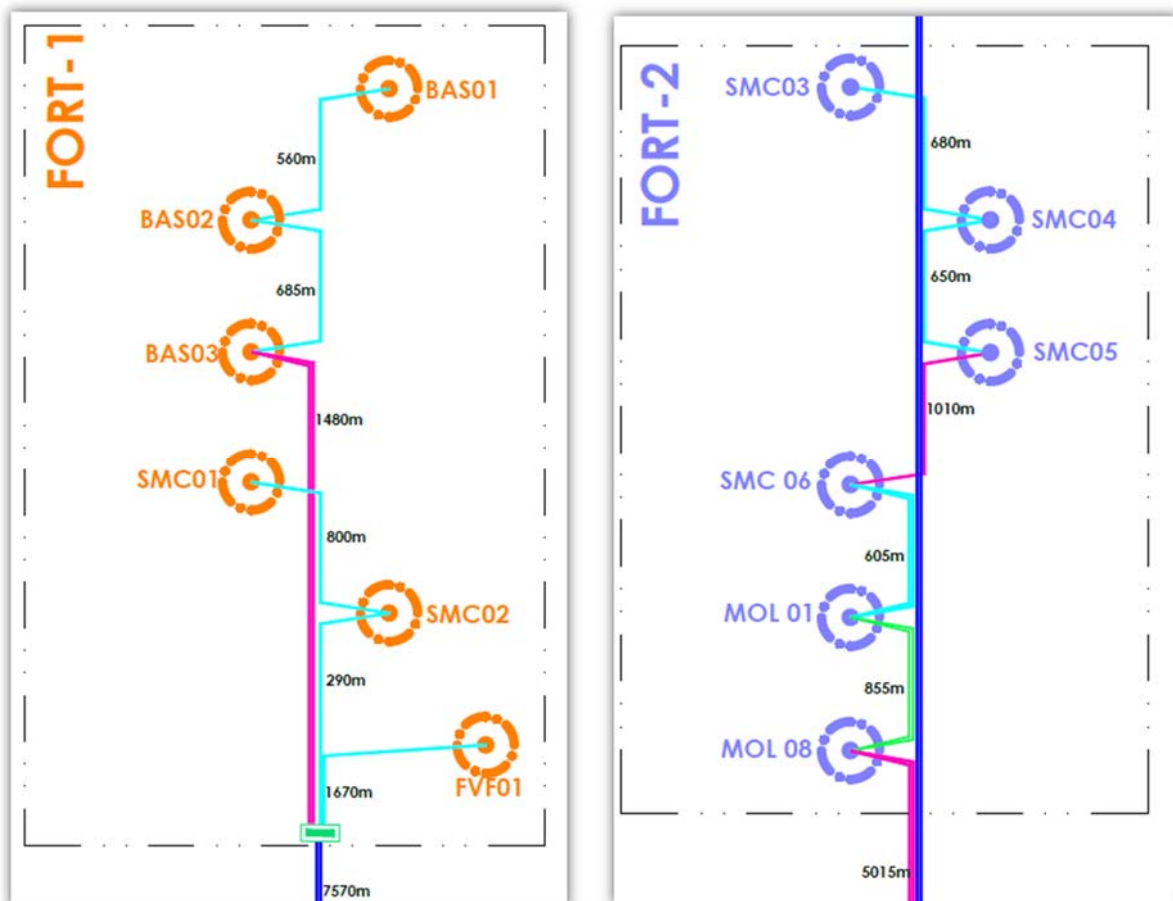
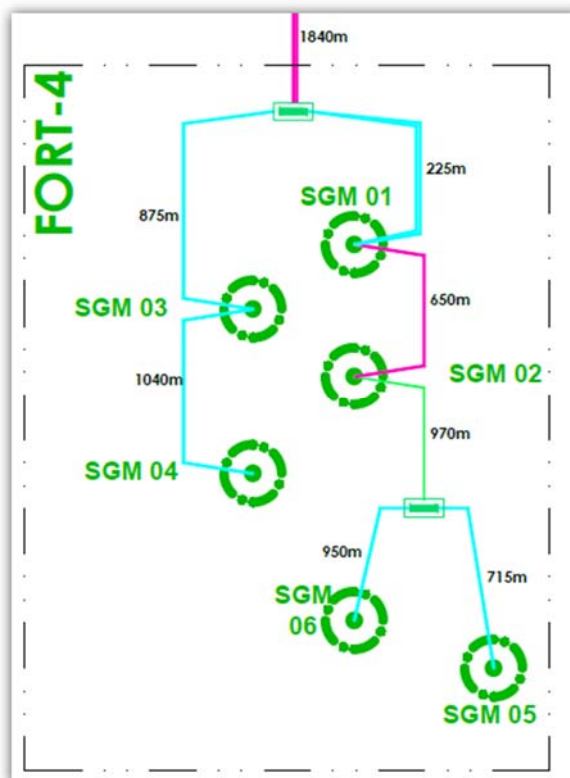
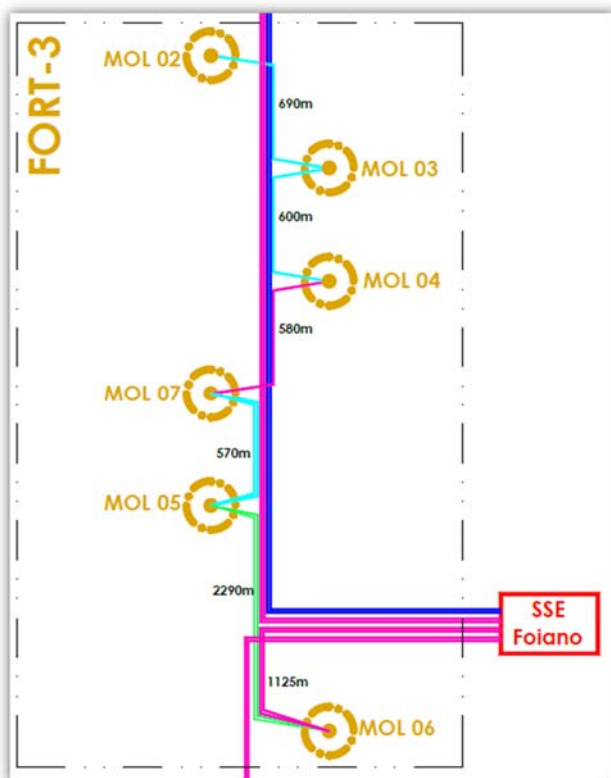


