






new energy Eni New Energy SpA

PROGETTO ITALIA IMPIANTO EOLICO PORTO TORRES

Eolico - Porto Torres - Area Industriale Syndial
Progetto Definitivo


RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE ELETTRICHE

CS-FS	01	18/12/2019	Emissione Finale	G.Imparato	E.Pallavicini	M. Parenti	N. Abdel Karim	A. Milanese
CS-FS	00	19/11/2019	Emissione per Commenti	G.Imparato	E.Pallavicini	M. Parenti	N. Abdel Karim	A. Milanese
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	Proger Preparato	Proger Verificato	EniProgetti Controllato	EniProgetti Approvato	Eni New Energy Approvato
Indice Revisione								
Logo Committente e Denominazione Commerciale  new energy Eni New Energy SpA				Nome progetto PROGETTO ITALIA IMPIANTO EOLICO PORTO TORRES		ID Documento Committente SY2400FERU00175 Commessa N.		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  progetti EniProgetti SpA						ID Documento Appaltatore --		
Nome d'Impianto e Oggetto PORTO TORRES (SS) Eolico - Porto Torres - Area industriale Syndial						Scala n.a.	Numero di Pagine 1 / 13	
Titolo Documento Relazione specialistica opere elettriche								

Software: Microsoft Word


File Name: SY2400FERU00175_CSFS01_13.docx



 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 2 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

SOMMARIO

1.	GENERALITÀ	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1	Norme di riferimento per la Bassa Tensione (BT)	4
2.2	Norme di riferimento per la Media Tensione (MT)	5
2.3	Unità di misura	5
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO ELETTRICO	6
4.	COMPONENTI ELETTRICI DEL PARCO EOLICO	6
4.1	Aerogeneratore	7
4.1.1	Convertitore di macchina	7
4.2	Linee MT	8
4.2.1	Condizioni di posa	9
4.3	Quadro MT	10
4.4	Impianto di terra	10
5.	SISTEMI DI PROTEZIONE	11
5.1	Dispositivo di Interfaccia DDI	11
5.2	Dispositivo Generale DG	11
5.3	Protezioni da sovracorrenti sul lato CA	11
5.4	Protezioni dai contatti accidentali sul lato CA	12
5.5	Impianto protezione scariche atmosferiche	12
6.	SISTEMI DI CONTROLLO	13

	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 3 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

1. GENERALITÀ


La presente relazione ha lo scopo di illustrare le opere elettriche necessarie per la realizzazione dell'impianto eolico che ENI New Energy S.p.A. intende realizzare all'interno del perimetro dello stabilimento industriale di Porto Torres (SS), nell'area di pertinenza ENI Rewind. L'impianto eolico rientra interamente nel perimetro dell'area industriale di Porto Torres. L'area oggetto di intervento, avente una superficie complessiva di circa 215 ha, è situata all'interno della porzione di aree di stabilimento attualmente destinate a petrolchimica, impianti di disinquinamento, servizi, verde consortile e nuovi lotti per industria di varia natura. L'area è localizzata in prossimità delle strade provinciali SP57 e SP34 all'interno del Polo industriale di Porto Torres (SS) e ricade in località "Terrabianca".

Il progetto prevede l'installazione di n° 6 aerogeneratori con potenza unitaria di 5,67 MW per un totale di 34 MW connessi mediante la rete di distribuzione dello stabilimento esistente e attualmente gestita da Versalis S.p.A. Si precisa che la rete di stabilimento risulta connessa alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) attraverso una sottostazione denominata "316054" a 150 kV, ove è localizzato il POI (Point of Interconnection, ovvero il punto di consegna, in prelievo e/o in immissione) sempre intestato alla Versalis S.p.A.

In particolare, all'interno del sito industriale sono presenti due diverse distribuzioni elettriche a servizio sia delle unità di consumo, che della centrale termoelettrica di produzione e trasformazione (CTE) di Versalis S.p.A. Le reti di distribuzione sono:

- n°1 in AT a 150 kV servita da ulteriori due sottostazioni interne al sito e connesse tra loro in configurazione entra-esce (denominate 316099 e 316010);
- n°2 in MT a 15 kV a servizio delle utenze finali.

