



REGIONE BASILICATA
 PROVINCIA DI POTENZA
 COMUNE DI MONTEMILONE
 COMUNE DI VENOSA



AUTORIZZAZIONE UNICA

ex. d.lgs. 387/03

Progetto Definitivo per la realizzazione del parco eolico "SERRA LONGA" e relative opere connesse nel comune di VENOSA e MONTEMILONE (Pz)

Titolo elaborato

A.9 - Relazione tecnica impianto eolico

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0375	A	R11	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Giugno 2021	Prima emissione	RSA	GDS	GMA

Proponente

Crono Rinnovabili s.r.l.

Largo Augusto 3
 20122 Milano



Progettazione



F4 Ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
 Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
 www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
 (ing. Giovanni DI SANTO)



Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).





Sommario

1	Aerogeneratori	3
1.1	Torre tubolare di sostegno	4
1.2	Rotore e pale	4
1.3	Navicella (gondola)	5
1.4	Sistema d'imbardata	6
1.5	Sistema di controllo	6
1.6	Sistema frenante	6
2	Opere Civili	7
2.1	Fondazioni	7
2.2	Descrizione della viabilità di accesso all'area	7
2.2.1	Descrizione della viabilità interna al parco	8
2.3	Piazzole di montaggio e stoccaggio	10
2.4	Area Cantiere e trasbordo	11
2.5	Dimensioni Complessive e Stima Movimenti terra di Strade, Piazzole e cavidotti	11
3	Connessione alla RTN	14
3.1	Opere di rete e schema per la connessione	18
3.2	Cavidotti	18
4	Ripristini e Stato finale dell'opera	25
5	Dimensionamento dell'impianto	26
5.1	Regime di vento del sito e disposizione ed orientamento degli aerogeneratori	27
5.2	Previsione di produzione energetica	28
5.3	Impianto elettrico	31



6 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere	33
6.1 Individuazione delle strutture da proteggere	33
6.2 Calcolo delle componenti di rischio	33
6.3 Verifica del dispersore dell'aerogeneratore ai fini della protezione contro i fulmini	38

1 Aerogeneratori

Il parco eolico sarà composto da 11 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 5.6 MW, per una potenza complessiva di 61.6 MW, ricadenti tutti in agro di Montemilone.

Il comune di Montemilone sarà interessato dalla realizzazione della Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET) per la connessione del nuovo impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Le caratteristiche dimensionali degli aerogeneratori di progetto sono sintetizzate nella seguente tabella:

Potenza nominale aerogeneratore	5.6 MW
Altezza hub massima	119 m
Diametro massimo rotore	162 m
Altezza totale	200 m
Area spazzata	20602 m ²
Direzione rotazione	Senso orario
Numero di pale	3

In particolare, il modello commerciale che attualmente soddisfa questi requisiti tecnico-dimensionali è il Vestas V162 5.6 HH 119.

Le torri sono tubolari in acciaio. Il diametro della base della torre è di circa 4,70 m. In questo modo è assicurata la possibilità di un più semplice trasporto. Le torri tubolari in acciaio sono composte da un diverso numero di sezioni, che sono state ottimizzate per lunghezza, diametro e peso dal punto di vista del peso e del trasporto.

Il collegamento tra le singole sezioni è realizzato da flange ad anello a forma di L, che sono imbullonate tra loro. Il design dei tronchi di torre in acciaio è scelto in modo tale da permettere una combinazione modulare dei segmenti alle altezze al mozzo necessarie.

A causa dell'elevato numero di cambi di carico l'esecuzione delle saldature e delle produzioni tecniche dei segmenti delle torri deve essere di elevata qualità. Per questo motivo viene controllata costantemente e protocollata la qualità dei materiali usati e l'esecuzione delle saldature.

La protezione dalla corrosione necessaria è realizzata da un rivestimento a più strati da una mano di zinco e sistemi di verniciatura conformi alla specifica tecnica di protezione dalla corrosione.

La struttura interna delle torri tubolari in acciaio corrisponde ai requisiti generali per interventi industriali di montaggio e di servizio. A tal proposito le singole sezioni delle torri sono dotate di relative piattaforme di montaggio, sistemi di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza. In questo modo gli interventi di assistenza e di montaggio sono quasi completamente indipendenti dalle condizioni atmosferiche esterne.

Opzionalmente gli impianti di energia eolica possono essere dotati di un ascensore in grado di trasportare due persone dalla base della torre alla navicella o viceversa.

Gli aerogeneratori sono ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala. La tipica configurazione di un aerogeneratore di questo tipo prevede un sostegno costituito da una torre tubolare che porta alla sua sommità, la navicella, all'interno della quale sono contenuti l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il convertitore, il trasformatore MT/BT e i dispositivi ausiliari.