Fig. 3. Grafo a deformata delle linee MT di interconnessione degli aerogeneratori e della connessione alla RTN

- 3) **4 elettrodotti** dorsali esterni per la connessione alla SSE, di lunghezza pari, rispettivamente a:
 - a. **Fortore1:** circa 7570m.
 - b. **Fortore2:** circa 5015m.
 - c. **Fortore3:** circa 1840m.

- 4) **1 sottostazione** elettrica Produttore 30/150kV, già esistente e da adeguare, per la connessione alla RTN, situata a ridosso della esistente Stazione Elettrica TERNA “**Foiano**”.



A bordo di ciascuno degli aerogeneratori sarà alloggiato un trasformatore MT/BT ove la tensione prodotta dall’aerogeneratore a bassa tensione sarà elevata al valore di 30kV.

Gli aerogeneratori saranno connessi tra loro mediante entra-esci tra le macchine, oppure mediante parallelo in Cabine di Raccolta, identificate dai codici CdR1, CdR2, CdR3.

I vari collegamenti saranno composti tutti da linee elettriche a 30kV completamente interrato secondo i percorsi riportati in dettaglio negli elaborati planimetrici, prevalentemente lungo tracciati già occupati dagli attuali elettrodotti.

Tutte le linee elettriche MT sia interne che esterne al parco eolico seguiranno prevalentemente il tracciato della viabilità esistente, sia asfaltata che sterrata.

6. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI

I conduttori utilizzati nell’impianto in oggetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche.