Sfruttando la presenza della sottostazione 316010, che serve la centrale CTE, in prossimità delle aree in cui è prevista la realizzazione dell'impianto, il collegamento elettrico dell'impianto eolico alla rete per l'immissione dell'energia prodotta avverrà a livello di Media Tensione 15 kV, su un nuovo quadro MT localizzato all'interno della CTE e direttamente connesso ad un nuovo trasformatore AT/MT, che il gestore della rete dedicherà esclusivamente all'impianto eolico.


 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 4 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere elettriche in argomento, se non diversamente precisato nelle prescrizioni o nelle specifiche richieste saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza della seguente normativa di riferimento vigente.

2.1 Norme di riferimento per la Bassa Tensione (BT)

- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri
- CEI 44-5: Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine
- CEI 20-22: attitudine di un determinato tipo di cavo a contenere la propagazione del fuoco in caso di incendio.
- CEI 20-37: Prove atte a verificare le caratteristiche dei gas emessi dalla combustione di cavi elettrici.
- CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 81-10: Protezione contro I fulmini.
- IEC 62485: Safety requirements for secondary batteries and battery installations.
- CEI EN 50172: Illuminazione di sicurezza.
- CEI EN 62271: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 20-11: Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento.
- CEI 14: Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza – Prescrizioni.
- CEI 110 (CEI EN 61000): Compatibilità elettromagnetica (EMC).
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 5 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 IIa Ed. 2004: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

2.2 Norme di riferimento per la Media Tensione (MT)


- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIa Ed. 2005: Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV.
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 I Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema, possono essere referenziate. In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani
- Leggi e regolamenti comunitari (EU)
- Documento in oggetto
- Specifiche di società (ove applicabili)
- Normative internazionali

2.3 Unità di misura

Tutte le unità di misura sono e devono essere conformi al Sistema Internazionale (S.I.).

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 6 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO ELETTRICO

Il Parco Eolico sarà costituito da n. 6 aerogeneratori elettricamente connessi tra loro secondo la modalità “entra-esci” formando due gruppi da tre. Ciascun generatore eolico produrrà energia elettrica alla tensione di 720 V c.a. e all’interno di ciascuna torre sarà installato un trasformatore di macchina 720V/15kV di taglia 7 MVA che servirà ad elevare la tensione al livello di media tensione. L’energia prodotta dalle torri eoliche sarà convogliata verso la sottostazione 316010, che serve la centrale termoelettrica (CTE), per mezzo di due linee in media tensione a 15 kV. La cabina CTE esistente ospiterà un nuovo quadro in MT dedicato esclusivamente all’impianto eolico e direttamente connesso ad un nuovo trasformatore AT/MT di potenza nominale pari a 40 MVA, in accordo con il codice di rete di Terna. La connessione finale dell’impianto eolico con la Rete di Trasmissione Nazionale avverrà mediante la Rete di Distribuzione dello stabilimento esistente.

Le linee MT interne al parco eolico, di connessione tra gli aerogeneratori e tra questi e la cabina CTE, saranno realizzate mediante cavidotti. Per i collegamenti tra i singoli aerogeneratori si impiegheranno cavi tripolari, mentre per il collegamento finale con la cabina CTE si impiegheranno cavi unipolari. I cavi saranno posati all’interno di tubi protettivi totalmente interrati, a meno di una parte di cavidotto di connessione alla cabina CTE che sarà fuori terra, all’interno di un cavedio in cemento riempito con sabbia. Tutte le opere elettriche in bassa e media tensione saranno realizzate secondo le prescrizioni della norma CEI 11-1, con particolare riferimento alla scelta dei componenti, della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio.

4. COMPONENTI ELETTRICI DEL PARCO EOLICO

I principali componenti elettrici dell’impianto eolico saranno:

- Generatori eolici installati su torri tubolari dalla potenza unitaria di 5,67 MW;
- Linee elettriche MT in cavo di interconnessione tra gli aerogeneratori e la cabina CTE;
- Quadro MT di consegna all’interno della cabina CTE;
- Trasformatore e Quadro dei Servizi Ausiliari della cabina CTE,
- Impianto di terra;
- Sistema SCADA;
- Gruppo di continuità (UPS);
- Unità periferica di monitoraggio (UPDM) per il gestore della rete Terna.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 7 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

4.1 Aerogeneratore

I 6 generatori eolici (Wind Turbine Generator – WTG) che verranno installati, sono caratterizzati da una torre di sostegno tubolare alla cui estremità è collegato il rotore tripala opportunamente accoppiato al gruppo di conversione elettromeccanica ospitato dalla navicella.