La struttura in elevazione dell'aerogeneratore è costituita da una torre in acciaio di forma tronco-conica, realizzata in 4 o più tronchi assemblati in sito.

Il rotore si trova all'estremità dell'albero lento, ed è costituito da tre pale fissate ad un mozzo, corrispondente all'estremo anteriore della navicella. Il rotore è posto sopravento rispetto al sostegno. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata).

Le tre pale, di lunghezza pari a 81 m circa, sono composte da fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Le tre pale sono incernierate al mozzo, nel quale è contenuto anche il sistema di regolazione del passo delle pale (pitch), costituito da 3 cilindri idraulici, uno per ciascuna pala. L'unità idraulica è installata nella navicella e fornisce pressione idraulica sia al sistema del passo che all'impianto frenante. Dall'albero lento l'energia meccanica è trasmessa al generatore tramite un moltiplicatore di giri.

Gli aerogeneratori potranno essere dotati di segnalazione cromatica, costituendo un ostacolo alla navigazione aerea a bassa quota. In particolare ciascuna delle tre pale potrà essere verniciata sulle estremità con tre bande di colore rosso/bianco/rosso ognuna di larghezza minima pari a 6 m, fino a coprire 1/3 della lunghezza della pala. È inoltre prevista l'installazione delle segnalazioni "notturne", costituite da luci intermittenti di colore rosso sull'estradosso della navicella. Ad ogni modo le prescrizioni degli Enti propositi (ENAC/ENAV) potranno modificare le suddette segnalazioni.

1.1 Torre tubolare di sostegno

La torre di sostegno di tipo tubolare avrà una struttura in acciaio, il colore della struttura sarà chiaro, avrà una forma tronco-conica e sarà costituita da quattro o più tronchi, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 119 m.

I tronchi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere.

Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). Per ogni tronco di torre è prevista una piattaforma di riposo. È previsto, inoltre, un sistema di illuminazione di emergenza interno. La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato.

Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre.

L'energia elettrica prodotta viene trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati.

Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche.

1.2 Rotore e pale

Il rotore avrà diametro massimo di 162 m e una velocità di rotazione variabile tra circa 4 e 12 rpm. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche.



Le pale avranno una lunghezza di circa 81 m, avente altezza fino all'asse del rotore pari al massimo a 119 m, mentre il massimo sviluppo verticale del sistema torre-pale sarà di massimi 200 m.

Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. Saranno verniciate con colore chiaro.

L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario. Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza.

Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

1.3 Navicella (gondola)

La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. All'interno della navicella sono contenute le principali apparecchiature elettromeccaniche necessarie alla generazione di energia elettrica; in particolare si distinguono:

- Albero Lento
- Moltiplicatori di giri
- Albero Veloce
- Generatore
- Convertitore
- Trasformatore MT/BT

Tutti i componenti sono assemblati modularmente sul basamento. Ciò consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione. La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri.



1.4 Sistema d'imbardata

L'aerogeneratore è dotato di due banderuole riscaldate a controllo incrociato per l'esatta corrispondenza dei segnali. Esse forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. L'esatto allineamento del rotore alla direzione del vento è un requisito essenziale per ottimizzare la resa e contemporaneamente evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo.

1.5 Sistema di controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale.

Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o le fulminazioni. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuita dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

1.6 Sistema frenante

L'aerogeneratore è dotato di due sistemi di frenata indipendenti: attuazione del passo delle pale e disco freno idraulico. Ciascun sistema, indipendentemente dall'inserimento dell'altro, è in grado di fermare la macchina. In tutte le attuazioni di fermata normale è usata solo l'attuazione del passo delle pale. Questa determina una frenata controllata dell'aerogeneratore con un minimo carico sull'intera costruzione. In situazioni molto critiche (emergenza) il disco freno idraulico interviene insieme all'attuazione del passo delle pale. In caso di sovravelocità del rotore, saranno attivati entrambi i sistemi frenanti.

2 Opere Civili

2.1 Fondazioni

L'aerogeneratore andrà a scaricare gli sforzi su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo indiretto su pali. La fondazione è stata calcolata preliminarmente in modo tale da poter sopportare il carico della macchina e il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dall'azione cinetica delle pale in movimento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono state eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette. Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente.

La fondazione degli aerogeneratori è su pali. Il plinto ed i pali di fondazione sono stati dimensionati in funzione delle caratteristiche tecniche del terreno derivanti dalle indagini geologiche e sulla base dall'analisi dei carichi trasmessi dalla torre (forniti dal costruttore dell'aerogeneratore), l'ancoraggio della torre alla fondazione sarà costituito da un tirafondo, tutti gli ancoraggi saranno tali da trasmettere sia forze che momenti agenti lungo tutte e tre le direzioni del sistema di riferimento adottato.

