



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di POGGIO IMPERIALE



Proponente	IVPC Power 6 S.r.l. Via Circumvallazione 108 83100 Avellino Tel. 0825.693711 Fax 0825.781472 P.IVA 02509050643 				
PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO	 STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net   				
Studio Paesaggistico e Ambientale	 VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com	Studio Idrologico-idraulico	ARKE' Ingegneria S.r.l. Via Imperatore Traiano, 4 - 70126 BARI Tel. Fax. 080.2022423 E-Mail: l.fanelli@arkeingegneria.it		
Studio Archeologico	 NOSTOI s.r.l. - Dott.ssa Maria Grazia Liseno Tel. 0972.081259 Fax 0972.83694 E-Mail: mgliseno@nostoisrl.it	Studio Civiltistico	 Ing. Tommaso Monaco Tel. 0885.429850 Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it		
Studio Acustico	 Ing. Antonio Falcone Tel. 0884.534378 Fax. 0884.534378 E-Mail: ing.falcone@alice.it	Studio Geologico-geotecnico	Dott. Donato Antonio Fatigato Via G. Matteotti n. 111 - 71121 Foggia tel/fax 0881 745414 / 0881 771533 e-mail: fatigatodonato@tiscali.it		
Consulenza Topografica	Geom. Ercolino Marinucci Palermo Tel. 0874 839190/ cell. 339 1854984 E-Mail: marinucci.e@libero.it	Studio Agronomico	Dr. Agr. Di Mola Gianpietro Via G. Matteotti n. 111 - 71121 Foggia tel/fax 0881 756289 e-mail: gianp.dimola@libero.it		
Opera	Parco Eolico composto da n.16 Aerogeneratori da 3,3 MW per una potenza complessiva di 52,8 MW nel Comune di Poggio Imperiale (FG)				
Oggetto	Folder: A - PROGETTO GENERALE Nome Elaborato: ETK5E66_Doc_A06 Descrizione Elaborato: Relazione di connessione alla RTN				
00	Marzo 2014	Emissione per progetto definitivo - Richiesta V.I.A.	Ing. A. Mezzina	Ing. A. Mezzina	IVPC Power 6 S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala: / Formato: A4	Codice Pratica ETK5E66				



STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA
MEZZINA dott. ing. Antonio
Via T. Solis, 128 - 71016 San Severo (FG)
P. IVA 02037220718
☎ 0882-228072 / ☎ 0882-243651
✉: info@studiomezzina.net



IVPC POWER 6 s.r.l.

Via Circumvallazione 108

83100 AVELLINO

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI
52,8 MW DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI POGGIO IMPERIALE (FG)**

RELAZIONE TECNICA

**OPERE DI UTENZA PER LA CONNESSIONE ALLA
RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE**



Sommario

PARTE I: INTRODUZIONE E ASPETTI GENERALI.....	3
1.1. OGGETTO.....	3
1.2. DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO.....	4
PARTE II: LINEE ELETTRICHE MT INTERNE ED ESTERNE AL PARCO EOLICO	7
2.1. STRUTTURA E SCHEMA DELLE LINEE ELETTRICHE MT.....	7
2.2. CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE MT.....	7
2.3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
2.4. CONDIZIONI AMBIENTALI DI POSA.....	9
2.5. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	10
2.6. MESSA A TERRA.....	12
PARTE III CABINA PRIMARIA PRODUTTORE 30/150kV	13
3.1. <i>Schema di sottostazione.....</i>	13
3.2. <i>Recinzione dell'area.....</i>	13
3.3. <i>Profilo piano altimetrico dell'area.....</i>	14
3.4. <i>Dimensionamento di massima della cabina primaria produttore e scelte progettuali.....</i>	14
3.5. <i>Struttura della Sottostazione Produttore.....</i>	14
3.6. <i>Locali tecnici della Sottostazione produttore.....</i>	15
3.7. <i>Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.....</i>	16
3.8. <i>Impianto di terra.....</i>	17
3.9. <i>Servizi generali e ausiliari.....</i>	18
3.10. <i>Gruppo elettrogeno.....</i>	19
3.11. <i>Alimentazione in c.c.....</i>	19
3.12. <i>Basamenti per apparecchiature elettriche.....</i>	19
PARTE IV	20
OPERE DI RETE A 150kV e 380 kV.....	20



PARTE I:

INTRODUZIONE E ASPETTI GENERALI.

1.1. OGGETTO.

La presente relazione si riferisce al nuovo parco eolico che la società IVPC POWER 6 s.r.l. (nel seguito indicata come "IVPC") intende realizzare nel comune di Poggio Imperiale (FG).

In questa relazione sono trattati nello specifico gli aspetti specialistici relativi alle Opere Elettriche per la Connessione alla RTN dell'impianto eolico. In particolare, si considerano sia le opere di rete per la connessione che quelle di utenza. Le prime riguardano quelle opere che una volta autorizzate, il relativo titolo autorizzativo sarà volturato al Gestore di Rete (TERNA) che ne curerà prima la realizzazione e poi la gestione a tempo indeterminato; le seconde invece si riferiscono a quelle di stretta competenza dell'impianto eolico e che hanno motivo di esistere fin quando lo sarà l'impianto eolico. A differenza delle seconde, le prime hanno carattere strategico e interesse generale.

Le opere di utenza riguardano fondamentalmente:

- La sottostazione produttore 30/150 kV;
- La rete MT a 30 KV per la connessione dei 16 aerogeneratori alla sottostazione produttore di cui al punto precedente;

Le opere di rete invece consistono in:

- Una nuova Stazione elettrica di smistamento in doppia sbarra a 150 kV da inserire in entra-esce per mezzo di due nuovi raccordi sulla linea a 150 kV denominata "Alanno – Foggia" e successivamente denominata "Portocannone – S. Severo",
- Raccordi a 150 kV alla linea RTN "CP Portocannone – CP San Severo";
- Ripotenziamento della linea a 150 kV "CP Portocannone – CP San Severo" nel tratto compreso tra la nuova stazione di smistamento a 150 kV e la CP di San Severo, utilizzando conduttori con caratteristiche almeno equivalenti a quelle dei conduttori in Alluminio Acciaio da 585 mm²;
- Una nuova stazione di trasformazione 380/150 kV della RTN, ubicata nel Comune di Torremaggiore (FG);
- Raccordi a 380 kV per il collegamento della stazione di cui al punto precedente alla linea RTN a 380 kV "Foggia – Larino";
- Due nuove linee a 150 kV in semplice terna che collegano la stazione di smistamento in doppia sbarra di San Paolo Civitate alla stazione di trasformazione 380/150 kV di Torremaggiore.

