



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI PIETRAGALLA



COMUNE DI POTENZA



COMUNE DI VAGLIO BASILICATA

Committente:

EXENERGY s.r.l.

GRvalue

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO
"PARCO EOLICO POGGIO D'ORO"

Titolo:

Disciplinare descrittivo e prestazionale
degli elementi tecnici

Tavola:

A.15

-Progettista Architettonico/Elettromecc.:

Ing. Paolo Battistella

-Consulenza Geologica:

Dott. Geologo Viviani

-Responsabile V.I.A.:

Arch. Antonio De Maio

-Studio Paesaggistico:



N°	REVISIONE	DATA	RED.	APPR.
1	Ottimizzazione	05/2021	-	-
0	Emissione	06/2019	-	-

Data:

Maggio 2021

Committente:
EXENERGY S.r.l.
Via Principe Amedeo, 7 – 85010 Pignola (PZ)

Parco Eolico Poggio d'Oro
DISCIPLINARE DEGLI ELEMENTI TECNICI
A15

A. AEROGENERATORI	2
A.1 COMPONENTI DELL'IMPIANTO	3
A.2 SISTEMI DI SICUREZZA	6
B. FONDAZIONI	8
C. RETE DI ALLACCIO	9
D. SOTTOSTAZIONE DI ALLACCIO	10
D.1 EDIFICIO QUADRO MT E LOCALE MISURA	11
D.2 TRASFORMATORE	12
D.3 APPARECCHIATURE	12
D.4 SERVIZI AUSILIARI	13
D.5 EDIFICI	14
D.6 LOCALE DI SERVIZIO PER OPERATORI GESTORE	14
D.7 IMPIANTO DI TERRA	15
D.8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA ED EDIFICI	15
D.9 INFRASTRUTTURE ACCESSORIE DI SUPPORTO	15
E. CAVIDOTTO	17
F. SISTEMI DI CONTROLLO	20
F.1 ACCENSIONE	20
F.2 CONDIZIONE NOMINALE DI FUNZIONAMENTO	20
F.3 FERMATA	21
G. RACCORDI LINEE AT AEREE CON PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI...	22

	Redatto	Note	Data
Rev.A	P.Battistella	Ottimizzazione	Aprile 2021
Emissione	P.Battistella		Giugno 2019

A. AEROGENERATORI

Viste le caratteristiche del sito sotto il profilo anemologico, orografico e ambientale gli aerogeneratori più adatti sono di grande taglia.

L'aerogeneratore scelto è del costruttore VESTAS modello V136 da 4,2MW di potenza nominale, con doppia altezza mozzo pari a 82 e 112m.

Lo schema costruttivo rimane quello classico, in cui la navicella è progettata con struttura portante saldata. Al suo interno sono alloggiati il sistema di trasmissione con moltiplicatore di giri, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

L'avvio della turbina avviene con un vento di 3m/s, a passo massimo.

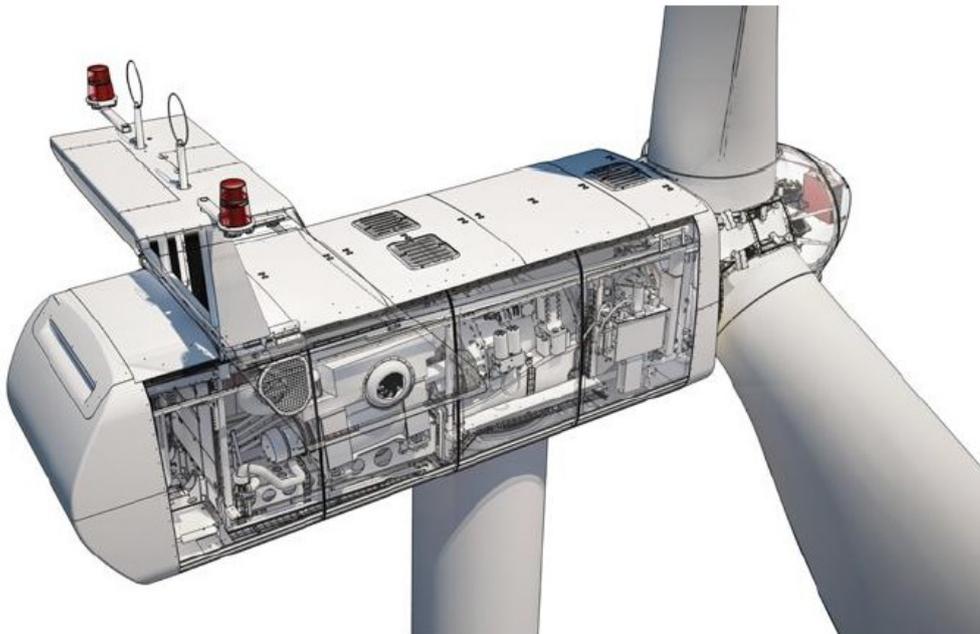


Figura 1 - Navicella Vestas

Il flusso d'aria sulle pale aziona il rotore che a sua volta è l'azionamento diretto per il generatore.

Considerando la macchina Vestas V117, il sistema di trasmissione prevede il moltiplicatore di giri e il generatore è asincrono.

Data la bassa velocità di rotazione e l'ampia sezione trasversale del generatore, i livelli di temperatura non sono elevati e soggetti a minori fluttuazioni.

A.1 Componenti dell'impianto

Pale:

- ✓ Numero: 3
- ✓ Lunghezza: 66,66m
- ✓ Materiale: materiale composito a matrice epossidica rinforzata con fibra di carbonio e Tip metallico.