In funzione dei risultati delle indagini geognostiche, atte a valutare la consistenza stratigrafica del terreno, la fondazione è costituita da un plinto su pali di diametro pari a 21.70 m ed altezza variabile da 2.30 m (esterno gona aerogeneratore) a 0.70 m (esterno plinto); i pali sono 12, di diametro pari a 1.00 m e lunghezza 12.00 m. Tutti i calcoli eseguiti e la relativa scelta dei materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche significative per garantire i necessari livelli di sicurezza. Pertanto, quanto riportato nel presente progetto, potrà subire variazioni in fase di progettazione esecutiva, in termini sia dimensionali (diametro platea, lunghezza e diametro pali) sia di forma (platea circolare/dodecagonale/etc., numero pali) fermo restando le dimensioni di massima del sistema fondazionale.

2.2 Descrizione della viabilità di accesso all'area

Le aree interessate dal parco eolico risultano facilmente raggiungibili; il collegamento avviene attraverso viabilità di tipo Statale e Provinciale esistente per lo più idonea, in termini di pendenze e raggi di curvatura, al transito dei componenti necessari all'assemblaggio delle singole macchine eoliche in modo da minimizzare la viabilità di nuova costruzione.

L'accesso all'area parco potrà avvenire dalla SS655 Bradanica posta a sud dell'area del parco eolico, in particolare gli aerogeneratori siglati T6, T7, T8, T9, T10 e T11 sono raggiungibili imboccando la Strada Provinciale Ofantina SP18 e la viabilità locale/interpodereale; le aree in cui sono collocati i restanti aerogeneratori (T1, T2, T3, T4 e T5), sono invece raggiungibili imboccando dalla SS655 la strada provinciale SP25 e poi mediante viabilità locale.

Alcuni tratti di queste strade sterrate necessitano interventi di adeguamento della sede stradale, al fine di consentire il passaggio di trasporti eccezionali, tuttavia non saranno necessari movimenti terra significativi, per le condizioni generalmente discrete delle strade stesse.



2.2.1 Descrizione della viabilità interna al parco

La viabilità interna al parco eolico sarà costituita da una serie di infrastrutture, in gran parte esistenti ed adeguate alle attività previste, in parte da adeguare e/o da realizzare ex-novo, che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno installati gli aerogeneratori.

La realizzazione di nuovi tratti stradali sarà contenuta e limitata ai brevi percorsi che vanno dalle strade esistenti all'area di installazione degli aerogeneratori; i percorsi stradali ex novo saranno genericamente realizzati in massicciate tipo macadam (oppure cementata nei tratti in cui le pendenze dovessero diventare rilevanti) similmente alle carrarecce esistenti e avranno una larghezza pari a 4 m per uno sviluppo lineare pari a circa 5940 metri.

Tabella 1: Lunghezza tracciati stradali di progetto

Tratti	Intervento di adeguamento (m)	Ex novo (m)
T1	0	1395
T2	0	539
T3	0	744
T4	0	346
T5	0	430
T6	0	500
T7	0	157
T8-T9	0	1218
T10	0	346
T11	0	271
Totali	0	5946