Tale soluzione di connessione alla RTN è stata indicata da TERNA con la STMG del 02/08/2007 e con quella successiva del 14/03/2008. Il codice di connessione dell'impianto alla RTN è: 07011802.



Tali opere, connesse al parco eolico, sono parte integrante delle attività che compongono l'impianto per la produzione dell'energia elettrica da fonte eolica che la IVPC Power 6 s.r.l. intende realizzare nel comune di Poggio Imperiale (FG). Si precisa che il progetto delle opere di rete è stato elaborato da altro produttore, benestariato da TERNA e a questa messo a disposizione anche per il trasferimento ad altre società che avrebbero avuto quelle opere come soluzione di connessione per i loro impianti. Pertanto il progetto delle opere di rete è stato ricevuto da TERNA ed inserito nella progettualità completa del progetto dell'impianto eolico di Poggio Imperiale della società IVPC Power 6 s.r.l. anche ai fini della sua approvazione. L'autorizzazione delle opere di rete, connesse all'impianto eolico di che trattasi, una volta ottenuta dalla IVPC Power 6 s.r.l. sarà volturata a TERNA che curerà gli aspetti realizzativi e di gestione delle opere di rete medesimi. In questo contesto il procedimento di VIA e di Autorizzazione unica ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/03 costituiscono un veicolo per autorizzare non solo il parco eolico e relative opere connesse, ma anche opere di rete si importanza e valenza strategica e generale.

1.2. DESCRIZIONE DEL PARCO EOLICO.

Il nuovo parco eolico sarà composto da 16 aerogeneratori, aventi ciascuno le seguenti principali caratteristiche tecniche:

MARCA	
TIPO	
POTENZA NOMINALE	3300 kW
NUMERO DI PALE	3
DIAMETRO DEL ROTORE	117m
TIPO TORRE	Tubolare Conica in acciaio
ALTEZZA DI MOZZO	91,5 m
ALTEZZA TOTALE MASSIMA	150 m
TIPO GENERATORE	ASINCRONO
TENSIONE USCITA DEL GENERATORE	690 V
RAPPORTO TENSIONI CABINA TORRE	0,69/30kV
TENSIONE LINEA COLLEGAMENTO TORRI	30kV

La potenza complessiva del parco eolico è quindi di:

$$P = P_{gen} \cdot N = 3,30 \cdot 16 = 52,80 \text{ MW}$$

Si è assunto un fattore di potenza, ai fini dei dimensionamenti, pari ad 1.



A bordo di ciascun aerogeneratore, nella navicella, sarà alloggiato un trasformatore bt/MT 0,69/30kV da 3750kVA che provvederà ad elevare la tensione di 690 V in uscita dal generatore elettrico di turbina ai 30kV necessari per il trasporto verso la sottostazione produttore posta ad una distanza di 13,5km, 27km rispetto rispettivamente all'aerogeneratore più vicino e a quello più lontano.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla sottostazione produttore mediante tre linee MT a 30 kV ciascuna delle quali raccoglie, con collegamento in entra-esce, un certo numero di aerogeneratori. Il collegamento in entra-esce sarà effettuato in corrispondenza del quadro MT di protezione e sezionamento (switchgear) posto internamente alla base della torre dell'aerogeneratore. Le caratteristiche di queste linee sono dettagliatamente descritte nei paragrafi seguenti.

Le 3 linee a 30kV sopra citate si atterranno sul quadro MT della sottostazione produttore 30/150 kV da realizzarsi nel comune di San Paolo Civitate alla località Marana della Difensola.

Nella sottostazione produttore, la tensione verrà elevata da 30 a 150 kV per essere quindi immessa nella RTN attraverso la nuova sottostazione di RTN in doppia sbarra a 150 kV facente parte delle opere di rete per la connessione.

La sottostazione produttore sarà equipaggiata con due stalli di trasformazione, ciascuno della potenza di 50/63 MVA, e di uno stallo di ingresso dotato di protezione generale e di protezione di interfaccia ai sensi della norma CEI 0-16.

La sottostazione produttore sarà ubicata in adiacenza alla sottostazione di RTN a doppia sbarra e per tale ragione il collegamento sarà realizzato in sbarra.

Nella Fig. 1 è riportato lo schema planimetrico della sottostazione produttore e della sottostazione di RTN a doppia sbarra.