6.1. Cavi MT

I cavi per le linee MT a 30kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- *Designazione: ARE4H5E in accordo alla norma IEC 60502/CEI 20-13: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa termoidurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo antiumidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in MDPE, colore rosso*
- *Grado di isolamento: 18/30kV*
- *Tensione nominale: 30kV*
- *Conduttori a corda rigida compatta di alluminio*
- *Formazioni: come da progetto*
- *Sezioni: come da progetto*

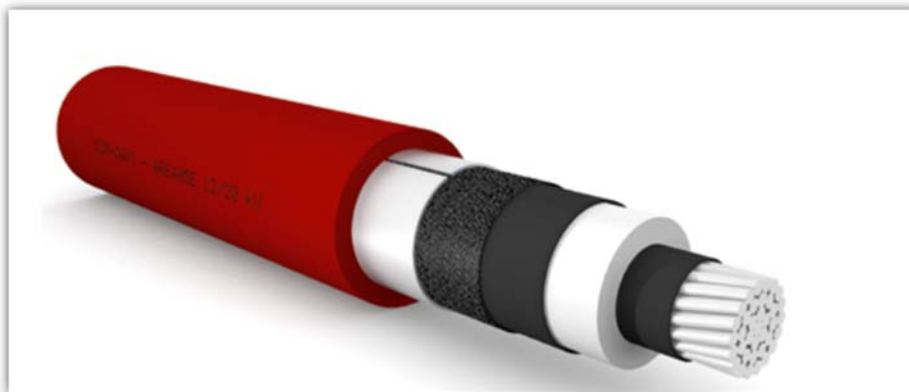


Fig. 4. Particolare degli strati costitutivi di un cavo MT ARE4H5E

6.2. Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

Giunzione cavi MT

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

Convenzionalmente si definisce “giunzione” la giunzione 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 dritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'Appaltatore. Le giunzioni 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.

Terminazione ed attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. 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 30kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra 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).*



La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35mm².

6.3. Modalità di posa

Generalità

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi realizzati mediante TOC in sottopasso a condotte esistenti o canale di acciaio aggirate al fianco dei ponti, laddove presenti. Il tracciato dei cavidotti è riportato nei documenti di progetto.

I cavi elettrici saranno posati in uno scavo avente profondità dal piano stradale compresa tra 1 e 1,2m circa, con larghezza variabile a seconda della formazione.

Il cavo verrà adagiato su un letto di sabbia di spessore pari a 0,10m e sarà ricoperto da un ulteriore strato di sabbia di spessore minimo pari a 0,30m; tale cassonetto ospiterà anche la fibra ottica direttamente posata in terreno; sul cavo sarà posato un tegolino in plastica per la protezione meccanica.

Infine, ad una distanza di circa 0,20m dal cavo di fibra, verrà posato il nastro segnalatore. Successivamente lo scavo verrà ripristinato secondo le condizioni iniziali.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità indicata nel documento di progetto;*
- *posa dei conduttori e/o fibre ottiche. 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;*
- *posa dei tegoli protettivi;*
- *reinterro con terreno di scavo;*
- *inserimento nastro per segnalazione tracciato.*

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

Modalità di posa dei cavi MT

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel



paragrafo precedente. 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 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 effettuato 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: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm² di sezione totale per i conduttori in alluminio.*
- *Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:*

Sezione del cavo	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	
Cavo avvolto ad elica	81	87	91	94	98	102	108	
Sezione del cavo	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Cavo unipolare	63	65	68	72	75	80	85	91

- *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. è vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.*

Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavi essi saranno ricoperti con uno strato superiore di sabbia di spessore pari a 20cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo, ovvero completando la richiusura con un pacchetto di tipo stradale carrabile in misto stabilizzato, secondo necessità. Il terreno di risulta, privo di scorie, sarà distribuito in loco, ovvero trasportato a discarica autorizzata qualora contaminato da scorie di lavorazione.