Di seguito sono riassunti i principali dati tecnici degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE – 5,67 MW	
Potenza nominale	5670 kW
Tensione nominale	720 V
Frequenza	50/60 Hz
Convertitore	full scale
Velocità di taglio inferiore (cut-in)	3 m/s
Velocità di taglio superiore (cut-out)	25 m/s
Potenza sonora	104 dB
Diametro rotore	165 m
Altezza mozzo	119 m
Numero di pale	3
Area spazzata	20612 m ²

Tabella 1 – Dati tecnici generatori eolici


Il generatore è a magneti permanenti, per la massima efficienza garantita, ed è abbinato al convertitore “full scale” con regolazione di potenza realizzata attraverso variazioni di velocità del passo. La torre eolica sarà dotata di un trasformatore di macchina BT/MT 720V/15kV 7000 kVA, posto in un vano chiuso e separato della navicella, mediante il quale viene innalzata la tensione al valore di esercizio del sistema in media tensione di 15 kV. Inoltre, si prevede un trasformatore per i servizi ausiliari BT/BT 50 kVA 720V/400V, derivato dal primario del trasformatore elevatore.

Il tutto fa capo ad un quadro di torre di Media tensione, che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove è ubicato, ha la funzione di “entra-esce” all’interno del sottogruppo di aerogeneratori di cui fanno parte.

4.1.1 Convertitore di macchina

Prima di immettere l’energia elettrica in rete è necessario che le grandezze elettriche siano coerenti con i valori di esercizio della rete stessa. In particolare la frequenza in uscita dal generatore dipende dalla velocità di rotazione del rotore e dal numero di coppie polari. Per garantire la frequenza lato rete costante, occorre interporre un convertitore che gestisca il generatore e le caratteristiche dell’intera potenza elettrica generata. Il convertitore è caratterizzato da un primo stadio in cui si convertono le grandezze elettriche in uscita dal generatore che sono a frequenza variabile in grandezze continue e da un secondo stadio in cui le grandezze elettriche continue sono convertite in grandezze alternate a frequenza di rete. Oltre a gestire la frequenza, il convertitore consente di gestire i livelli di potenza attiva e reattiva desiderati (e altri parametri di connessione alla rete) adatti alla rete.

Il convertitore associato alle caratteristiche del generatore eolico suddetto è un sistema di conversione su larga scala (full-scale) con potenza nominale apparente 6200 kVA, posizionato nella navicella con tensione nominale di rete 720V. Invece, la tensione lato generatore è nominalmente di 800V, ma dipende ovviamente dalla velocità del generatore.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 8 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

4.2 Linee MT

L'interconnessione tra le torri eoliche e tra queste e il nuovo quadro, predisposto nella cabina CTE esistente, sarà effettuata mediante due cavidotti distinti in media tensione eserciti a 15 kV. Si considera un cavo con un conduttore per fase, in maniera tale da realizzare una terna trifase di conduttori, posati in piano all'interno di tubi protettivi e totalmente interrati. Ogni singolo cavo è caratterizzato da un'anima in rame con isolante in gomma, sotto guaina di PVC. Nello specifico, per l'interconnessione tra gli aerogeneratori saranno impiegati cavi tripolari con armatura in acciaio, mentre per il tratto di connessione finale alla cabina CTE saranno impiegati cavi unipolari non armati. I cavidotti saranno interrati lungo tutto il tracciato di connessione, a meno di una parte di collegamento alla CTE che si svilupperà fuori terra all'interno di un cavedio in cemento riempito con sabbia.