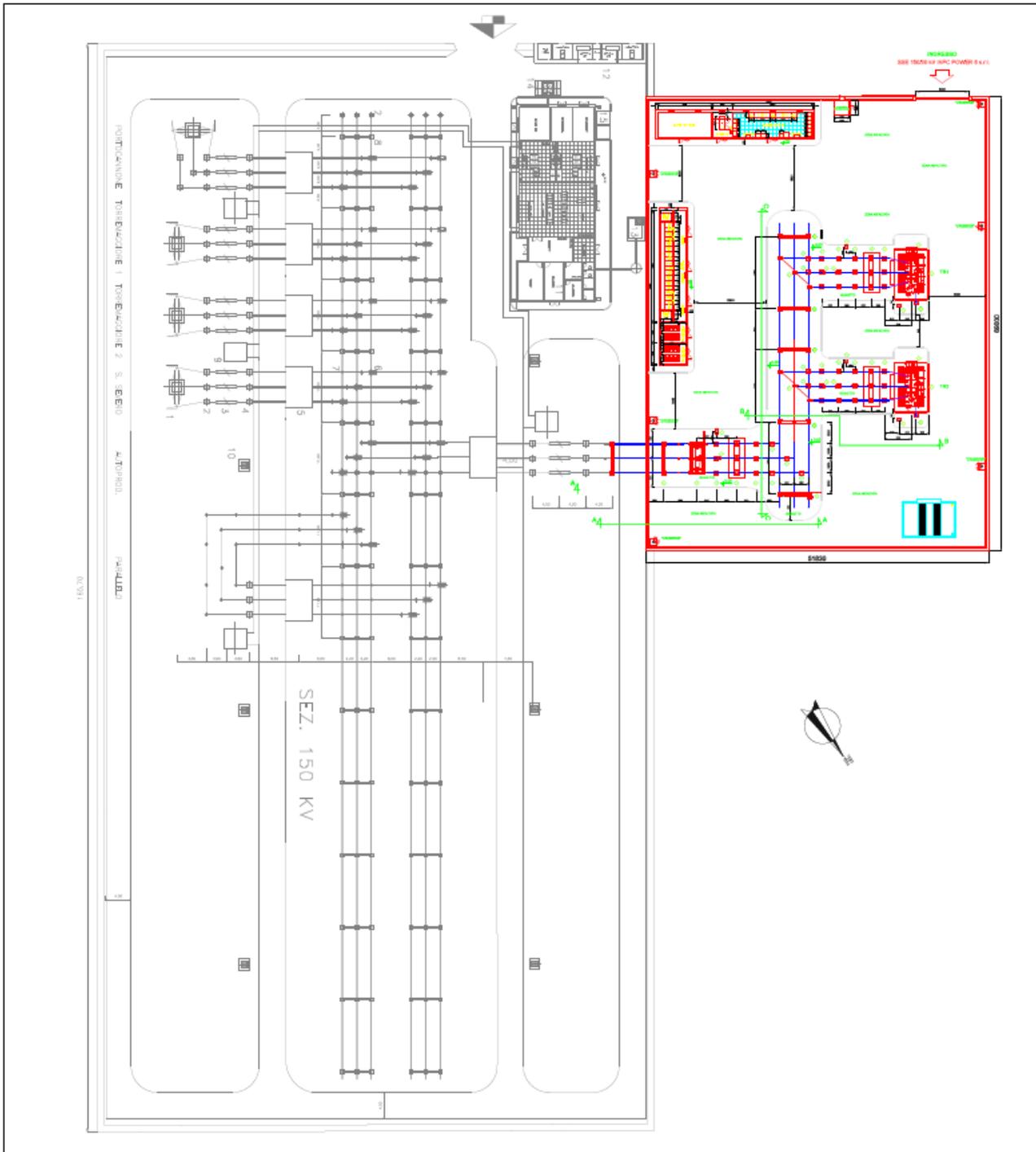


Figura 1 – Inquadramento non in scala della SSE Produttore in adiacenza con la Nuova Stazione TERNA di S. Paolo



PARTE II:

LINEE ELETTRICHE MT INTERNE ED ESTERNE AL PARCO EOLICO

2.1. STRUTTURA E SCHEMA DELLE LINEE ELETTRICHE MT.

Come si evince dagli elaborati grafici di progetto, le linee elettriche MT interne al parco eolico seguiranno in massima parte il tracciato delle strade di accesso, sia esistenti che di nuova realizzazione. Tuttavia in alcuni casi, al fine di evitare alcune aree vincolate, sia di pertinenza che buffer, gli elettrodotti seguono un percorso indipendente fuori da strade e piste esistenti o di nuova realizzazione.

Inoltre in molti punti la posa dei cavi sarà eseguita con la tecnica non invasiva TOC al fine di evitare scavi a trincea che avrebbero modificato la morfologia superficiale nonché la consistenza del terreno con conseguente impatto sui vincoli e le prescrizioni ambientali e idrauliche del territorio. In tutti i casi in cui un elettrodotto interrato deve attraversare un corso d'acqua o un'asta idrica è stata utilizzata la suddetta tecnica TOC (cfr. Tavola_A12).

2.2. CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE MT.

Come sopra accennato il collegamento tra il parco eolico e la sottostazione produttore avverrà attraverso un elettrodotto interrato costituito da tre terne di cavi MT ciascuna delle quali raccoglie un certo numero di aerogeneratori corrispondenti ad una potenza complessiva trasportata:

- 18,8 MW sulla Linea 1 (aerogeneratori PGI 8, PGI 9, PGI 10, PGI 4, PGI 14B e PGI 16B);
- 16,5 MW sulla Linea 2 (aerogeneratori PG16, PG21, PG24, PG26 e PG27);
- 16,5 MW sulla Linea 3 (aerogeneratori PG19, PG20, PG22, PG13 e PG11).

Sia le linee interne che quelle esterne al parco eolico saranno realizzate da terne di cavi unipolari disposti a trifoglio, con conduttore e schermo in alluminio e di sezione variabile a seconda della corrente di servizio che vi dovrà passare; essi saranno di tipo ARE4H1RX-18/30kV. Il layout della rete MT è stata studiata in modo da ottimizzare il più possibile la rete medesima sia in fase di costruzione che in quella di esercizio; pertanto la dove è stato possibile si sono raggruppati nello stesso scavo a trincea più terne di cavi, conseguentemente sia all'interno del parco eolico che esternamente si hanno elettrodotti interrati con uno o più terne di cavi affiancati; tuttavia per evitare fenomeni di mutua influenza termica le terne sono state poste ad una distanza tra loro non inferiore a 25 cm intesa come distanza tra le generatrici esterne di due cavi affiancati.

In particolare per quanto riguarda la dorsale, ciascuna delle tre linee MT che la compongono sarà costituita da una terna di cavi unipolari con conduttori in alluminio a 30kV, disposti a trifoglio, del tipo ARE4H1RX-18/30kV e di formazione:

- Per la Linea 1 3x1x400 mm²,
- Per la Linea 2 3x1x500 mm²,



- Per le Linea 3 3x1x500 mm²,

direttamente interrati ad una profondità dal piano di campagna mai inferiore a 150cm alla distanza minima sopra indicata.

Le terne saranno poggiate su un letto di sabbia di spessore non inferiore a 15cm e ricoperte con uno strato altrettanto spesso di sabbia in maniera da consentire ai cavi stessi un facile scorrimento senza abrasioni della guaina e dell'isolamento a seguito di deformazioni del terreno o dei cavi per effetto di sollecitazioni termiche e meccaniche ed uniformare la conduttività termica in prossimità delle terne.