Rotore:

- ✓ Diametro 136 m
- ✓ Area spazzata 14.527 m²
- ✓ Rotazione: oraria (vista frontale)
- ✓ Orientamento: sopravvento
- ✓ Angolo di tilt: 6°
- ✓ Intervallo funzionamento 5,6 – 14 rpm

Navicella/mozzo:

- ✓ Pitch System:
 - Tipo: idraulico
 - Numero: uno per ogni pala
 - Intervallo: da -10° a 95°
 - Tipo: a due stadi;
 - Lubrificazione: olio a pressione
- ✓ Moltiplicatore (Gearbox):
 - Tipo: a due stadi;
 - Lubrificazione: olio a pressione
- ✓ Generatore e convertitore di frequenza:
 - generatore asincrono a doppia alimentazione.
 - regime di rotazione variabile per un ottimo rendimento
 - Numero poli: 6
 - Potenza 4.250/ 4.450 kW
 - Classe Isolamento: H
 - Protezione IP54

- ✓ Sistema Yaw di orientamento della navicella
 - Motori e riduttori
 - Ralla di collegamento
- ✓ Sistema freni
- ✓ Unità di controllo superiore
- ✓ Sistema rilevamento/misura vento
- ✓ Captatori sistema parafulmine

Torre:

- ✓ Tubolare/conica
- ✓ Altezza mozzo:
 - 82m con torre "Low HH"¹;
 - 112m con torre standard IEC IIB².
- ✓ collegamento di potenza e di segnale fra la base e la navicella
- ✓ circuito d'illuminazione
- ✓ sistema monofase di alimentazione dell'unità di controllo
- ✓ sistema monofase per l'alimentazione della resistenza di riscaldamento
- ✓ unità di controllo inferiore
- ✓ quadro dei servizi ausiliari
- ✓ quadro di media tensione
- ✓ collegamenti sistema equipotenziale e di messa a terra.

Il trasformatore è posto nella navicella, per cui non c'è più la necessità di una cabina esterna di trasformazione.

Un esempio di modulo contenente i componenti elettrici è mostrato nella figura seguente. Il modulo è diviso in quattro livelli e il trasformatore si trova in quello inferiore, che stabilisce la connessione con la rete di media tensione.

¹ Vedi doc. Vestas nr. 0067-7066 V07 Performance Specification – V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz (Low HH) 2020-04-1

² Vedi doc. Vestas nr. 0067-7065 V08 Performance Specification – V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz 2018-08-10

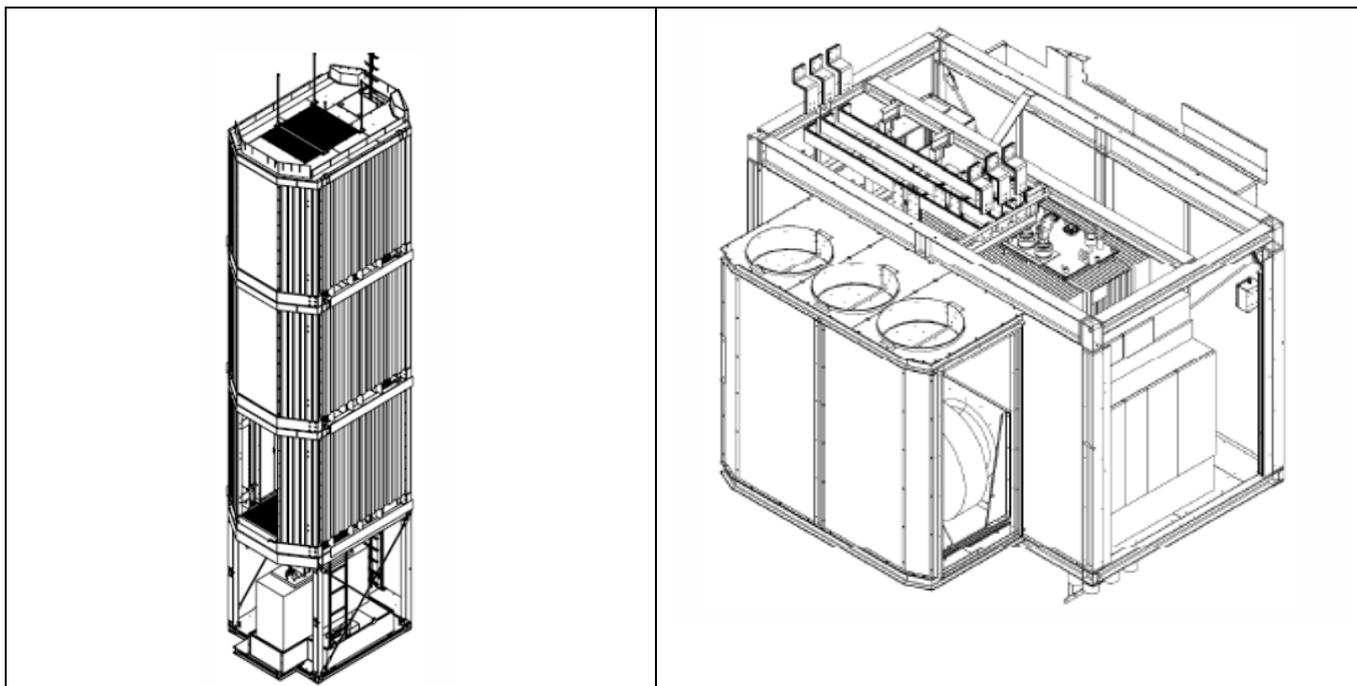


Figura 2 - Sistema di trasformazione



Figura 3 - Componenti del sistema(sistema BT, trasformatore, sistema MT)

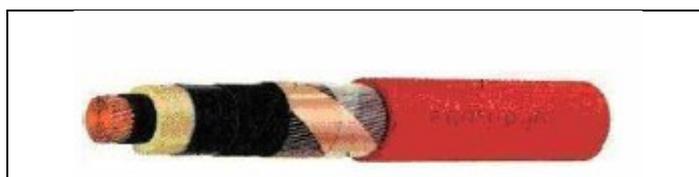


Figura 4 - Cavo di MT

A.2 Sistemi di sicurezza

I sistemi di sicurezza garantiscono un'operatività sicura per la macchina, in accordo con gli *standard* internazionali.

- ✓ gestione indipendente delle pale mediante motoriduttori dotati di sistema UPS
- ✓ Sensori ridondanti per la rilevazione delle temperature e numero di giri
- ✓ Sbarre conduttrici e cavi schermati per la protezione della persona e delle apparecchiature;
- ✓ Freno meccanico di arresto del rotore

SISTEMA DI FRENATURA

La velocità della turbina è ridotta, come detto, tramite il controllo del passo delle pale, senza l'applicazione di carichi aggiuntivi al sistema di trasmissione.

Il rotore viene completamente fermato in caso di manutenzione o di emergenza; in tali casi viene utilizzato un freno addizionale. Esso non si attiva finché il rotore non è parzialmente frenato dal controllo del passo; il sistema di *pitch* è affiancato da un sistema ausiliario di potenza nel caso di emergenze.