Di seguito si riportano alcune tipologie delle sezioni di scavo del progetto che riguardano sia i cavi interni che esterni al parco eolico:

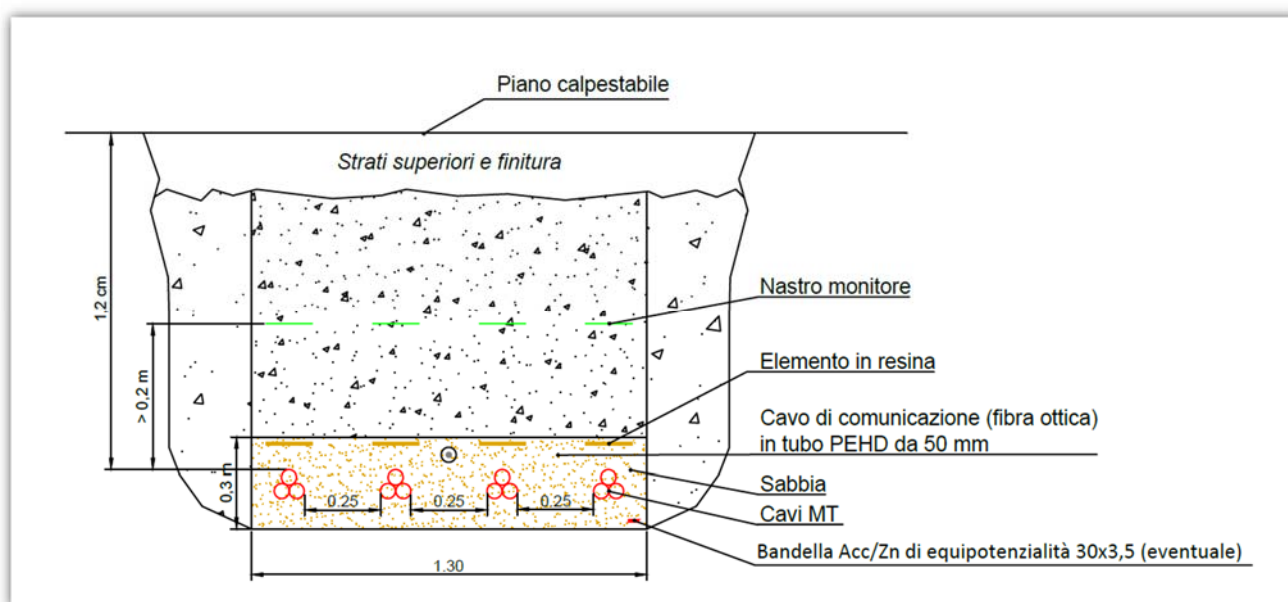


Fig. 5.- Particolare: tipico scavo MT per 4 terne MT affiancate.

Nei tratti in cui sono presenti interferenze con il reticolo idrografico, situati in corrispondenza di ponti, il cavo sarà posato in canale di acciaio fissato all'infrastruttura stradale, come da dettagli riportati nell'elaborato Grafico S.P.All.6h:

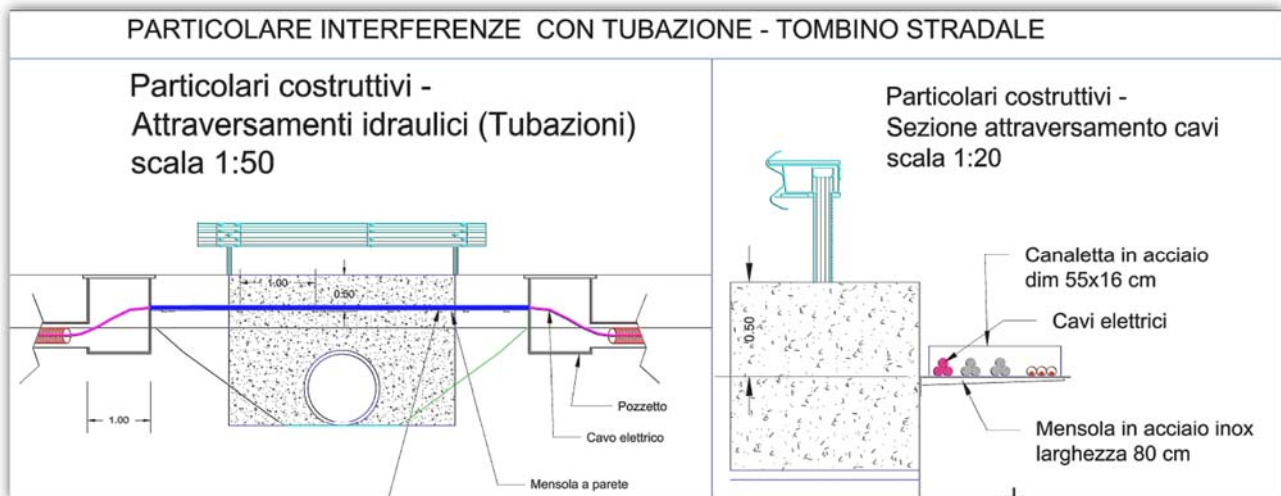


Fig. 6. Particolare della soluzione delle interferenze nel caso di piccoli tombini stradali

Laddove ciò non fosse possibile, o per superare sottoservizi, sarà utilizzata la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata.

Lungo il percorso degli elettrodotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusino superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono. Tutti i collegamenti dei cavi dovranno essere realizzati in apposite scatole o pozzetti di derivazione e/o rompitratta; non sono ammessi collegamenti direttamente all'interno delle tubazioni e cavidotti. Nelle scatole di derivazione i collegamenti saranno eseguiti mediante appositi morsetti a cappello IPXD di sezione adeguata al numero e sezione dei conduttori da collegare. Nei pozzetti interrati invece i collegamenti di cavi saranno eseguiti esclusivamente mediante giunti a resina colata di dimensioni e numero di vie adeguate al numero e formazione dei cavi da giuntare. Tutti i cavi si attesteranno ai morsetti delle apparecchiature mediante appositi terminali a capocorda a crimpare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per lo schema di dettaglio della posa di detti cavi, di cui si riportano qui di seguito alcune miniature.

6.4. Protezione contro i contatti diretti.

Nell'impianto elettrico a servizio degli aerogeneratori e delle Cabine di Raccolta, ed in quello relativo alla parte BT della Sottostazione Produttore, saranno adottate misure di protezione atte ad evitare il contatto delle persone con parti che normalmente sono in tensione. Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti. Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti



attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m

Tra i sistemi di protezione indicati nella sez. 412 della norma CEI 64-8, saranno adottati a seconda dei casi solamente quelli a protezione totale e tra questi quelli che prevedono l'impiego dell'isolamento totale delle parti attive e/o mediante l'impiego di involucri di protezione con grado di protezione non inferiore ad IP2X.

6.5. Protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema adottato per la protezione contro i contatti indiretti è quello del doppio isolamento o isolamento rinforzato di cui alla norma CEI 64-8. Per le linee elettriche aeree valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Pertanto tutti i componenti elettrici saranno di classe II, in particolare saranno di classe II:

1. tutte le armature di illuminazione;
2. tutte le morsettiere valvolate;
3. i cavi multipolari.

7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il dimensionamento dei conduttori è stato eseguito tenendo presente la corrente di impiego I_b ed imponendo una caduta di tensione totale massima del 4%.

Tale dimensionamento tiene inoltre conto del coordinamento tra caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito; a tale scopo occorre pertanto considerare anche la I_n e la caratteristica I^2t dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

Per ciascuna delle linee si è verificato quanto descritto nei due punti seguenti.

7.1. Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(F)} \leq I_{r(F)} \leq I_{z(F)}$$

$$I_{r(F)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(F)}$$

$$I_{b(N)} \leq I_{r(N)} \leq I_{z(N)}$$

$$I_{r(N)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(N)}$$

essendo:

I_b la corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);



- In la corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
 Ir la corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N)
 Iz la portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);
 If/In il rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

7.2. Protezione contro il cortocircuito

$$I^2t^{(1)} \leq K_f^2 S_f^2$$

$$I^2t^{(2)} \leq K_n^2 S_n^2$$

$$I_{cn} \geq I_{cc,max}$$

Punto di installazione del dispositivo di protezione \Rightarrow In partenza alla linea

essendo:

- I^2t l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore per:
 (1) su sganciatore di fase alla corrente di c.to c.to massima (trifase) ai morsetti;
 (2) su sganciatore adibito a protezione del neutro alla c.te di c.to c.to fase-neutro ai morsetti.
- K coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo del suo isolante, per il conduttore di fase (f) o di neutro (n);
- S la sezione del conduttore di fase (f), neutro (n);
- I_{cn} il potere di interruzione nominale del dispositivo di protezione;
- $I_{cc,max}$ la corrente di corto circuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistemi trifase e fase neutro ai morsetti per i sistemi monofase).