Sullo strato superiore di sabbia saranno posati dei tegoli di protezione in materiale polimerico rinforzato per garantire una sufficiente protezione meccanica dei cavi sottostanti da intrusione di corpi contundenti.

Ad un'altezza intermedia della sovrastante parte di riempimento dello scavo di posa dei cavi sarà posata una banda a strisce alternate bianche e rosse atta ad allertare della sottostante presenza di cavi in occasione di eventuali futuri scavi.

Dopo la posa dei cavi e la richiusura dello scavo dovrà essere adeguatamente e perfettamente ripristinato lo stato superficiale originario del manto stradale e/o di campagna.

Lungo lo scavo di posa saranno installate ad intervalli opportuni, secondo la morfologia del sito e le singolarità del percorso, opportune paline segnalatrici montate su plinti in calcestruzzo o direttamente infissi nel terreno.

2.3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

La norma CEI a cui la presente relazione fa riferimento è la 11-17 del 2006, Edizione III, Fascicolo 8402 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo"

Le caratteristiche del sistema elettrico di riferimento sono le seguenti:

- Categoria impianto 2 (impianti a tensione tra 1000 e 30000 V c.a.);
- Sistema trifase;
- Frequenza 50 Hz;
- Neutro isolato;
- Funzionamento con una fase a terra solo per breve tempo (Cat. A);
- Durata massima di funzionamento con una fase a terra <=20h/annue;
- Non essendo previsto nessun tratto di linea elettrica aerea, non è prevista nessuna protezione di origine atmosferica;

I cavi sono stati scelti in base ai seguenti criteri generali:

- Tipo di funzionamento (permanente);
- Condizioni di posa (interrati);
- Numero massimo dei cavi e loro raggruppamento;
- Verifica secondo le seguenti condizioni:



a) $K^2 S^2 \geq (I^2 t)$;

b) $K^2 S^2 \geq (I^2 t)$ con esterni di integrazione da 0 a t che è il tempo di durata del transitorio;

2.4. CONDIZIONI AMBIENTALI DI POSA.

Le regole per una corretta installazione dei cavi dovranno rispettare i seguenti criteri:

1) *Temperatura di posa:*

- Per i cavi scelti, con guaina in gomma e rivestimento in PVC, la temperatura ambientale di posa e di movimentazione non deve essere inferiore a 0° C;

2) *Raggio di curvatura:*

- Per il tipo di cavo scelto di tipo ARE4H1R 18-30kV" il raggio di curvatura, tale da non provocare danni allo stesso, deve essere non inferiore a 21 volte il diametro esterno del cavo.

3) *Sollecitazione di trazione:*

- Durante le fasi di posa in opera dei cavi la sollecitazione di trazione non deve superare i 60 N per mm² per i cavi in rame e i 50 N per mm² per i cavi in alluminio.

4) *Cavi interrati:*

I cavi interrati devono essere posati secondo quanto appresso suggerito:

- I cavi devono essere muniti di guaina protettiva;
- I cavi muniti di armatura metallica costituita da fili a piattine di diametro avente spessore non inferiore a 0,8 mm possono essere interrati senza protezione meccanica supplementare (lastra piana o tegole in cav). Nel nostro caso si utilizzeranno cavi non armati e quindi si utilizzerà la protezione con tegola in PVC e nastro identificatore.
- La profondità minima di interrimento è di 120 cm dal piano di campagna o dal piano stradale.
- E' consigliabile che i percorsi interrati siano segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriore scavo. Rispondono a tale scopo le protezioni meccaniche sopra richiamate e i nastri monitori posti a non meno di 20 cm dal cavo.
- Nel caso di incrocio con altri cavi dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:
 - (a) il cavo di energia deve essere sistemato al di sotto dei cavi di telecomunicazione;
 - (b) la distanza dei cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
 - (c) il cavo posto superiormente deve essere protetto meccanicamente per una lunghezza non inferiore ad 1,00 m;



2.5. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.

Tutte le linee saranno protette contro le sovracorrenti di sovraccarico o di corto circuito; la protezione sarà garantita da protezione posta direttamente sull'organo di interruzione da cui la linea parte ovvero su organi posti ancora più a monte; la prima situazione è riferibile a ciascuna delle tre linee di collegamento della sottostazione al parco eolico, la seconda alla situazione di collegamento in entra esce tra gli aerogeneratori. In tal modo il tratto di linea che va dalla sottostazione produttore al primo aerogeneratore sarà protetta a monte con protezione posta sull'interruttore del quadro MT di sottostazione da cui la linea parte direttamente; per le linee in entra esce la protezione sarà garantita dall'interruttore posto nel primo aerogeneratore del gruppo da cui quella linea parte; ciò in relazione al fatto che sul primo aerogeneratore la linea parte da un interruttore MT posto in torre, mentre sui successivi l'entra-esce è fatto semplicemente su interruttori di manovra sezionatori.

Tornando alle linee che collegano la sottostazione all'impianto eolico, ciascuna di esse sarà protetta a monte mediante una protezione asservita all'interruttore posto nella sottostazione produttore da cui la linea elettrica partirà. Le caratteristiche di questo interruttore, della relativa protezione e dei parametri di taratura della protezione stessa sono riportati in dettaglio nelle seguenti tabelle.

Caratteristiche dell'interruttore posto a monte della linea.

Marca	Schneider Electric o equivalente
Gamma	SF-SET
Tipo	
Tensione nominale	30kV
Tensione nominale di isolamento (50Hz 1')	tra fasi e verso massa: 50kV sul sezionamento: 60kV
Tensione nominale di isolamento impulsiva	tra fasi e verso massa: 125kV sul sezionamento: 145kV
Corrente nominale	1250A
Corrente di breve durata massima ammissibile	16 kA x1s

Caratteristiche della protezione della linea.