SISTEMA ANTIFULMINE

Il sistema di protezione dai fulmini è basato sui seguenti criteri:

- ✓ protezione antifulmine interna ed esterna conforme alla direttiva IEC
- ✓ sistema antifulmine esterno con ricettori sulle pale e parafulmine posto presso l'anemometro di navicella
- ✓ protezione sicura contro le scariche grazie a percorsi di scarica predefiniti
- ✓ inserto in fibra di vetro per la separazione galvanica del generatore dal moltiplicatore
- ✓ conduttore di sovratensioni per la protezione del sistema elettrico
- ✓ protezione completa del generatore grazie all'isolamento degli alloggiamenti dei cuscinetti

Il sistema di protezione è composto dai seguenti elementi:

- L.P.S. (*Lightning Protection System*)
- rete di terra

La rete di terra è costituita da una serie di conduttori in rame nudi collegati con la struttura metallica della torre, posati all'interno dello scavo della fondazione

dell'aerogeneratore in quantità adeguata, in conformità con la normativa vigente in merito alla sicurezza degli impianti elettrici.

L'L.P.S. è necessario al fine di poter captare l'energia dei fulmini e convogliarla, in sicurezza, a terra. A tal fine viene utilizzato un parafulmine a punta sulla navicella e un captatore con cavo metallico inglobato in ciascuna pala e nella navicella; entrambi i sistemi sono collegati ad una rete di conduttori che scendono all'interno della torre e convogliano la corrente captata nella rete di terra.

Oltre al sistema L.P.S., alla rete di terra saranno collegati tutti i circuiti di terra della cella di MT, del sistema di controllo e del circuito di BT della turbina.

I sistemi di sicurezza garantiscono un'operatività sicura per la macchina, in accordo con gli standard internazionali.

SISTEMA DI SENSORI

Un sistema di monitoraggio garantisce la sicurezza della turbina. Tutti i parametri (velocità del rotore, temperatura, carichi, oscillazioni...) sono monitorati da sistemi elettronici. Se questi hanno un guasto, entrano in funzione i sistemi meccanici di sicurezza. Nel caso uno dei sensori registri un guasto serio, la turbina si ferma immediatamente.

B. FONDAZIONI

Le fondazioni presentano diverse soluzioni; la prima è del tipo a “plinto diretto”, pertanto senza l'utilizzo di pali. Questo tipo inoltre può essere con o senza galleggiamento, a seconda della tipologia del terreno.

Altra soluzione è la fondazione “a pali”.

Per entrambe si prevede che il loro piano superiore sia ad almeno 1 metro dal piano di campagna: ciò permetterà, in fase di dismissione, la rimozione della struttura per un metro di profondità dal piano di campagna.

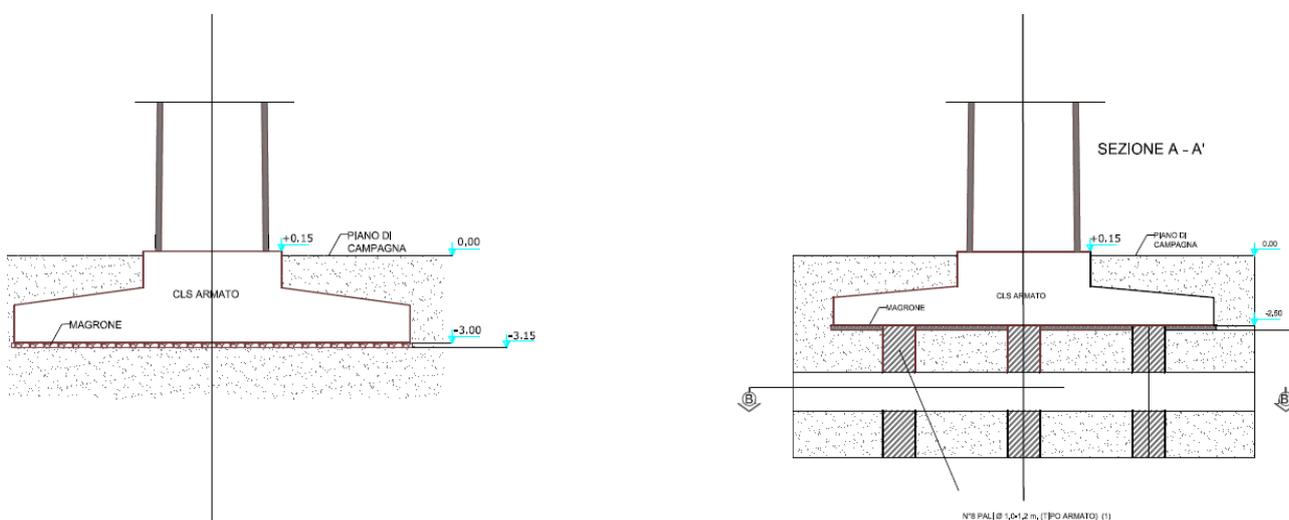


Figura 5 – Tipico sezione fondazione (diretta e a pali)

La soluzione prevista per l'impianto di “Poggio d'Oro” è orientata sull'utilizzo di soluzione diretta (a gravità) per la gran parte delle postazioni.

In alcuni casi viste le condizioni del suolo (vedi relazione Geologica A.2), è presumibile l'utilizzo della fondazione a pali. La decisione sarà però effettuata non appena conclusi i sondaggi specifici previsti per ogni postazione.

C. RETE DI ALLACCIO

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna prevede il collegamento dell'Impianto eolico Poggio d'Oro in antenna su un futuro ampliamento a 150kV della stazione elettrica (SE) di Smistamento a 150kV della RTN "Vaglio" previa realizzazione di:

- ampliamento a 150kV della SE RTN Vaglio FS;
- nuovo elettrodotto RTN a 150kV di collegamento SE Vaglio e la SE Vaglio FS;
- nuovo elettrodotto RTN a 150kV di collegamento SE Vaglio e la SE Oppido;
- nuovo elettrodotto RTN a 150kV di collegamento SE Oppido e la SE 380/150kV di Genzano.