Per quanto indicato nei due punti precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

7.3. Cadute di tensione

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali è stato effettuato in base al criterio della portata di corrente, procedendo poi al calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile, considerando condizioni di posa sfavorevoli ed utilizzando le formule sotto riportate per il calcolo:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{U} \cdot 100$$

dove:

- I corrente di impiego (espressa in Ampere)
- L lunghezza della linea
- R resistenza della linea
- X reattanza della linea
- $\cos \varphi$ fattore di potenza del carico
- V tensione concatenata per linea trifase

Queste verifiche sono state condotte su ciascuna linea, per ciascuna tratta.

7.4. Dimensionamento Linee MT

Il dimensionamento è stato effettuato in modo tale che nelle peggiori condizioni di esercizio la caduta di tensione complessiva tra gli estremi della serie MT, ovvero tra le sbarre MT dell'aerogeneratore più lontano, e le sbarre MT degli scomparti di partenza MT nei locali tecnici della SSE non superi in ogni caso il 2% della tensione nominale di impianto, come analiticamente dimostrato nel preposto elaborato, di cui si riporta in appresso uno stralcio relativo al sottoimpianto Fortore-1:

DIMENSIONAMENTO RETE MT														
FORT-1	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRU	NUMERO TERNE	WTG CARICATI			CARATTERISTICHE DEL CAVO	CADUTA DI TENSIONE max		VERIFICA PORTATA	PERDITE	
						NUMERO	CORRENTE WTG	CORRENTE LINEA		PORTATA	ΔU			$\Delta U\%$
							I_{WTG}	I_L	I_z			$[V]$	$[\%]$	
							[m]	$[mm^2]$				[A]	[A]	[A]
BAS01	BAS01-BAS02	560	240	2	1	1	130,59	130,59	280,08	20,2	0,07%	OK	4,8	
BAS02	BAS02-BAS03	685	240	2	1	2	261,19	261,19	280,08	49,5	0,16%	OK	23,6	
BAS03	BAS03-CDR1	1480	500	2	1	3	391,78	391,78	436,56	81,1	0,27%	OK	55,5	
SMC01	SMC01-SMC02	800	240	2	1	1	130,59	130,59	280,08	28,9	0,10%	OK	6,9	
SMC02	SMC02-CDR1	290	240	2	1	2	261,19	261,19	280,08	21,0	0,07%	OK	10,0	
FV01	FV01-CDR1	1670	240	2	1	1	130,59	130,59	280,08	60,4	0,20%	OK	14,4	
CDR1	CDR1-SSE	7570	630	2	2	6	783,56	391,78	506,26	329,1	1,10%	OK	220,1	
SSE														
										TOTALI max	590,2	1,97%		335,3

7.5. Conclusioni

Per quanto indicato nel paragrafo precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

Le verifiche di caduta di tensione, condotte su ciascuna linea, sono risultate positive: la caduta di tensione complessiva tra i punti estremi delle linee non supera in ogni caso il 4%, valore imposto.