In base al sistema di interconnessione entra-esce tra gli aerogeneratori, è possibile individuare i seguenti rami di connessione:

- Ramo 1: WTG 01 – WTG 02 – WTG 06 – CTE
- Ramo 2: WTG 03 – WTG 04 – WTG 05 – CTE

Ciascun ramo collega gli aerogeneratori che ne fanno parte e, in uscita dall'ultima torre, il medesimo cavidotto si sviluppa verso la sottostazione. Nel tracciato di ogni singolo ramo si avranno tratti con sezioni diverse, di seguito riportate:


- Tratto WTG 01 – WTG 02: 8,7/15 kV Cu 3x120 mm²
- Tratto WTG 02 – WTG 06: 8,7/15 kV Cu 3x300 mm²
- Tratto WTG 06 – CTE: 8,7/15 kV Cu 3x(1x500) mm²
- Tratto WTG 03 – WTG 04: 8,7/15 kV Cu 3x120 mm²
- Tratto WTG 04 – WTG 05: 8,7/15 kV Cu 3x300 mm²
- Tratto WTG 05 – CTE: 8,7/15 kV Cu 3x(1x500) mm²

I cavi tripolari impiegati saranno di tipo RG7H1OZR – 8,7/15 kV, caratterizzati da armatura realizzata con piattine di acciaio; i cavi unipolari, invece, saranno di tipo RG7H1R – 8,7/15 kV non armati.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei singoli conduttori:

Formazione (n° x mm ²)	Ø Indicativo conduttore (mm)	Ø Esterno max (mm)	Portata di corrente (A)
3 x 120	12,9	69,5	315,25
3 x 300	21,0	88,6	518,95
1 x 500	26,1	47,4	761,45

Tabella 2 – Caratteristiche tecniche cavi

	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 9 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

La portata indicata in tabella per il singolo cavo è relativa alle condizioni di posa adottate, riportate in seguito:

- Profondità di posa 1 m;
- Posa in tubi protettivi;
- Temperatura ambiente 20 °C;
- Resisività termica del terreno 1,5 Km/W.

I cavi avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche particolari:

- Non propagazione della fiamma (conformi agli standard IEC 60332-1 e IEC 60332-3);
- Ritardanti la fiamma (secondo IEC 60332);
- Bassa emissione di gas tossici e di gas corrosivi (secondo IEC 60754);
- Bassa emissione di fumi opachi (secondo IEC 61034);
- Resistenza speciale a stress ambientali (secondo eventuali richieste particolari indicati nelle specifiche progettuali).

4.2.1 Condizioni di posa

Le linee MT a servizio del parco eolico saranno costituite da cavi tripolari per l'interconnessione "entra-esce" all'interno dei singoli sottocampi e da cavi unipolari per il tratto di connessione finale dall'ultimo aerogeneratore del sottogruppo alla cabina CTE.

Per quanto riguarda nello specifico le condizioni di posa, il sistema di linee interrato sarà alloggiato in tubi protettivi corrugati di diametro adeguato e posati in piano sul fondo di un'apposita trincea profonda 1 m e con adeguata larghezza, successivamente riempita con terreno di risulta, pistonato per evitare successivi cedimenti. La trincea dovrà essere tale da ospitare i tubi protettivi corrugati a servizio dei cavi MT e dei cavi in fibra ottica. Inoltre, è bene precisare che nei tratti in cui porzioni di cavidotto corrono parallelamente, la trincea sarà scavata in maniera tale da poter garantire la posa di tutti i tubi protettivi corrugati necessari per la realizzazione del cavidotto, così come riportato nel documento **SY2400FADG00156 – Sezione Cavidotti**.


Si precisa che il collegamento alla cabina CTE sarà in parte fuori terra, all'interno di un cavedio in cemento riempito con sabbia. All'interno dello stesso tracciato si disporrà la corda di rame nudo da 95 mmq, per la protezione di terra, direttamente interrata.

Lungo il tracciato, ad opportune distanze dipendenti anche dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno dei pozzetti adatti ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi e a garantire le future ispezioni sul cavidotto.