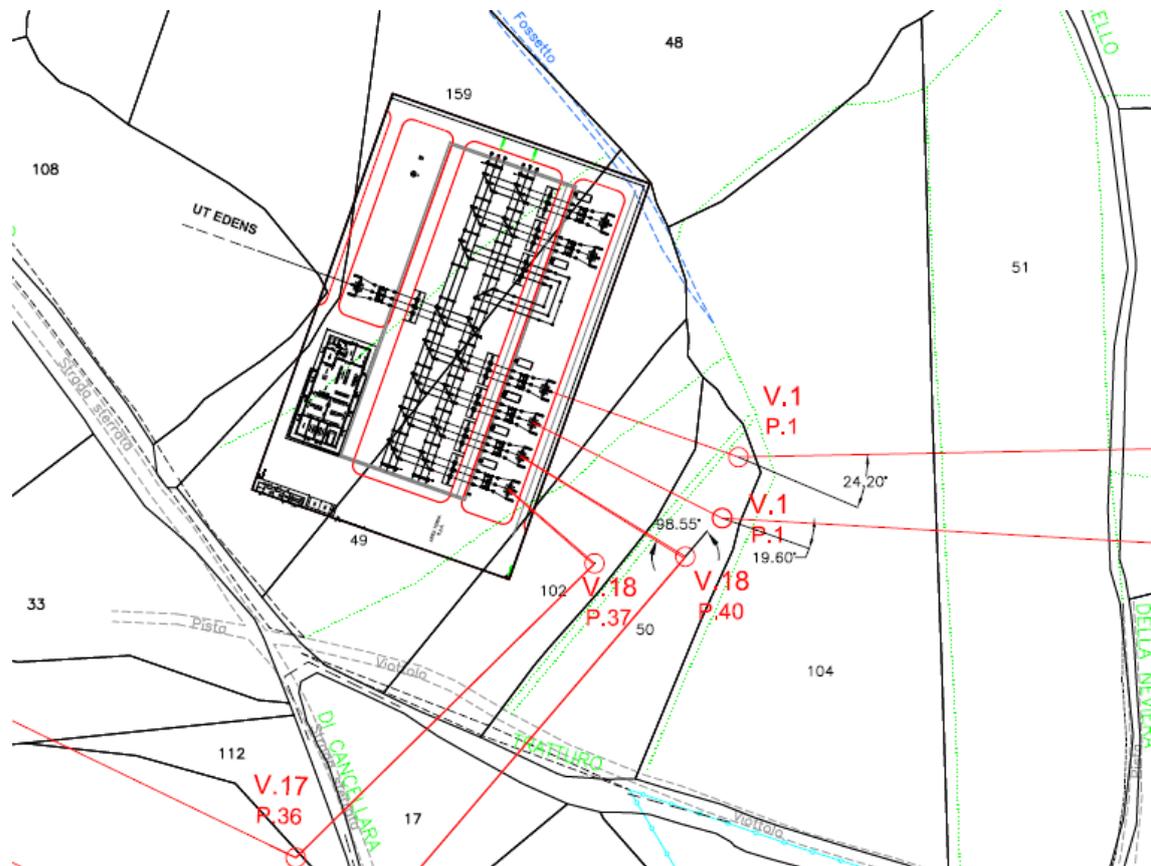


Figura 6 Nuova SE Vaglio – Inquadramento

D. SOTTOSTAZIONE DI ALLACCIO

Il sito per la connessione è stato scelto in quanto è:

- ✓ in prossimità di strade pubbliche comunali/provinciali e statali, con un accesso diretto nella restante porzione delle particelle interessate;
- ✓ si trova nelle immediate vicinanze della stazione 150 kV di “Vaglio” di proprietà di Terna Spa, le cui coordinate sono: 40.688434N, 15.916622E;
- ✓ lontano dai centri abitati in particolare di Vaglio-Cancellara-Pietragalla-Potenza, e dei paesi limitrofi e soprattutto da insediamenti di qualsiasi natura e genere.

L’impianto di “UTENZA” a 150 kV è stato ubicato a nord-ovest della stazione di Vaglio di Terna Spa ed individuato catastalmente al foglio n.03 particelle 259-234 con accesso dalla strada comunale “Tratturo della Marina” sita nel comune di Vaglio Basilicata(PZ) con accesso da altre strade pubbliche presenti in zona di facile accessibilità.