San Severo, Dicembre 2021

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

DOTT. ING.
 Ing. MEZZINA Antonio



IVPC S.R.L. , Vico Santa Maria a Cappella Vecchia n. 11 - 80121 Napoli
IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA N.24 AEROGENERATORI DA 6,1 MW

NEI COMUNI DI Baselice, Foiano di Val Fortore, San Marco dei Cavoti, Molinara, San Giorgio La Molara (BN) E RELATIVE OPERE CONNESSE

CARATTERISTICHE AEROGENERATORE

POTENZA		P_{WTG}	[kW]	6100
TENSIONE ESERCIZIO		U_{cab}	[V]	30000
F.d.P.		$\cos\phi_{cab}$		0,9
CORRENTE Aerogeneratore 4,2 mW		I_{WTG}	[A]	130,59

Caratteristiche di posa

tipologia di posa		a trifoglio
profondità di posa	[m]	1,5
distanza minima tra le terne	[cm]	7
conducibilità termica del suolo	[m°K/W]	1
fattore di carico		0,7
posa in cavidotto con riempimento		in aria

DIMENSIONAMENTO RETE MT

FORT-1	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI RAGGRUP	NUMERO TERNE	costo	WTG CARICATI		CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE max		VERIFICA PORTATA	PERDITE			
								NUMERO	CORRENTE WTG	CORRENTE LINEA	RESISTENZA SPECIFICA	REATTANZA SPECIFICA	PORTATA	ΔU			$\Delta U\%$	$I_z > I_L$	P_{Loss}
									I_{WTG}	I_L	r	x	I_z						
									[A]	[A]	[Ω /km]	[Ω /km]	[A]						
BAS01	BAS01-BAS02	560	588	240	2	1	21 924,56 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	20,2	0,07%	OK	4,8		
BAS02	BAS02-BAS03	685	719	240	2	1	26 818,44 €	2	261,19	261,19	0,1603	0,0185	280,08	49,5	0,16%	OK	23,6		
BAS03	BAS03-CDR1	1480	1554	500	2	1	81 253,48 €	3	391,78	391,78	0,0776	0,0165	436,56	81,1	0,27%	OK	55,5		
SMC01	SMC01-SMC02	800	840	240	2	1	31 320,80 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	28,9	0,10%	OK	6,9		
SMC02	SMC02-CDR1	290	305	240	2	1	11 353,79 €	2	261,19	261,19	0,1603	0,0185	280,08	21,0	0,07%	OK	10,0		
FV01	FV01-CDR1	1670	1754	240	2	1	65 382,17 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	60,4	0,20%	OK	14,4		
CDR1	CDR1-SSE	7570	7949	630	2	2	852 775,64 €	6	783,56	391,78	0,0601	0,0160	506,26	329,1	1,10%	OK	220,1		
SSE							1 090 828,88 €												
												TOTALI max	590,2	1,97%		335,3			

DIMENSIONAMENTO RETE MT

FORT-2	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI	NUMERO TERNE	costo	WTG CARICATI		CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE max		VERIFICA PORTATA	PERDITE			
								NUMERO	CORRENTE WTG	CORRENTE LINEA	RESISTENZA SPECIFICA	REATTANZA SPECIFICA	PORTATA	ΔU			$\Delta U\%$	$I_z > I_L$	P_{Loss}
									I_{WTG}	I_L	r	x	I_z						
									[A]	[A]	[Ω /km]	[Ω /km]	[A]						
SMC03	SMC03-SMC04	680	714	240	2	1	26 622,68 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	24,6	0,08%	OK	5,9		
SMC04	SMC04-SMC05	650	683	240	2	1	25 448,15 €	2	261,19	261,19	0,1603	0,0185	280,08	47,0	0,16%	OK	22,4		
SMC05	SMC05-SMC06	1010	1061	500	2	1	55 450,01 €	3	391,78	391,78	0,0776	0,0165	436,56	55,4	0,18%	OK	37,9		
SMC06	SMC06-MOL01	605	635	240	2	2	42 320,96 €	4	522,37	261,19	0,1603	0,0185	280,08	43,7	0,15%	OK	20,8		
MOL01	MOL01-MOL08	855	898	400	2	2	77 678,46 €	5	652,97	326,48	0,0997	0,0170	385,94	49,3	0,16%	OK	28,6		
MOL08	MOL08-SSE	5015	5266	500	2	2	508 781,78 €	6	783,56	391,78	0,0776	0,0165	436,56	274,8	0,92%	OK	188,1		
SSE							736 302,04 €												
												TOTALI max	494,8	1,65%		303,7			