Infine, il collegamento della linea nelle celle MT di arrivo e partenza alle sue estremità sarà realizzato mediante apposita terminazione, con idonei capicorda a compressione. Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri si deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (15kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore stesso sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni) il fenomeno potrebbe estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annullerà questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi MT sarà messo a terra ad entrambe le estremità della linea, ma è vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

 Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 10 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

4.3 Quadro MT

La connessione dell'impianto eolico alla RTN avverrà per mezzo della rete di distribuzione di stabilimento. Di interesse per la connessione è la rete in AT a 150 kV servita da ulteriori due sottostazioni interne al sito e connesse tra loro in configurazione entra-esci (denominate 316099 e 316010). La sottostazione 316010, denominata CTE, verrà utilizzata per la connessione diretta del parco eolico alla rete interna di stabilimento. Il collegamento elettrico alla rete per l'immissione dell'energia prodotta avverrà a livello (MT) 15 kV, su un nuovo quadro MT localizzato all'interno della CTE e direttamente connesso ad un nuovo trasformatore AT/MT di potenza nominale 40 MVA, in accordo al codice di rete e che il gestore della rete Versalis S.p.A. dedicherà esclusivamente all'impianto eolico.

Il nuovo quadro generale di Media Tensione includerà il trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e n°6 scomparti. Si rimanda all'elaborato **SY2400FEFU00170 – Schema elettrico unifilare**. Gli scomparti sono assegnati nel seguente modo:

- n°2 scomparti dedicati all'arrivo dalla wind farm delle due linee in cavo MT 15 kV;
- n°1 scomparto dedicato all'alimentazione del trasformatore MT/BT per servizi ausiliari;
- n°1 scomparto Misure ;
- n°1 scomparto dedicato al Dispositivo Generale (DG) avente la funzione di apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura determina la separazione del generatore dalla rete;
- n°1 scomparto per la connessione del trasformatore di messa a terra con avvolgimenti a zig-zag.

I due scomparti dedicati all'arrivo delle linee MT saranno dotati di Dispositivo di Interfaccia (DDI) in conformità alla norma CEI 0-16.

4.4 Impianto di terra


Gli impianti di terra saranno progettati tenendo in considerazione i seguenti criteri:

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

Il trasformatore elevatore di tensione avrà l'avvolgimento primario lato bassa collegato a stella, con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica, mentre il secondario lato media sarà con avvolgimento a triangolo. Si precisa che il lato bassa tensione della turbina sarà gestito come TN-S, invece, dato che la connessione lato rete avverrà in media tensione la messa a terra sarà in accordo con quella dell'impianto. In particolare la messa a terra sul lato MT viene garantita attraverso l'impiego di un trasformatore di messa a terra con avvolgimenti a zig-zag.

Una parte fondamentale del sistema di messa a terra della singola turbina eolica è la barra principale di messa a terra, posta all'interno dell'aerogeneratore in prossimità dell'ingresso cavi. Tutti i dispersori di terra faranno capo a questa barra principale garantendo collegamenti equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere predisposto già in sede di realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e con collegamento ai ferri d'armatura. Esso sarà costituito da un conduttore di rame nudo di sezione pari a 95 mm² posto orizzontalmente ad un metro di distanza dalla fondazione della torre e ad 1 m di profondità, che segue il perimetro della struttura fino a richiudersi su se stesso. Inoltre, la rete di terra per il singolo aerogeneratore sarà integrata con due dispersori verticali in acciaio ramato della lunghezza di 6 m ciascuno e del diametro di almeno 14 mm, piantati verticalmente in posizioni diametralmente opposte rispetto alla torre. La disposizione dell'impianto di messa a terra ad anello chiuso attorno alla struttura limiterà la tensione di passo e contatto per le persone eventualmente presenti alla base della torre in caso di fulminazione diretta della struttura stessa ed, allo stesso tempo, i picchetti verticali accoppiati al medesimo impianto contribuiranno a diminuire il valore della resistenza complessiva di terra.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 11 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

Le reti di terra di ogni aerogeneratore verranno, poi, interconnesse tra loro mediante un conduttore di rame nudo. In particolare, all'interno della canalizzazione per la posa dei cavi di media tensione, interrata per il collegamento "entra – esce" fra gli aerogeneratori, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm² per la connessione delle reti di terra.