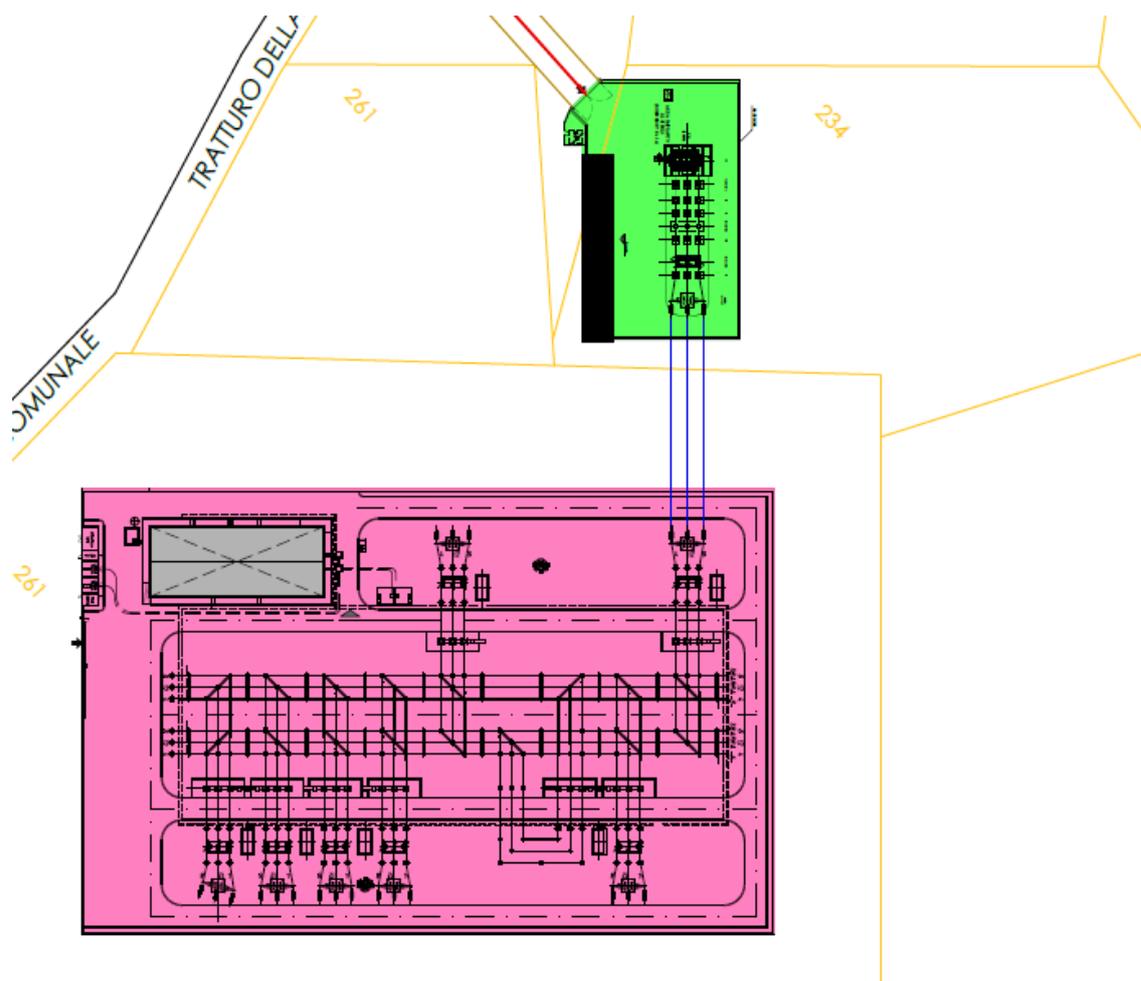


Figura 7 Area utente (Verde) e Area RTN (fucsia)

L’individuazione del sito e la sistemazione della stazione elettrica nello stesso risultano facilitati sia dalla dimensione del lotto individuato, sia dalla vicinanza delle stazione 150 kV in

parola e sia soprattutto dalla mancanza di qualsiasi tipo di infrastruttura agricola e/o residenziale in genere.

La Stazione Elettrica Utente a 150 kV interesserà un'area di circa 30*50 m e verrà interamente recintata; sarà connessa in "antenna" alla stazione di RETE 150 kV "Vaglio", di Terna Spa.

Per raggiungere sia la nuova Stazione Elettrica 150 kV di Terna Spa e sia il punto di consegna di Exenergy si utilizzeranno strade comunali/provinciali/statali ad uso pubblico.

La realizzazione del collegamento "in antenna" avverrà con linea aerea a 150 kV con campata unica che si attesterà sui portali di ammarro delle rispettive stazioni (Rete ed utente).

D.1 Edificio Quadro MT e Locale Misura

Il manufatto sarà in muratura o del tipo in prefabbricato autoportante, poggiato direttamente sul basamento in cemento armato e sarà destinato esclusivamente all'alloggiamento delle apparecchiature elettriche facenti parte del complesso dell'impianto primario (scomparti MT protetti per TV TR e linee; servizi ausiliari, di controllo e di protezione; raddrizzatori e batterie tampone etc.).

Nell'edificio è sito anche il locale di misura e, opportunamente protetto da apposita rete metallica intelaiata, un TR MT/BT di potenza per alimentare i circuiti di illuminazione, di forza motrice e di quanto necessario al comando, controllo, protezione e segnalazione delle diverse apparecchiature elettriche presenti nell'impianto primario

Il locale misure con accesso indipendente direttamente dal piazzale esterno antistante;

Un unico edificio conterrà i quadri 30 kV ove si assesteranno le linee MT proveniente dalla cabine MT di raccolta dell'energia realizzata nelle vicinanze del parco integrato, la sala protezione e di telegestione nonché la sala dei SA in c.a. e c.c. alimentati dalla batteria.

A servizio di dette strutture è stata studiata una viabilità sia esterna e sia interna che prevede l'accesso diretto ed indipendente.

La recinzione lungo il perimetro del lotto è del tipo a "a pettine" in elementi prefabbricati di altezza così come prevede la normativa vigente.

D.2 Trasformatore

Il macchinario principale sarà costituito da n° 1 trasformatore 30/150 kV le cui caratteristiche principali sono:

- ✓ Potenza nominale 55/60 MVA
- ✓ Tensione nominale 150/30 kV
- ✓ Vcc% 10%
- ✓ Commutatore sotto carico variazione del $\pm 10\%$ Vn con +5 e -5 gradini
- ✓ Raffreddamento ONAN/ONAF
- ✓ Gruppo DYn11
- ✓ Potenza sonora <82 dB (A)

D.3 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- ✓ Tensione massima sezione 150 kV 170 kV
- ✓ Frequenza nominale 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- ✓ Potere di interruzione interruttori 150 kV 40 kA
- ✓ Corrente di breve durata 150 kV 40 kA
- ✓ Condizioni ambientali limite - 25/+40 °C
- ✓ Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:
- ✓ Elementi 150 kV 14 g/l

Disposizione elettromeccanica: Quadro 150 kV

La sezione 150 kV con isolamento in aria sarà costituita da:

- ✓ n° 1 stallo linea per il collegamento alla stazione di Terna;
- ✓ n° 1 stallo TR AT/MT;

Il "montante trasformatore" (o "stallo TR") sarà equipaggiato con sezionatore, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA/TV per protezioni e misure.

L'impianto di utente sarà inoltre dotato di una fondazione/vasca raccolta olio per il TR, opportunamente dimensionata secondo il particolare costruttivo, allo scopo di evitare fuoriuscita di olio nel terreno circostante in caso di guasto dei macchinari;

Nella immagine riportata (confronta Tav. A16c1) sono riportati:

- 1) Terminale cavo At
- 2) Scaricatore At
- 3) Trasformatore di tensione capacitivo
- 4) Sezionatore orizzontale con lame di terra
- 5) Interruttore tripolare
- 6) Trasformatore di corrente
- 7) Trasformatore di tensione induttivo
- 8) Portale sbarre
- 9) Trasformatore di potenza At
- 10) Interruttore tripolare
- 11) Mat neutro
- 12) Isolatore rompitratta



Figura 8 Sezione B-B Sottostazione

D.4 Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) della Stazione Elettrica saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche AA.TT..

Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivate dalle sbarre del quadro MT, integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le principali utenze in corrente alternata sono: pompe ed aereotermi dei trasformatori, motori interruttori e sezionatori, raddrizzatori, illuminazione esterna ed interna, scaldiglie, ecc.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc., saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

D.5 Edifici

La struttura degli edifici sarà realizzata a telai in cemento armato e sarà calcolata secondo le leggi 1086/71, 64/74 e D.M. 17.01.2018 e s.m.i.

Le fondazioni verranno scelte a seguito dello studio geologico-tecnico.

La costruzione degli edifici è in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile.

La copertura a tetto è a falda, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991, il D.Lgs. 192/05 e successivi regolamenti di attuazione.