DIMENSIONAMENTO RETE MT

FORT-3	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI	NUMERO TERNE	costo	NUMERO	WTG CARICATI		CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE max		VERIFICA PORTATA	PERDITE		
									CORRENTE WTG	CORRENTE LINEA	RESISTENZA SPECIFICA	REATTANZA SPECIFICA	PORTATA	ΔU	ΔU%			I _Z > I _L	P _{Loss}
									I _{WTG} [A]	I _L [A]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	I _Z [A]	[V]	[%]				
MOL02	MOL02-MOL04	690	725	240	2	1	27 014,19 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	24,9	0,08%	OK	5,9		
MOL03	MOL03-MOL04	600	630	240	2	1	23 490,60 €	2	261,19	261,19	0,1603	0,0185	280,08	43,4	0,14%	OK	20,7		
MOL04	MOL04-MOL07	580	609	500	2	1	31 842,58 €	3	391,78	391,78	0,0776	0,0165	436,56	31,8	0,11%	OK	21,8		
MOL07	MOL07-MOL05	570	599	240	2	2	39 872,64 €	4	522,37	261,19	0,1603	0,0185	280,08	41,2	0,14%	OK	19,6		
MOL05	MOL05-MOL06	2290	2405	400	2	2	208 051,08 €	5	652,97	326,48	0,0997	0,0170	385,94	132,0	0,44%	OK	76,7		
MOL06	MOL06-SSE	1125	1181	500	2	2	114 133,50 €	6	783,56	391,78	0,0776	0,0165	436,56	61,6	0,21%	OK	42,2		
SSE							444 404,59 €												
													TOTALI max	335,0	1,12%		186,9		

DIMENSIONAMENTO RETE MT

FORT-4	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA	LUNGHEZZA ELETTRICA	SEZIONE	NUMERO MAX CIRCUITI	NUMERO TERNE	costo	NUMERO	WTG CARICATI		CARATTERISTICHE DEL CAVO			CADUTA DI TENSIONE max		VERIFICA PORTATA	PERDITE		
									CORRENTE WTG	CORRENTE LINEA	RESISTENZA SPECIFICA	REATTANZA SPECIFICA	PORTATA	ΔU	ΔU%			I _Z > I _L	P _{Loss}
									I _{WTG} [A]	I _L [A]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	I _Z [A]	[V]	[%]				
SGM05	SGM05-CdR2	715	751	240	2	1	27 992,97 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	25,8	0,09%	OK	6,2		
SGM06	SGM06-CdR2	950	998	240	2	1	37 193,45 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	34,3	0,11%	OK	8,2		
CdR2	CdR2-SGM02	970	1019	400	2	1	48 112,97 €	2	261,19	261,19	0,0997	0,0170	385,94	44,7	0,15%	OK	20,8		
SGM02	SGM02-SGM01	650	683	500	2	1	35 685,65 €	3	391,78	391,78	0,0776	0,0165	436,56	35,6	0,12%	OK	24,4		
SGM01	SGM01-CdR3	225	236	240	2	2	15 739,20 €	4	522,37	261,19	0,1603	0,0185	280,08	16,2	0,05%	OK	7,7		
SGM04	SGM04-SGM03	1040	1092	240	2	1	40 717,04 €	1	130,59	130,59	0,1603	0,0185	280,08	37,6	0,13%	OK	9,0		
SGM03	SGM03-CdR3	875	919	240	2	1	34 257,13 €	2	261,19	261,19	0,1603	0,0185	280,08	63,2	0,21%	OK	30,1		
CdR3	CdR3-SSE	1840	1932	500	2	2	186 671,68 €	6	783,56	391,78	0,0776	0,0165	436,56	100,8	0,34%	OK	69,0		
SSE							426 370,08 €												
													TOTALI max	358,5	1,19%		175,4		

	2 697 905,6	TOTALE PERDITE	1 001,3	[kW]
--	--------------------	-----------------------	----------------	-------------

San Severo, Dicembre 2021

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio


 DOTT. ING.
 ANTONIO
 MEZZINA
 n° 1604