L'impianto di terra così definito, e riportato nell'elaborato grafico **SY2400FEDP00169 – Rete di terra**, fa capo al nodo equipotenziale della rete di terra della cabina di consegna già esistente, rappresentata dalla cabina CTE. Inoltre, ai fini di garantire una buona equipotenzialità la rete di terra verrà allacciata anche in più punti con le reti di terra adiacenti l'impianto.

5. SISTEMI DI PROTEZIONE

La protezione del sistema di generazione eolico nei confronti sia della rete interna che della rete di distribuzione è realizzata in conformità alla norma CEI 11-20, con riferimento a quanto contenuto nella norma CEI 0-16 e dal codice di rete del gestore locale.

L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola sui seguenti livelli:

- Dispositivi dei generatori
- Dispositivi di interfaccia
- Dispositivo di ricalzo
- Dispositivo generale

Accanto a questi dispositivi, saranno previsti tutti i sistemi di protezione necessari a salvaguardare i circuiti dai sovraccarichi e dai cortocircuiti e a preservare la sicurezza delle persone contro i contatti diretti e indiretti o da tensioni di passo e di contatto pericolose per la vita umana.

5.1 Dispositivo di Interfaccia DDI

Il dispositivo di interfaccia (DDI) determina la disconnessione dell'impianto in caso di anomalie (variazioni di frequenza e tensione oltre i parametri di qualità) rilevate nella rete di connessione, derivanti da guasti provenienti dalla rete di distribuzione stessa o dall'impianto di produzione. Tale dispositivo ha anche la funzione di impedire il funzionamento in isola dell'impianto eolico. Il DDI sarà costituito da un interruttore in MT le cui caratteristiche sono illustrate nello schema unifilare.

Le protezioni di interfaccia (che comandano il dispositivo di interfaccia) sono costituite da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione omopolare conformi alle norme specifiche di settore.


5.2 Dispositivo Generale DG

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica; Il DG dovrà assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione. Inoltre, esso è dotato di sganciatore di apertura e sezionatore equipaggiato con protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

La soluzione ottimale per la protezione del collegamento verrà comunque concordata con il gestore di rete in riferimento alle caratteristiche della RTN cui l'impianto è collegato. Il dispositivo generale potrà eventualmente fungere da dispositivo di ricalzo, nel caso in cui il DDI non intervenga.

5.3 Protezioni da sovracorrenti sul lato CA

È opportuno prevedere protezioni contro le sovracorrenti che possono scaturire sia in condizioni di circuito sano che in condizioni di circuito guasto. In merito all'impianto eolico, gli interruttori sul lato MT saranno equipaggiati con protezioni generali di massima corrente e contro i guasti a terra opportunamente dimensionati e tarati per garantire un buon livello di selettività al corto circuito.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 12 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

5.4 Protezioni dai contatti accidentali sul lato CA

La protezione dai contatti diretti e indiretti o comunque da tensioni di passo e di contatto avviene in accordo alla normativa vigente e in modo dedicato al sistema elettrico interessato. I sistemi ausiliari di ogni aerogeneratore saranno alimentati da un trasformatore separato BT/BT 720V/400V la cui alimentazione al primario è fornita direttamente dal convertitore. I carichi ausiliari sono tipicamente rappresentati dal sistema di illuminazione, dal sistema di ventilazione, da motori e pompe. In questo caso il sistema di distribuzione, di tipo TN-S, garantirà forniture ai carichi ausiliari con livelli di tensione pari a 400V e 230V. Si precisa che gli ausiliari della torre eolica sono alimentati con un trasformatore BT/BT perché si ha a disposizione già un livello in bassa tensione, in uscita dal convertitore, a differenza dei servizi ausiliari di cabina CTE che sono alimentati da un trasformatore MT/BT dato che il livello di tensione disponibile è in media.

La protezione dai contatti indiretti sarà assicurata dall'installazione degli interruttori differenziali, mentre la protezione da sovracorrenti verrà garantita da interruttori magnetotermici. Il tutto è coadiuvato dalla realizzazione di una rete di terra primaria, estesa su tutti gli aerogeneratori, in grado di equipotenzializzare il terreno e ridurre la tensione totale di terra e dall'utilizzazione di relè di protezione attivi che garantiscono tempi di intervento accettabili.