All'interno di detti edifici sono stati ricavati tutti i locali per le apparecchiature MT, bt e di telecontrollo, locale protezione e gestione dell'impianto nonché il locale misure.

Per la componentistica si veda la Relazione "A15 Disciplinare degli Elementi Tecnici".

D.6 Locale di Servizio per Operatori Gestore

Il locale sarà posizionato adiacente al locale di misura ed avrà dimensioni conformi alle specifiche indicazioni ricevute dall'ENEL/TERNA ed alle relative prescrizioni.

Tale edificio sarà riservato agli operatori ENEL/TERNA per i loro interventi di manutenzione e/o di esercizio.

D.7 Impianto di Terra

L'impianto di utenza disporrà di un proprio impianto di terra consistente in una rete equipotenziale di resistenza totale adeguata ai valori di corrente di guasto a terra e ai tempi di intervento delle relative protezioni.

Tali valori di riferimento saranno certificati all'utente, a presentazione richiesta, dalla comunicazione ENEL.

La maglia dell'impianto di terra sarà realizzata con treccia di rame nudo interrato, collegato ad idonei dispersori di profondità tramite opportuni connettori a compressione.

L'impianto di terra sarà rispondente alla Norma CEI11.1 e quindi a valori di tensione di passo e di contatto ammissibili.

Tutte le masse metalliche saranno collegate a detto impianto di terra così come previsto dalle Norme, unitamente alla realizzazione delle messe a terra di funzionamento delle diverse apparecchiature elettriche.

D.8 Impianto di Illuminazione Esterna ed Edifici

L'area esterna sarà illuminata da un impianto costituito da sostegni metallici in lamiera diritti provvisti di proiettori e posti su adeguate fondazioni in calcestruzzo.

I proiettori saranno del tipo a scarica, orientabili e in numero tale da assicurare un livello di illuminazione medio adeguato.

L'accensione dell'impianto sarà comandata da un interruttore crepuscolare di adeguate caratteristiche.

La tensione di alimentazione dell'impianto sarà 230/400 V.

Gli edifici (ENEL ed utente) prevedono la realizzazione di un impianto luce e forza motrice, con caratteristiche ignifughe, adeguati alle esigenze e rispondenti alle Norme CEI vigenti.

In particolare l'impianto luce interno sarà realizzato con apparecchiature illuminanti a tubi fluorescenti in grado di assicurare un livello di illuminamento medio non inferiore a 200 lux, mentre l'illuminazione del locale batteria sarà realizzato in ADF.

D.9 Infrastrutture Accessorie di Supporto

L'impianto primario è protetto e delimitato da una recinzione costituita da un muro di base in cemento armato, di altezza circa 1,50 metri, e di elementi prefabbricati sovrapposti fino ad ottenere un'altezza complessiva pari a 3,00 metri.

È chiaro che l'area disporrà di un cancello metallico carrabile e di un cancello pedonale dalla strada di accesso.

Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno pavimentate in calcestruzzo con cordoli di delimitazione.

Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate con un primo strato di bynder ed un tappetino di usura a quota $-0,30$ metri rispetto al piano d'installazione delle apparecchiature elettriche.

Come già evidenziato, si provvederà alla raccolta e convogliamento delle acque piovane con la massima attenzione e pertanto si realizzerà il piazzale con pendenze adeguate tali da permettere il naturale scolo verso gli impluvi naturali.

I collegamenti MT tra il TR del quadro all'aperto e l'edificio quadro, i collegamenti BT tra il TR MT/BT di potenza e il quadro elettrico BT, tutti i collegamenti dei circuiti di segnalazione, di controllo e di comando delle apparecchiature, saranno realizzati mediante adeguati cavi di collegamento, alloggiati in appositi cavidotti, cunicoli e pozzetti, realizzati all'interno dell'area e dei locali, opportunamente segnalati e protetti.

E. CAVIDOTTO

Il collegamento al sito è effettuato mediante un cavidotto interrato a 30kV di due o più terne.

Sono previste due cabine di raccolta

Lo schema del collegamento elettrico dell'impianto è descritto dall'unifilare di tav. A16b7.

In linea generale la definizione del tracciato è stata eseguita tenendo in considerazione i seguenti fattori:

- Minimizzazione dei percorsi;
- Far coincidere il tracciato con piste/strade esistenti o da costruire;
- Nessuna interferenza con l'area archeologica;
- Evitare il più possibile l'attraversamento di centri abitati;
- Impattare al minimo con l'area del tratturo della Marina.

Il ripristino dopo lo scavo sarà curato al fine di rendere agevole ed idoneo il transito sia alle macchine agricole sia a tutti i mezzi di comune circolazione. Si provvederà inoltre all'apposizione di cippi segnalatori.

L'impatto ambientale dell'elettrodotta viene sostanzialmente annullato adottando la soluzione di completo interrimento del cavo ad una profondità di almeno 120cm. La trincea avrà poi una larghezza di circa 70cm in singola o doppia terna, di almeno 90cm in tripla (o più) terna.

La posa avviene realizzando uno scavo largo avente le caratteristiche dimensionali secondo i tipici qui riportati.