FUNZIONI DISPONIBILI	
Marca	Schneider Electric o equivalente
Gamma	SEPAM
Tipo	1000+ S41
Tipo di applicazione	Per sottostazioni
Tipo di trasformatore su fasi	TA con secondario 5A
Tipo di trasformatore omopolare	TA omopolare con secondario 100A
Funzioni di protezione (ANSI)	50/51/50N/51N/50G/51G/27/27S/59/59N/67N/81H/81L/46/49RMS
Funzioni di misura	Correnti di fase I1, I2, I3 RMS Corrente residua IO Corrente media di fase I1, I2, I3
Diagnostica di rete	Correnti di sgancio I1, I2, I3, IO Tasso di squilibrio Corrente inversa

	oscilloperturbografia	
Diagnostica apparecchio	Sommatoria correnti interrotte	
Auto diagnostica	Watch dog	
GAMME DI REGOLAZIONE		
Grandezza	Campo di regolazione	Temporizzazioni
Corrente nominale In (primaria TA)	1÷6250A	
Curva	DT/SIT/VIT/LTI/EIT/UIT/RI	
Corrente su tempo indipendente	0,1÷24In	Inst, 0,05÷300s
Corrente su tempo dipendente	0,1÷2,4In	0,1÷12,5s a 10Is
Corrente omopolare nominale (primaria TA omopolare)	1÷6250A	
Curva	DT/SIT/VIT/LTI/EIT/UIT/RI	
Corrente omopolare su tempo indipendente	0,1÷15In0	Inst, 0,05÷300s
Corrente omopolare su tempo dipendente	0,1÷1In ₀	0,1÷12,5s a 10Is ₀

Valori di taratura della protezione.

GRANDEZZA	Corrente	Tempo di intervento
Corrente Sovraccarico (51)	400A	0,5s
Corrente Corto circuito (50)	600A	0,12s
Corrente Omopolare (51N)	4A	0,12s

La portata (Iz) della linea L1 è pari a 442,80 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_{bL1} = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\varphi) = 19,8 \cdot 10^6 / (1,73 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 1) = 381,50 \text{ A}$$

La portata (Iz) della linee L2 è pari a 504,30A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_{bL3} = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\varphi) = 16,50 \cdot 10^6 / (1,73 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 1) = 317,92 \text{ A}$$

La portata (Iz) della linea L3 è pari a 504,3 A; tale portata è superiore rispetto alla corrente che occorre trasportare che è pari a:

$$I_{bL4} = P / (1,73 \cdot U \cdot \cos\phi) = 16,50 \cdot 10^6 / (1,73 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 1) = 317,92 \text{ A}$$

La portata (I_z) è anche superiore alla soglia di taratura (I_r) della protezione 51. Pertanto è certamente verificata la seguente relazione corrispondente alla condizione di verifica del coordinamento della protezione contro il sovraccarico della linea:

$$I_b \leq I_r \leq I_z$$

Per ciò che attiene all'energia specifica passante, per la protezione in esame possiamo riferirci alla seguente tabella:

Corrente (A)	Tempo intervento (s)	Energia specifica passante (A ² s)
200A	0.50	20.000
650A	0.50	212.000
650A	0.15	64.000
10.000A	0.15	15.000.000
16.000A	0.15	38.400.000

Il K^2S^2 del cavo è pari a:

$$\text{Linea 1 - } K^2S^2 = 146^2 \cdot 400^2 = 3.410 \cdot 10^6 \text{ A}^2\cdot\text{s}$$

$$\text{Linea 2 - } K^2S^2 = 146^2 \cdot 500^2 = 5.329 \cdot 10^6 \text{ A}^2\cdot\text{s}$$

$$\text{Linea 3 - } K^2S^2 = 146^2 \cdot 500^2 = 5.329 \cdot 10^6 \text{ A}^2\cdot\text{s}$$

Da quanto appena esposto si evince che in tutto il campo di sovracorrenti che possono eventualmente interessare la linea (da 200A a 16.000A), l'energia specifica passante I^2t della protezione è sempre sensibilmente inferiore a quella sopportabile dal cavo K^2S^2 .

In conclusione le tre linee sono adeguatamente protetta contro le sovracorrenti.

2.6. MESSA A TERRA.

Tutti i rivestimenti, gli schermi e le armature dei cavi verranno messi a terra almeno alle estremità della linea. Qualora i rivestimenti dei cavi verranno interrotti per qualsiasi motivo, la guaina non metallica di protezione del cavo deve avere un grado di isolamento tale da sopportare la massima tensione verso terra del sistema.

Per quanto concerne l'impianto di terra i relativi collegamenti verranno eseguiti conformemente a quanto previsto dalla normativa CEI 99-2 e 99-3.

Per ogni eventuale altra disposizione si farà riferimento alla norma CEI 11-17 sopra richiamata.



PARTE III

CABINA PRIMARIA PRODUTTORE 30/150kV

3.1. Schema di sottostazione.

La sottostazione Elettrica Produttore è composta da due stalli di trasformazione ciascuno di potenza nominale pari a 50/63MVA, per una potenza complessiva di 100/126MVA.

Nelle tavole di progetto allegate, sono riportate lo schema planimetrico, i particolari e lo schema elettrico unifilare della stessa sottostazione.

Sia le caratteristiche della RTN nel punto di connessione, sia lo schema di sottostazione e sia le caratteristiche dei componenti della sottostazione potranno, ovviamente, cambiare nel passaggio, in fase esecutiva, dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) alla Soluzione Tecnica Minima di Dettaglio (STMD) secondo quelli che saranno gli accordi con TERNA S.p.A. all'atto della costruzione della sottostazione stessa. In tale evenienza si adeguerà lo schema di sottostazione alle specifiche e puntuali esigenze dettate dal funzionamento e dalla sicurezza della RTN. In ogni caso potranno variare lo schema elettrico e la disposizione delle apparecchiature in sottostazione, ma non verranno in alcun modo modificate le dimensioni massime generali in pianta della SSE e le dimensioni in pianta dei locali tecnici della suddetta sottostazione.

La sottostazione avrà una dimensione in pianta di forma rettangolare di 69x51,83m e perimetralmente verrà realizzata la recinzione. Lo stallo AT della stazione TERNA si collegherà mediante collegamento aereo al sistema di sbarre 150kV interno alla sottostazione. Tuttavia, qualora esigenze di connessione alla RTN lo richiedano in funzione dell'assicurazione di funzionamento e sicurezza della RTN stessa, la sottostazione Primaria Produttore verrà adeguata ad eventuali specifiche tecniche richieste.