5.5 Impianto protezione scariche atmosferiche

Gli aerogeneratori, grazie alla loro altezza ed essendo spesso la struttura più alta del territorio circostante, rappresentano un "bersaglio ideale" per le fulminazioni, quindi possono essere esposti a sovratensioni di origine atmosferica dirette ed indirette, oltre che essere soggetti a sovratensioni di manovra. La protezione dalle fulminazioni consentirà una riduzione dei rischi per le persone (principalmente personale addetto), della manutenzione per danneggiamento della struttura e dei componenti interni ed una precauzione contro le perdite economiche per mancata produzione energetica dovuta ad avaria dell'impianto.

Un sistema di protezione dai fulmini per le turbine eoliche è costituito da un cavo conduttore metallico, che ha il compito di condurre la corrente dall'apice delle pale fino a terra, nelle fondamenta utilizzando i ferri del plinto come dispersore di fatto. I punti più alti di un aerogeneratore sono le punte delle pale, le quali sono maggiormente a rischio di essere colpite dai fulmini durante i temporali. Nonostante nel corso dell'evoluzione tecnologica si sia passati da pale in materiali conduttori a pale in materiali non conduttori, sono ancora possibili danneggiamenti, anche molto pesanti, come l'esplosione di una pala a causa del riscaldamento dell'aria in essa contenuta. Nelle pale dei n° 6 aerogeneratori il sistema di protezione sarà composto da un sistema captatore di alluminio, da una linea di drenaggio e dalla rete a terra disposta attorno alla torre. Il passaggio della corrente dalla parte rotante alla navicella avviene mediante opportuni sistemi conduttori. Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, le scariche atmosferiche possono provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti. Pertanto all'interno dei quadri saranno previsti idonei scaricatori di sovratensione posti a protezione delle apparecchiature.

 eni new energy Eni New Energy SpA	ID Documento Committente SY2400FERU00175	Pagina 13 / 13	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CS-FS	01

6. SISTEMI DI CONTROLLO

L'impianto sarà in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione, UPS). Tutti i principali componenti dell'impianto eolico saranno predisposti per comunicare con un sistema SCADA installato all'interno della cabina CTE insieme ai sistemi RTU e UPDM che nel loro complesso renderanno possibile la eventuale gestione remota dell'impianto eolico da parte del Gestore della Rete Nazionale e/o del gestore locale dell'impianto, attraverso il controllo dei parametri rilevanti dell'impianto, ovvero: potenza attiva e reattiva, tensione, frequenza e fattore di potenza, performance di produzione e teledistacco. Tutti i parametri rilevanti dell'impianto eolico come ad esempio correnti e tensioni, saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato, compatibile con tutte le altre apparecchiature e, in caso di guasto di un componente, la porzione di impianto verrà isolata automaticamente dalle protezioni e sarà segnalato su un sistema HMI, sia localmente che in remoto.

Ogni funzione dell'aerogeneratore verrà monitorata e controllata in tempo reale attraverso un sistema di controllo dedicato, basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM, che si estende sull'intero parco eolico. A bordo di ogni torre eolica, ai fini del controllo continuo, si installeranno le Remote Terminal Unit (RTU) costituite da tre apparati distinti: un PLC per il monitoraggio real-time, uno per il telecontrollo ed uno per lo storico dati. Con questa architettura si potrà supervisionare, anche a distanza, ogni componente di interesse dell'impianto eolico, nonché ottenere la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori. Mentre, con l'ausilio dello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc. Inoltre, l'impianto sarà caratterizzato da un Power Plant Controller tramite cui avverrà la comunicazione con il gestore della rete.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati raccolti dagli aerogeneratori saranno trasmessi, mediante un sistema di connessione realizzato con cavi in fibra ottica, ad un Firewall di Impianto e per mezzo di quest'ultimo avverrà l'interfacciamento con l'Eni – Green Data Center. La fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. I dati rilevati verranno salvati in appositi database, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Tutti i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI 20-37-1, del tipo non propaganti l'incendio (CEI 20-22) e avranno portata adeguata all'uso cui sono destinati. Inoltre saranno rispondenti alle Norme costruttive stabilite dalla UNEL.