SEZIONE DI SCAVO
CAVO M.T. + CAVO SEGNALE
E CORDA DI RAME SU STRADA ASFALTATA

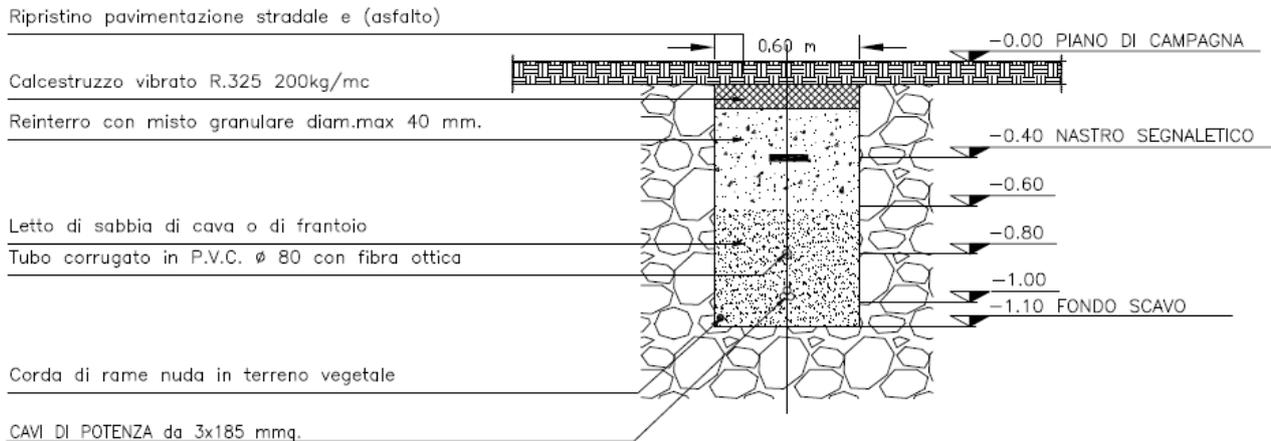


Figura 9 Tipico sistemazione cavidotto su strada

SEZIONE DI SCAVO CON 2 TERNE

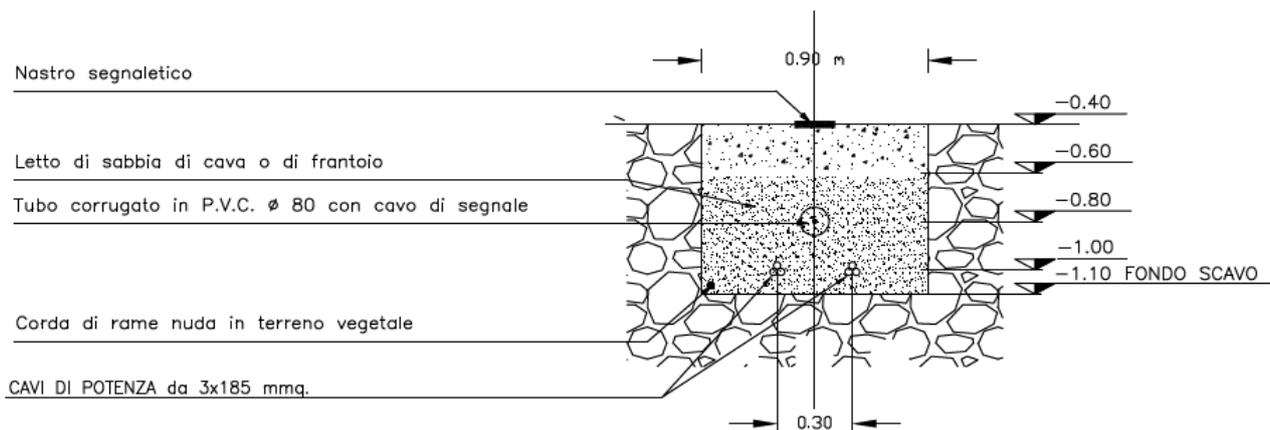


Figura 10 Tipico posizionamento di due terne

Poco al di sopra viene posizionato un elemento protettivo in resina ed a una profondità di 30cm viene posto un nastro segnalatore per evitare il rischio di interferenze con nuovi scavi.

Lo scavo, la posa del conduttore e la ricopertura avvengono in rapida successione in modo da ridurre al minimo il disagio.

All'interno delle trincee verrà preparato un fondo in materiale inerte sabbioso e verranno posati i 3 conduttori (uno per fase) insieme alla corda di rame nuda per la messa a terra dell'impianto. Successivamente questi saranno ricoperti dello stesso materiale inerte e protetti con elemento in resina. Parallelamente ai cavi di potenza sarà collocato un cavo a fibra ottica a cui è affidata la funzione di trasmissione dati all'interno del parco eolico e della cabina di consegna e trasformazione. Infine, dopo aver posato il nastro segnalatore, si procederà alla copertura con il terriccio originariamente asportato.

La rimozione delle pavimentazioni stradali sarà eseguita limitatamente alla larghezza dello scavo strettamente necessaria alla posa dei cavi. Il loro reintegro sarà eseguito adoperando il criterio del ripristino della situazione esistente, e si provvederà alla ricollocazione e/o reintegro, se necessario, di eventuali cippi, barriere e segnali preesistenti.

In definitiva il percorso del cavo sarà segnalato mediante nastro monitore e cippi in superficie.

La linea di potenza sarà costituita da conduttori di rame o alluminio e presumibilmente, salvo più puntuale dimensionamento, di sezione pari a 185mmq ciascuno, isolato con gomma etilenpropilenica ad elevato modulo di qualità G7 e protezione esterna a mezzo di guaina in PVC aventi tensione nominale pari $U_0/U = 18/30$ kV.

Il cavo di segnale è del tipo multifibre armato con polimeri ad alta resistenza e privo di parti metalliche, protetto all'interno di un tubo corrugato in PVC.

La costruzione dell'elettrodotto interrato avverrà nel pieno rispetto delle Norme CEI osservando in ogni caso le disposizioni di cui al DPCM del 23.04.92 recante norme "Sui limiti massimi di esposizione ai campi elettrico-magnetici".

La linea elettrica interrata a 30kV si dispone nella classificazione di sistema di II categoria e pertanto si considerano pertinenti le seguenti norme:

1. la Norma CEI 11-17 relativa ad "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo". Questa norma è perfettamente congruente a quanto indicato nella Norma 103-2 recante disciplina sulla costruzione di "Reti ed apparati per servizi di telecomunicazione" oltre che nelle Direttive CCITT. In particolare l'applicazione della norma va riferita ai raggi di curvatura e sezioni di posa (cap. II – Sez. 3), alle interferenze con altri cavi e strutture (Cap.IV sez.1 – 2 - 3 – 5), ai cavi di telecomunicazione e di comando/segnalamento (par. 4.1.01 – 4.1.04), alle tubazioni metalliche esistenti (par. 4.3.01 e 4.03.02), ai gasdotti (modalità da definire con proprietario/gestore in accordo con quanto stabilito dal D.M. 24.11.1984) ai serbatoi liquidi e gas infiammabili (par. 4.03.04) ed infine agli attraversamenti di strade provinciali e statali in accordo con le disposizioni di cui al D.M. 21.03.1988 (Cap.4 Sez.4).
2. la Norma CEI 103-6 relativa alla "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche in caso di guasto".

Nella fattispecie non viene considerata applicabile la norma CEI 11-4 relativa alla "Esecuzione delle linee elettriche in aree esterne "; va segnalato, inoltre, che il cavo di segnale affiancato al cavo di energia è costituito da conduttori in fibra ottica rivestiti da guaine ed armature realizzate esclusivamente in materiale isolante.