3.2. Recinzione dell'area.

La struttura ricade in agro di San Paolo Civitate, in località Marana della Difensola, su Foglio 12, particella 366.

L'area della cabina primaria sarà completamente recintata mediante;

- i. trave di fondazione di larghezza e profondità da definirsi sulla base delle caratteristiche portanti del terreno di altezza,
- ii. muro di calcestruzzo armato posto in opera sulla fondazione per un'altezza pari ad 1,20m rispetto al piano di calpestio interno;
- iii. saette prefabbricate in cls armato infisse nel muro di cui sopra fino ad una altezza totale di 2,50m.

Lungo il tratto della strada di accesso sarà realizzato un cancello di ingresso scorrevole di larghezza di 8m fiancheggiato da un accesso pedonale.

La massicciata del piazzale sarà in misto di cava o di fiume (tout-venant) priva di sostanze organiche, di pezzatura varia e continua con elementi fino ad un diametro massimo di 12 cm. Sarà posata a strati non superiori a 30 cm, costipata



meccanicamente con rullo vibratore adatto e sagomata secondo le pendenze di progetto per un miglior scarico delle acque nei pozzetti a griglia.

Sovrastante alla massiciata sarà posata la pavimentazione bituminosa in tout-venant bitumato a caldo per uno spessore di circa 6 cm e rullato con rullo vibratore.

Superiormente sarà steso il tappeto d'usura in conglomerato bituminoso, tipo bitulite, confezionato a caldo, steso per uno spessore di circa 4 cm con rullo vibrante.

3.3. Profilo piano altimetrico dell'area.

La cabina primaria del produttore sorgerà su un'area pianeggiante con andamento planoaltimetrico regolare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per l'individuazione di:

1. orografia dell'area;
2. profili altimetrici della cabina e dell'area circostante.

3.4. Dimensionamento di massima della cabina primaria produttore e scelte progettuali.

La cabina primaria del produttore è stata concepita con due stalli di trasformazione, ciascuno dotato di un trasformatore da 50/63 MVA ovvero ciascuno praticamente coincidente con la potenza massima del parco eolico, in modo da garantire il funzionamento continuativo dell'impianto di trasformazione in caso di malfunzionamento o guasto di uno di tali due trasformatori. Nelle normali condizioni di esercizio un trasformatore verrà caricato con gli aerogeneratori della linea 1 e della linea 2 per una potenza complessiva di $19,8+16,5 = 36,3$ MW; l'altro trasformatore verrà caricato con gli aerogeneratori della linea 3 e quindi con una potenza nominale di 16,5 MW. In tal modo i due trasformatori saranno caricati rispettivamente al 72,6% e al 33%.

La possibilità di trasferire il carico dell'intero parco su uno due trasformatori in caso di guasto dell'altro è garantito dalla presenza del congiunture di sbarre sul quadro MT della sottostazione.

3.5. Struttura della Sottostazione Produttore.

Nell'area della Sottostazione produttore si possono individuare le seguenti sezioni d'impianto:

1. stallo di trasformazione da 50-63 MVA;
2. stallo di trasformazione da 50-63 MVA;
3. sistema di sbarre in AT 150 kV;
4. stallo di ingresso a 150kV;
5. locali tecnici.

Nella relativa tavola grafica di progetto è riportato in dettaglio il lay-out della cabina primaria dal quale è facile individuare le sezioni di impianto sopra richiamate.



Va specificato che i trasformatori presenti nella sottostazione produttore avranno il neutro del centro stella accessibile ed isolato alla piena tensione.

Non ci si dilunga nella descrizione delle varie sezioni della cabina primaria in quanto negli elaborati di progetto sono riportati in tutti i loro dettagli il *layout*, la planimetria, le sezioni, il profilo altimetrico dell'area, la pianta delle fondazioni, la pianta dei cavidotti, i particolari costruttivi esecutivi delle fondazioni delle diverse apparecchiature e tutto quanto necessario al pieno completamento dell'opera. Saranno qui di seguito analizzati più nel dettaglio solamente i locali tecnici e l'impianto di terra della cabina primaria.

3.6. Locali tecnici della Sottostazione produttore.

Nell'area della sottostazione saranno realizzati due edifici destinati a contenere i quadri di comando, controllo e misura della sottostazione, gli apparati di telecontrollo, i locali per l'arrivo delle linee MT provenienti dalla centrale eolica, e tutte le apparecchiature ed i quadri MT. I due fabbricati, le cui caratteristiche architettoniche e dimensionali sono visibili nei grafici allegati, sono costituiti da un unico piano fuori terra per un'altezza massima pari a 3,85 mt dal piano di campagna finito. La struttura portante è del tipo intelaiata (travi e pilastri) in c.a. e orizzontamenti latero-cementizi con travetti in c.a.p.; le tamponature perimetrali e i divisori sono in laterizio, rivestite con intonaco di tipo civile. Le strutture di fondazione, realizzate in conglomerato cementizio armato gettato in opera, saranno costituite da un reticolo di travi rovesce, eventualmente con platea di completamento. La copertura è di tipo piano e la posa in opera di strati funzionali garantirà un'opportuna coibentazione ed impermeabilizzazione; gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato del tipo antisfondamento. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori dei coefficienti volumetrici globali di dispersione termica, nel rispetto delle Norme di cui alla legge n. 10 del 9.1.91 e s.m.i.

Le costruzioni ospitano, inoltre, nell'apposita sala Quadri MT, le batterie ed quadri bt in c.a. e c.c. per le alimentazioni dei servizi ausiliari.

I cunicoli per cassetteria sono realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera oppure prefabbricati; le coperture saranno metalliche o in PRFV, comunque carrabili per un carico ammissibile di 2000 kg.

Le tubazioni per cavi MT o BT saranno in PVC serie pesante e poste in opera con un idoneo rinfiacco di calcestruzzo. Eventuali percorsi per collegamenti in fibra ottica saranno realizzati secondo le "Prescrizioni tecniche per la posa di canalizzazioni e dei cavi in fibra ottica".