Nel caso di attraversamento di aree a rischio frana si procederà con tutte le tecniche e cautele del caso secondo le normative applicabili (scavo a 45° etc) in accordo con Geologo e con gli Enti Preposti.

F. SISTEMI DI CONTROLLO

Il sistema di controllo degli aerogeneratori consiste in un insieme di interventi che permettono di ottimizzare la resa energetica della macchina, di salvaguardarne la sicurezza, di limitare la potenza, di gestire l'arresto di emergenza e di garantirne la supervisione continua anche da remoto.

Il sistema è dotato di appositi sensori, la cui affidabilità è costantemente controllata, e che rilevano le condizioni ambientali e di funzionamento.

Il sistema di controllo risponde coerentemente ai segnali provenienti dai sensori, garantendo la produzione elettrica ottimale.

F.1 Accensione

Quando l'aerogeneratore viene acceso, procede eseguendo una serie di controlli per verificare l'assenza di eventuali segnali di errore.

Se la macchina risulta "pronta", il sistema è pronto per l'utilizzo. I sensori rilevano quindi la velocità del vento e la sua direzione. Tramite il sistema yaw il rotore viene posizionato controvento. Si passa in modalità di funzionamento minimo e il rotore comincia a ruotare lentamente.

In questa condizione (ad esempio per mancanza di vento), la posizione delle pale viene modificata in modo da ridurre la velocità di rotazione. Il funzionamento al minimo (IDLING) riduce il carico e permette la ripartenza della turbina nel minor tempo possibile.

Se la velocità media supera quella di cut-in per un tempo stabilito, la macchina accelera ed entra in produzione..

Wind climate	IEC S
Cut-In, V_{in}	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), V_{out}	25 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	23 m/s

Figura 11 Velocità caratteristiche V136³

F.2 Condizione Nominale di Funzionamento

Durante il normale funzionamento le condizioni di vento sono costantemente monitorate: la velocità del rotore, la corrente di eccitazione del generatore e l'output sono

³ Early Customer Engagement Document – V136-4,2MW 50/60Hz - Doc.Vestas 0066-5416 V02 del 22/08/2017

ottimizzati, la posizione della navicella viene modificata in relazione alla direzione del vento e sono registrati tutti i messaggi provenienti dai sensori.

Nel caso di superamento della velocità di cut-out la macchina è messa in sicurezza e smette di produrre energia. Quest'ultima riprende non appena la velocità scende sotto quella di re-cut-in.

F.3 Fermata

La macchina può essere fermata manualmente oppure tramite il sistema di controllo, nel caso vengano registrati errori o per particolari condizioni di vento.

La procedura di shutdown può variare a seconda della motivazione della fermata; nel normale arresto (carenza di vento, raffica, etc.) il sistema agisce aerodinamicamente cambiando il passo delle pale (pitch control), riducendo così la portanza e di conseguenza la velocità del rotore. Nel caso di arresti di emergenza, la procedura è molto rapida, entrano in azione freni ausiliari ed eventualmente anche quelli ad azionamento meccanico.

G. RACCORDI LINEE AT AEREE CON PROFILI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Per quanto riguarda l'impianto riguardante il collegamento dell'impianto con il punto di allaccio TERNA non sono previsti raccordi di linee AT aeree, salvo che la stessa non sia richiesta direttamente vista la vicinanza tra la Stazione Elettrica di Vaglio e la Sottostazione di allaccio.

Il collegamento ha una lunghezza è di poche decine di metri e l'impatto magnetico al suolo diminuisce rapidamente all'aumentare della distanza dall'asse della linea (vedi linea D nella figura successiva).

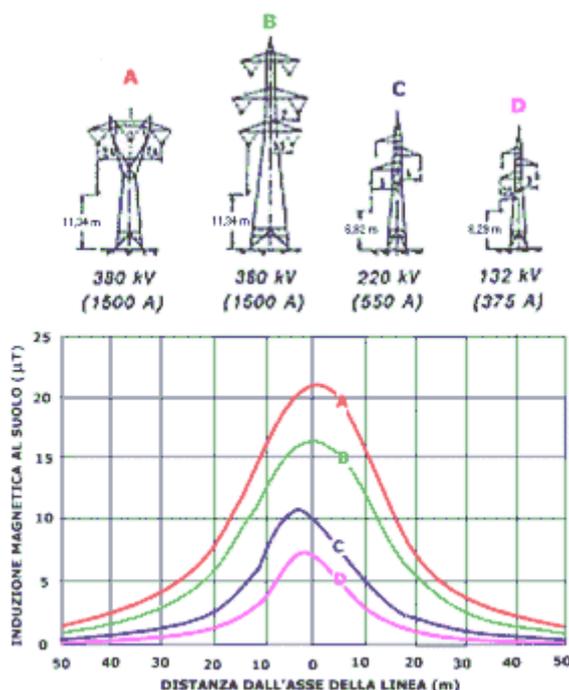


Figura 12 Elettrodotti - induzione magnetica per linee elettriche

Per il calcolo dell'induzione magnetica si ricorre alla legge di Biot-Savart che esprime in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica B generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente I, attraverso la formula:

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi} \frac{I}{d}$$

dove:

μ_o = permeabilità magnetica nel vuoto

I = corrente

d = distanza tra conduttore e punto di calcolo

L'energia, prima di essere immessa in rete viene elevata alla tensione di 150 kV mediante una stazione di trasformazione AT/MT costituita da un trasformatore di potenza da 40/50 MVA.

Facendo riferimento alla precedente immagine (curva D) si vede che a 30m di distanza il valore è inferiore ai 0,2 μ T.

Prendendo a riferimento lo studio di Legambiente⁴⁴, nel campo delle basse frequenze il limite di esposizione indicato sia per i nuovi che per i vecchi elettrodotti è di 0,5 microtesla come valore di attenzione per tutte le strutture adibite a permanenze superiori alle 4 ore giornaliere, e di 0,2 microtesla come Obiettivo di qualità, da tenere presente nello sviluppo di nuove aree urbane, edifici o altro.

Pertanto, considerando che l'elettrodotto è tutto praticamente nell'area della sottostazione e della stazione Terna e che non sono presenti luoghi dove è prevista la permanenza dell'uomo per più di 4 ore al giorno, l'impatto elettromagnetico del collegamento deve considerarsi del tutto trascurabile.

⁴⁴ ELETTRROMAGNETISMO - Minimizzare le esposizioni, gli strumenti e le normative - Legambiente