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni; i pozzetti, realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, saranno dotati di idonea copertura metallica o in PRFV. L'edificio del locale comandi e dei servizi ausiliari è dotato di servizi igienico-sanitari le cui acque di scarico saranno convogliate in un' apposita vasca a perfetta tenuta stagna. La vasca settica di tipo Imhoff sarà costituita da una vasca principale (digestione anaerobica) che conterrà al suo interno un vano secondario (di sedimentazione). L'affluente entrerà nel comparto di sedimentazione, che avrà lo scopo di trattenere i corpi solidi e di



destinare il materiale sedimentato attraverso l'apertura sul fondo inclinato, al comparto inferiore di digestione. Esso è proporzionato in modo tale da garantire il giusto tempo di ritenzione e tale da impedire che fenomeni di turbolenza, causati dal calo idrico, possano diminuire l'efficienza della sedimentazione. Il comparto di digestione è dimensionato affinché avvenga la stabilizzazione biologica delle sostanze organiche sedimentate (fermentazione o digestione anaerobica). Essa sarà conforme alle descrizioni, al proporzionamento dei volumi ad alla capacità di depurazione sancite dal Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento nella delibera del 04/02/77 (S.O.G.U. n.48 del 21/02/77). Il committente avrà cura di rispettare le norme igienico-sanitarie che regolano tali opere e la loro manutenzione sarà curata in modo da non arrecare danno alcuno a terzi nonché nel rispetto delle più appropriate fasce orarie per lo svolgimento delle operazioni di scarico. Per le esigenze di acqua potabile della stazione potrà essere utilizzato l'acquedotto comunale o ricorrendo a fonti alternative (turbazione di un pozzo e/o mediante stoccaggio di acqua in un idoneo serbatoio interrato a riempimento periodico).

Per l'ingresso alla stazione è previsto un cancello carrabile di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti tra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale alta m 2,20 è realizzata in pannelli di lunghezza 2,50 m costituiti da paletti in calcestruzzo prefabbricato e rete metallica zincata e plastificata di colore verde, con alla base una lastra prefabbricata in calcestruzzo. La recinzione della zona che delimita il ponte radio è alta circa 2,00 m e realizzata con paletti in ferro zincato e rete metallica zincata e plastificata.

La viabilità interna verrà realizzata in modo da consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto.

Negli edifici di stazione vengono realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese FM
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione
- rilevazione incendi
- controllo accessi e antintrusione
- telefonico.

Gli impianti tecnologici vengono realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle Norme CEI e UNI di riferimento. Vengono impiegati inoltre apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo ed internazionale equivalente.

In alcuni locali (uffici, servizi igienici) gli impianti sono soggetti agli adempimenti del D.M. n. 37/2008.

Gli impianti elettrici sono tutti "a vista"; fanno eccezione solo alcuni locali (uffici, sala comandi, corridoi) ove sono di tipo "incassato".

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici è deviata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo Norme CEI 23-18); il sistema di distribuzione bt 400 V c.a. e 220 V c.a. adottato è di tipo TN-S previsto dalle Norme CEI 64-8/3. Tutti gli impianti elettrici sono completi di adeguato impianto di protezione.

3.7. Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.



Lo schema di sottostazione prevede la possibilità di inserire contatori di energia nei seguenti punti d'impianto:

1. punto di interfaccia con la rete del Gestore. Per tale scopo si dovranno utilizzare i TA e TV dello stallo AT d'ingresso;
2. sulle linee in ingresso in cabina e proveniente dal parco eolico. In tal caso per il collegamento del contatore si dovranno utilizzare i TA previsti nello scomparto interruttore del quadro MT su cui si attesta la relativa linea e il TV dello scomparto misure fiscali della rispettiva semisbarra del quadro MT;
3. sullo stallo di trasformazione. In tal caso per il collegamento del relativo contatore si dovranno utilizzare i TA e TV AT 150kV posti sul montante di trasformazione;
4. sulla linea bT in uscita dal trasformatore MT/bT per i servizi ausiliari. Tale contatore misurerà l'energia assorbita per i servizi ausiliari di centrale.

Inizialmente le necessità del parco eolico impongono l'utilizzo dei soli contatori di cui ai precedenti punti 1 e 4. Tali contatori saranno installati nel locale contatori.

3.8. Impianto di terra.

L'impianto di terra è costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per una corrente di guasto di 50 kA per 0,5 s. Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 99-2 e 99-3. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, TA, TVC), le dimensioni delle maglie sono opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto è costituito da maglie aventi lato di 5-10 m nella zona delle apparecchiature e di circa 15-20 m in periferia. Le maglie vengono notevolmente infittite mediante collegamenti delle apparecchiature che sono connesse alla rete mediante due o quattro conduttori di terra. Le funi di guardia delle linee afferenti alla stazione vengono normalmente collegate alla rete di terra della stazione medesima. Va precisato in ogni caso che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto vengono rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, vengono effettuate le necessarie modifiche dell'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.). La rete di terra è costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²) interrati ad una profondità di 0,70 m.

Tale materiale ha le seguenti caratteristiche:

- ◆ buona resistenza alla corrosione ad una diversa varietà di terreni
- ◆ comportamento meccanico adeguato
- ◆ bassa resistività, anche a frequenze elevate
- ◆ bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche sono in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²) collegati a due lati di maglia. I TA, TVC e portali di ammarro sono collegati alla rete di terra mediante quattro



conduttori di rame sempre di diametro 14,7 mm, allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza.

3.9. Servizi generali e ausiliari.

Gli impianti di rilevazione incendi sono ubicati negli edifici comandi (retroquadro, sala comando, sala quadri MT e sala condensatori) e servizi ausiliari ed hanno lo scopo di rilevare i principi di incendio ed attivare le segnalazioni necessarie (locali e remote). Gli impianti sono conformi alle Norme UNI EN 54 e UNI 9795.

L'impianto antintrusione sarà realizzato nell'edificio comandi per la protezione delle porte esterne, delle finestre e per il controllo interno della sala quadri; esso è previsto contro eventuali atti vandalici e consentirà l'invio della segnalazione d'allarme per "intrusione estranei". L'impianto ed i componenti sono conformi alle Norme CEI 79/2-3-4.

Per i servizi generali di stazione, sono previsti i seguenti quadri di distribuzione:

- SA 380 Vac: quadro destinato all'alimentazione dei circuiti in corrente alternata (c.a.) sarà equipaggiato da interruttori automatici scatolati e modulari in esecuzione fissa, opportunamente dimensionati per tutte le utenze della stazione, prevedendone l'eventuale espansione. Sarà, inoltre, prevista una linea privilegiata alimentata in commutazione automatica da un gruppo elettrogeno. Il quadro conterà anche le alimentazioni per l'illuminazione e FM della stazione comprendendo inoltre, l'illuminazione di emergenza internamente agli edifici ed esternamente all'area della stazione. L'impianto normale delle aree esterne della stazione è realizzato con un numero adeguato di armature di tipo stradale con lampade sodio A.P. da 1 kW.
- SA 110 Vcc: quadro destinato all'alimentazione dei circuiti in corrente continua (c.c.) sarà equipaggiato da interruttore scatolati e modulari in esecuzione fissa, opportunamente dimensionati per tutte le utenze della stazione.

Lo schema di alimentazione dei SA prevede:

- Una linea MT di alimentazione derivata dalla trasformatore di potenza AT/MT
- Un trasformatore MT/BT in olio con potenza nominale definita in funzione delle dimensioni dell'impianto
- 1 quadro MT protetto, con celle isolate in SF6, opportunamente dimensionato
- 1 gruppo elettrogeno con un'autonomia non inferiore a 10 ore ed opportunamente dimensionato
- 1 quadro BT di distribuzione c.a. opportunamente dimensionato
- 1 complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato per erogare la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria; la batteria è in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 4 ore

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi bt per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per i cablaggi interni dei quadri, cavi MT e per impianti luce e FM sono rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento in materia.



3.10. Gruppo elettrogeno.

Lo schema della cabina primaria del produttore prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno con funzioni di riserva dell'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (protezioni, misure, illuminazione, prese di servizio, resistenze anticondensa, ventilatori, etc. etc.).

Il gruppo elettrogeno avrà una potenza di 100kVA con alimentazione a gasolio e sarà dotato di serbatoio interno incorporato di capacità pari a 120 l. Il gruppo elettrogeno sarà posto in un apposito e dedicato locale tecnico della cabina primaria del produttore e munito di un quadro di controllo delle sue funzioni nonché di commutazione tra rete e gruppo. Il quadro di commutazione e controllo del gruppo elettrogeno sarà installato all'interno del locale quadri bt. Al quadro di commutazione arriverà sia la linea bt uscente dal trasformatore per i servizi ausiliari, sia la linea uscente dal gruppo elettrogeno. L'uscita del quadro di commutazione alimenterà il quadro generale bt di cabina.

Con questo schema di collegamento il quadro bt di cabina sarà alimentato dalla rete elettrica fin quanto su tale rete c'è tensione; al mancare, per qualsiasi motivo della rete elettrica, il quadro di commutazione automatica farà avviare il gruppo elettrogeno commutando quindi l'alimentazione del quadro bt dalla rete elettrica al gruppo elettrogeno. In tal modo si garantisce l'alimentazione costante del quadro bt di cabina.

3.11. Alimentazione in c.c..

La cabina primaria del produttore sarà dotata, inoltre, di un gruppo soccorritore attraverso il quale alimentare tutti i servizi ausiliari sensibili di cabina (relè di protezione, bobine a minima tensione, comandi di interruttori, etc.). Il gruppo soccorritore sarà alimentato dal quadro bt di cabina a sua volta alimentato, come sopra indicato, dal gruppo elettrogeno. In tal modo il gruppo soccorritore alimenterà con continuità tutti i servizi ausiliari sensibili e di sicurezza della cabina primaria, anche durante la fase di commutazione dell'alimentazione dei servizi ausiliari da rete a gruppo elettrogeno.

Le batterie del gruppo soccorritore saranno installate all'interno di un quadro elettrico a questo appositamente dedicato. Quadro di soccorso e quadro batterie saranno installati nel locale quadri c.c. dei locali tecnici di cabina.

3.12. Basamenti per apparecchiature elettriche.

Gli scavi per la formazione delle fondazioni, dei pozzetti e dei condotti, saranno eseguiti con mezzo meccanico in sezione ristretta; il materiale di risulta sarà trasportato alla pubblica discarica.

I getti di calcestruzzo saranno confezionati con cemento a lenta presa con $R_{ck} \geq 325$ e saranno così distinti:

- dosati a ql. 1,5 : per magrone di sottofondo ai basamenti;
- dosati a ql. 2,5 : per murature di sostegno apparecchiature e per formazione dei vari pozzetti;
- dosati a ql. 3,0 : per basamenti di sostegno apparecchiature e per le opere di c.a. per la formazione della soletta di copertura del serbatoio di raccolta olio dei trasformatori.



Per l'esecuzione dei getti saranno usati casseri in tavole di legno.

La vasca di raccolta olio del trasformatore sarà intonacata ad intonaco rustico con soprastante lisciatura a polvere di cemento per rendere le pareti impermeabili ed evitare la perdita di olio.

Per la realizzazione dei cavidotti saranno utilizzati dei tubi in plastica di tipo pesante, posati entro gli scavi a trincea a sezione rettangolare e protetti meccanicamente con getto di calcestruzzo magro dosato a ql. 1,5. In ognuno dei tratti di cavidotto il numero dei tubi sarà come da tavole di progetto e comunque adeguato alle specifiche funzionalità.

Tutti i pozzetti saranno realizzati con corpo in c.a. gettato in opera e saranno completi di chiusini in cemento per ispezione.

Per la raccolta e lo scarico delle acque piovane del piazzale, saranno posati tubi in cemento del diametro di 20 cm ricoperti con getto di calcestruzzo dosato a ql. 1,5 di cemento.

Si prevede la posa di pozzetti stradali a caditoia di raccolta acqua, completi di sifone incorporato e di griglia in ghisa del tipo pesante carrabile.

PARTE IV

OPERE DI RETE A 150kV e 380 kV

Si rimanda al progetto delle opere di rete fornito da TERNA.

San Severo, Marzo 2014

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio