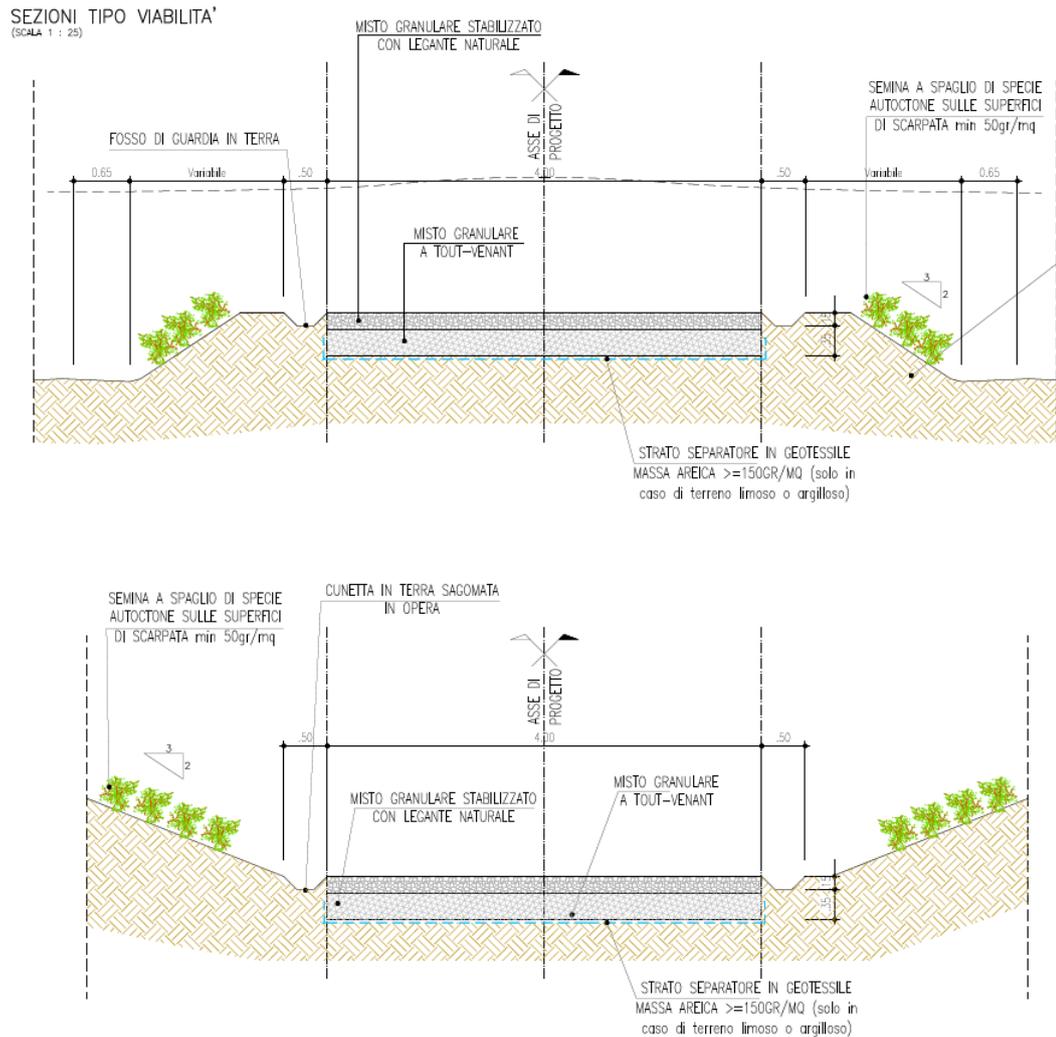


Figure 1: Sezioni stradali tipo

Lo strato di terreno vegetale proveniente dalla decorticazione sarà opportunamente separato dal materiale proveniente dallo sbancamento, per poter essere riutilizzato nei riporti per il modellamento superficiale delle scarpate e delle zone di ripristino dopo le lavorazioni.

Lo strato superficiale della sovrastruttura sarà realizzato in misto granulare stabilizzato di spessore minimo pari a 10 cm e massimo di 20 cm. Gli spessori del sottofondo e della sovrastruttura potranno subire delle variazioni, non significative, in fase di progettazione esecutiva, al fine di garantire le specifiche richieste dalla società di trasporto dei componenti.

Inoltre, per ridurre il fenomeno dell'erosione delle nuove strade causato dalle acque meteoriche, lungo i cigli delle stesse sono previste delle fasce di adeguata larghezza, realizzate con materiale lapideo di idonea pezzatura che, oltre a consentire il drenaggio delle stesse acque meteoriche saranno di contenimento allo strato di rifinitura delle strade.

Nelle zone in cui le strade di progetto percorreranno piste interpoderali esistenti, ove necessario, le opere civili previste consisteranno in interventi di adeguamento della sede stradale per la circolazione degli automezzi speciali necessari al trasporto degli elementi componenti l'aerogeneratore. Detti adeguamenti prevedranno raccordi agli incroci di strade e nei punti di maggiore deviazione della direzione stradale e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza. Nella fattispecie, le necessità di trasporto dei componenti di impianto impongono che le



strade abbiano larghezza minima di 4 m, nei tratti in curva la larghezza potrà essere aumentata ed i raggi di curvatura dovranno essere ampi (almeno 70 m); saranno quindi necessari interventi di adeguamento di alcune viabilità presenti al fine di consentire il trasporto degli aerogeneratori.

Si precisa che gli allargamenti delle sedi stradali avverranno in sinistra o in destra in funzione dell'esistenza di vegetazione di pregio (aree arborate o colture di pregio); laddove non si riscontrassero situazioni particolari, legate all'eventuale uso del territorio, l'allargamento avverrà indifferentemente in entrambe le direzioni.

Tutte le strade realizzate ex novo saranno, in futuro, solo utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori, chiuse al pubblico passaggio (ad esclusione dei proprietari dei fondi interessati), e saranno realizzate seguendo il più possibile l'andamento topografico esistente in loco.

Per quanto possibile, all'interno dell'area di intervento si cercherà di utilizzare la viabilità esistente, costituita da stradine interpoderali in parte anche asfaltate, eventualmente adeguate alle necessità sopra descritte. L'adeguamento potrà consistere:

- nella regolarizzazione e spianamento del fondo;
- nell'allargamento della sede stradale;
- nel cambiamento del raggio di alcune curve.

2.3 Piazzole di montaggio e stoccaggio

Ogni aerogeneratore è collocato su una piazzola contenente la struttura di fondazione delle turbine e gli spazi necessari alla movimentazione dei mezzi e delle gru di montaggio.

Le piazzole di montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori sono poste in prossimità degli stessi e devono essere realizzate in piano o con pendenze minime (dell'ordine del 1-2% al massimo) che favoriscano il deflusso delle acque e riducano i movimenti terra. Le piazzole saranno realizzate con materiali selezionati dagli scavi, adeguatamente compattati per assicurare la stabilità della gru, e dimensionate in modo tale da contenere un'area sufficiente a consentire sia lo scarico che lo stoccaggio dei vari elementi dai mezzi di trasporto, sia il posizionamento delle gru (principale e secondarie). Esse devono quindi possedere i requisiti dimensionali e plano altimetrici specificatamente forniti dall'azienda installatrice degli aerogeneratori, sia per quanto riguarda lo stoccaggio e il montaggio degli elementi delle turbine stesse, sia per le manovre necessarie al montaggio e al funzionamento delle gru.

Nel caso di specie, la scelta delle macchine comporta la necessità di reperire per ogni aerogeneratore un'area libera da ostacoli di dimensioni complessive pari almeno a 46x61.5 m, costituita da:

- Area oggetto di installazione turbina e relativa fondazione (non necessariamente alla stessa quota della piazzola di montaggio);
- area montaggio e stazionamento gru principale;
- area stoccaggio navicella;
- area stoccaggio sezioni torre;
- area movimentazione mezzi.

Tali spazi devono essere organizzati in posizioni reciproche tali da consentire lo svolgimento logico e cronologico delle varie fasi di lavorazione, come può evincersi anche dall'elaborato grafico del progetto allegato alla presente, in cui è riportato in dettaglio uno schema tipo di distribuzione.



Attigua alla piazzola precedente, è prevista un'area destinata temporaneamente allo stoccaggio delle pale, di dimensioni 83x15 m, che potrà eventualmente solo essere spianata e livellata, che ospiterà i supporti a sostegno delle pale.

Il montaggio del braccio della gru principale sarà effettuato tra la piazzola dove sarà ubicato l'aerogeneratore e parte della viabilità di invito alla medesima mentre saranno realizzate 2 aree limitrofe di dimensioni approssimative 18x7 m che ospiteranno le gru ausiliarie necessarie all'installazione del braccio della gru principale. La geometria di queste aree potrà subire delle variazioni, non significative, in termini di dimensioni, ingombri ed orientamento, in fase esecutiva, in relazione alla tipologia di gru utilizzata.

Le caratteristiche e la tipologia della sovrastruttura delle piazzole devono essere in grado di sostenerne il carico dei mezzi pesanti adibiti al trasporto, delle gru e dei componenti. Lo strato di terreno vegetale proveniente dalla decorticazione da effettuarsi nel luogo ove verrà realizzata la piazzola sarà opportunamente separato dal materiale proveniente dallo sbancamento per poterlo riutilizzare nei riporti per il modellamento superficiale delle scarpate e delle zone di ripristino dopo le lavorazioni.

Le superfici delle piazzole realizzate per consentire il montaggio e lo stoccaggio degli aerogeneratori, verranno in parte ripristinate all'uso originario (piazzole di stoccaggio) e in parte ridimensionate (piazzole di montaggio), in modo da consentire facilmente eventuali interventi di manutenzione o sostituzione di parti danneggiate dell'aerogeneratore.

Al termine dei lavori per l'installazione degli aerogeneratori la sovrastruttura in misto stabilizzato verrà rimossa nelle aree di montaggio e stoccaggio componenti, nonché nelle aree per l'installazione delle gru ausiliarie e nella zona di stoccaggio pale laddove presente.

Infine, la realizzazione delle piazzole prevede opere di regimazione idraulica tali da garantire il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali esistenti, prevenendo dannosi fenomeni di dilavamento del terreno.

2.4 Area Cantiere e trasbordo

Sono previste due aree di cantiere, una posizionata lungo la SP76 e nelle vicinanze dell'aerogeneratore T2, l'altra prossima all'aerogeneratore T8.

Le suddette aree avranno una dimensione pari a circa 2000 m² ciascuna e avranno lo scopo di consentire un più agevole approvvigionamento dei componenti dell'aerogeneratore presso le singole postazioni di montaggio; l'area sarà altresì utilizzata come deposito mezzi ed eventuale stoccaggio di materiali, per l'installazione di prefabbricati, adibiti a uffici, magazzini, servizi etc., per lo scarico delle pale (lunghezza pale pari a 81 m) dai comuni convogli di trasporto.

Le aree saranno realizzate secondo le modalità costruttive descritte per la piazzola e saranno ripristinate allo status quo ante al termine delle attività di realizzazione.

2.5 Dimensioni Complessive e Stima Movimenti terra di Strade, Piazzole e cavidotti

Nel presente paragrafo sono illustrate le dimensioni complessive delle strade e le stime di massima dei volumi di terreno interessati dalla realizzazione delle:

- Nuove Strade
- Piazzole di Montaggio e definitive



- Aree temporanee di stoccaggio
- Svincoli Temporanei
- Cavidotto MT

In particolare per i cavidotti si prevede di riutilizzare il materiale di scavo per il riempimento, come di norma avviene per opere di questo tipo, in quantità pari al 90%. La movimentazione dei terreni per lo scavo dei cavidotti sarà limitata alle zone di scavo stesso (il terreno viene accantonato nei pressi dello scavo stesso) e per i brevi periodi necessari alla posa dei cavi.

Il volume di terreno da movimentare per la realizzazione del progetto nelle varie fasi di lavoro è riportato nella seguente tabella:

Tabella 2 - Movimento materie tracciati cavidotto

Tracciati cavidotti	Lunghezze (m)	Larg. Scavo (m)	Prof. (m)	scavo (m ³)	riempimento(m ³)	Volume di terreno in esubero (m ³)
T1	1357	0.5	1.3	882.05	508.875	373.175
T1 - T2	1448	0.5	1.3	941.2	543	398.2
T2	544	0.5	1.3	353.6	204	149.6
T2 - T3	265	0.5	1.3	172.25	99.375	72.875
T3	747	0.5	1.3	485.55	280.125	205.425
T3 - T4	800	0.5	1.3	520	300	220
T4	277	0.5	1.3	180.05	103.875	76.175
T4 - T5	1034	0.5	1.3	672.1	387.75	284.35
T5	421	0.5	1.3	273.65	157.875	115.775
T5 - SET	5652	0.5	1.3	3673.8	2119.5	1554.3
T6 - SET	3713	0.5	1.3	2413.45	1392.375	1021.075
T6	452	0.5	1.3	293.8	169.5	124.3
T6 - T7	568	0.5	1.3	369.2	213	156.2
T7	156	0.5	1.3	101.4	58.5	42.9
T11 - SET	1441	0.5	1.3	936.65	540.375	396.275
T11	277	0.5	1.3	180.05	103.875	76.175
T10 - T11	279	0.5	1.3	181.35	104.625	76.725
T10	349	0.5	1.3	226.85	130.875	95.975
T8	1482	0.5	1.3	963.3	555.75	407.55
T8 - T9	674	0.5	1.3	438.1	252.75	185.35
SET	8878	1	1.3	11541.4	6658.5	4882.9
TOTALE	30814	\	\	25799	14884	10915

Tabella 3: Movimento materie opere civili

MOVIMENTI MATERIE PER TERRE E ROCCE DA SCAVO							
Tratto	Scavo (m ³)	Riporto (m ³)	Misto piazzole e viabilità (m ³)	Scavo Fondazione (m ³)	Rinterro Fondazione (m ³)	Esubero terreno da fondazione (m ³)	Esubero terreno da viabilità e piazzole (m ³) - FASE 1
T1	7921	5328	2861	1973	1433	540	2593
T2	3595	952	1492	1493	953	540	2643
T3	8571	8813	1820	4017	3477	540	-242
T4	2931	9616	1183	2811	2271	540	-6685



MOVIMENTI MATERIE PER TERRE E ROCCE DA SCAVO							
T5	3846	3180	1317	1698	1158	540	666
T6	3945	2459	1428	1751	1211	540	1487
T7	3545	2895	692	2300	1760	540	650
T8-T9	12672	5733	3207	4012	2932	1080	6938
T10	9540	3938	1183	3006	2466	540	5602
T11	1636	1660	1063	1577	1037	540	-24
Adeguamenti	2293	14	2715				2279
Tot	58203	44575	16247	24638	18698	5940	13628

PASSAGGIO ALLA FASE DI ESERCIZIO			
Tratto	Scavo (m ³)	Riporto (m ³)	Terreno stoccato a bordo piazzola al termine dei ripristini (m ³)
T1	5459	341	7712
T2	1482	530	3595
T3	3474	2265	967
T4	2833	9995	-13846
T5	1904	1167	1403
T6	1255	363	2379
T7	1084	149	1585
T8-T9	5910	541	12308
T10	1161	1038	5724
T11	1148	161	963
Adeguamenti	0	0	2279
TOT	25711	16551	22789

Per le opere civili, si prevede uno scavo di ca. 58200 m³ per viabilità, piazzole e adeguamenti ca. 24600 m³ per le fondazioni, inclusa la rimozione dello strato vegetale superficiale per uno spessore di 20-30 cm; per i cavidotti invece lo scavo è di circa 25800 m³.

Il volume di terreno in esubero complessivo a fine lavori è pari a ca. 41900 m³ considerando le opere civili, gli adeguamenti e i terreni in esubero delle fondazioni e dei cavidotti.

Il materiale proveniente dagli scavi sarà accantonato temporaneamente nei pressi degli stessi siti di scavo (ad esempio nelle piazzole dei singoli aerogeneratori) e riutilizzato all'interno dello stesso sito o trasportato in altro sito all'interno del cantiere-impianto eolico per poi essere in seguito utilizzato per il ripristino di quelle aree da riportare alla situazione ante operam.

Dal momento che l'area delle piazzole di stoccaggio pale e delle aree adibite ad ospitare le gru ausiliarie verrà ripristinata, la stessa sarà rinaturalizzata mediante ricoprimento di terreno vegetale proveniente dallo scotico in fase di realizzazione e opportunamente stoccato.

3 Connessione alla RTN

La connessione dell'impianto eolico, in base alla soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione 202001822), prevede che il futuro impianto sia collegato in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380". Attualmente è in fase di benestare una SE 150-380kV ubicata nel comune di Montemilone alla quale si prevede di connettere l'impianto in progetto.

L'opera RTN avrà dimensioni planimetriche indicative pari a 260 m x 230 m e prevederà la realizzazione di due nuovi raccordi per il collegamento sulla linea 380kV "Matera - S.Sofia" nonché di una viabilità di accesso a partire dalla S.P. "Montemilone – Venosa".

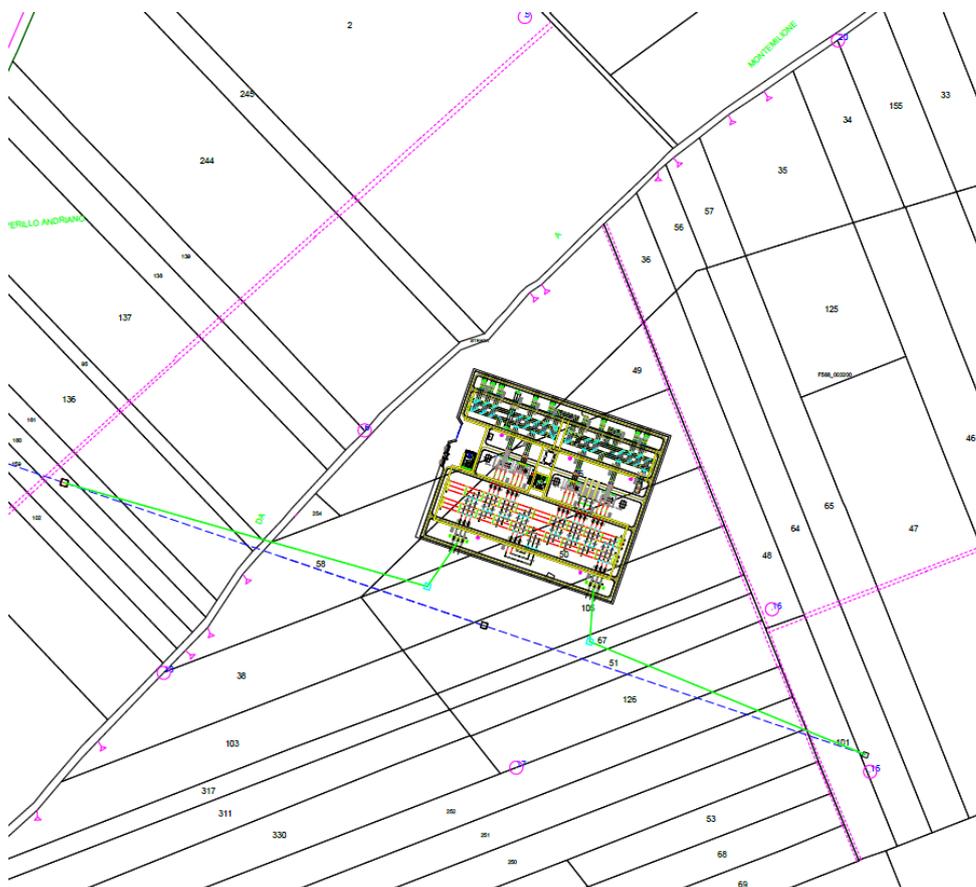


Figura 1 – Inquadramento catastale SE Terna "Montemilone" in base di benestare Terna



Figura 2 - Inquadramento su ortofoto della SE Terna "Montemilone" in base di benessere Terna

In particolare al fine di razionalizzare l'utilizzo delle future infrastrutture di rete, nella STMG rilasciata da Terna viene richiesta una condivisione di stallo in stazione RTN Terna con altri produttori.

Pertanto, in adiacenza alla stazione utente, è prevista la costruzione di un'area condivisa in condominio AT da cui partirà una connessione aerea di circa 155m fino allo stallo di arrivo n.1 nella nuova SE RTN.

Il condominio stalli avrà dimensioni planimetriche pari 115 m x 180 m e conterrà ben 9 produttori compreso Crono Rinnovabili Srl.

Le singole aree utenti nelle quali avverrà la trasformazione della tensione da MT 30kV ad AT 150kV saranno disposte simmetricamente rispetto ad un'area condivisa (parte comune) che ospiterà un sistema di sbarre collegate ad un traliccio posto nella sezione d'uscita in direzione della nuova SE RTN.

A partire dal traliccio posto in coda al sistema di sbarre verrà realizzata una linea aerea in AT che si collegherà allo stallo n.1 nella nuova SE.

Il condominio stalli sarà dotato di una viabilità perimetrale che consentirà un agevole accesso alle singole aree produttori a partire dalla viabilità provinciale che costeggia la SE Terna.



Figure 2: Ubicazione planimetrica della stazione utente rispetto alla stazione RTN

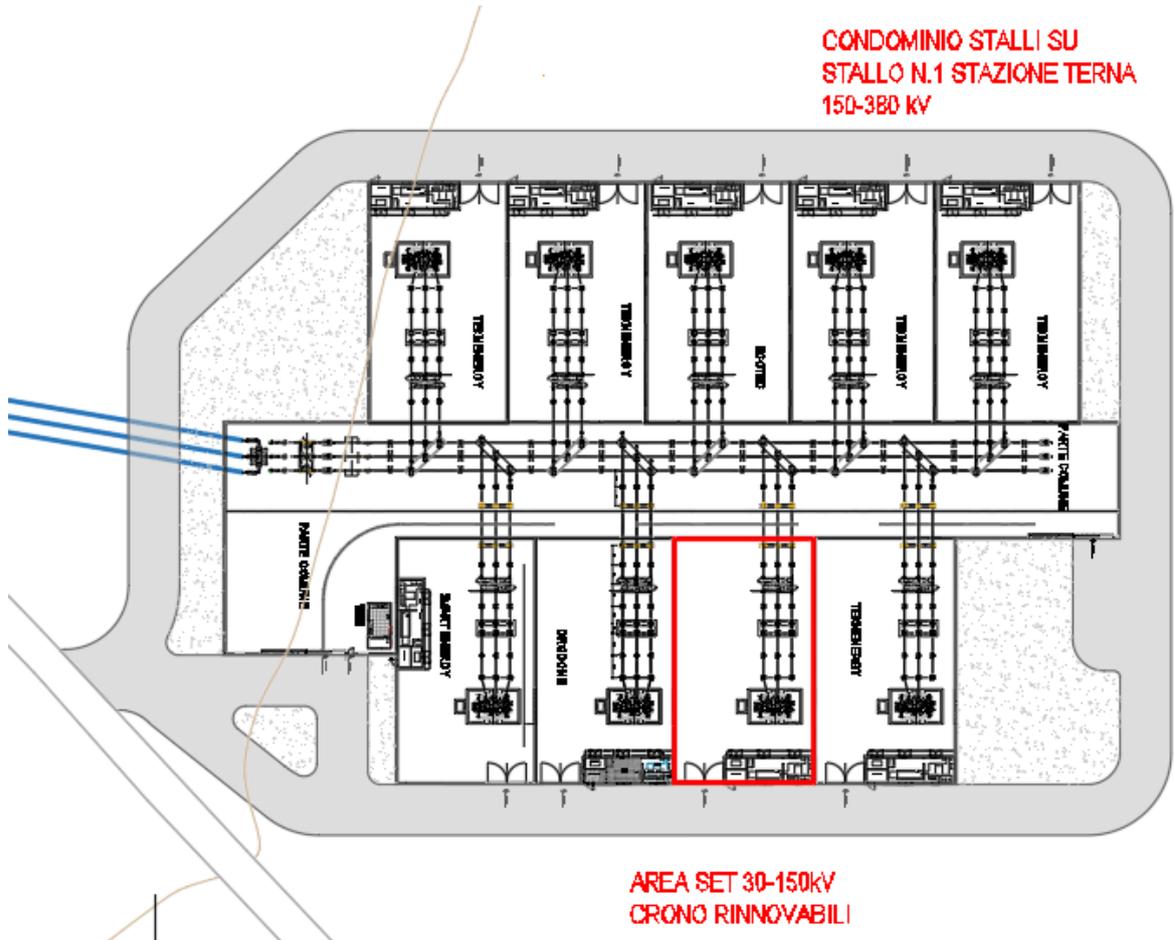
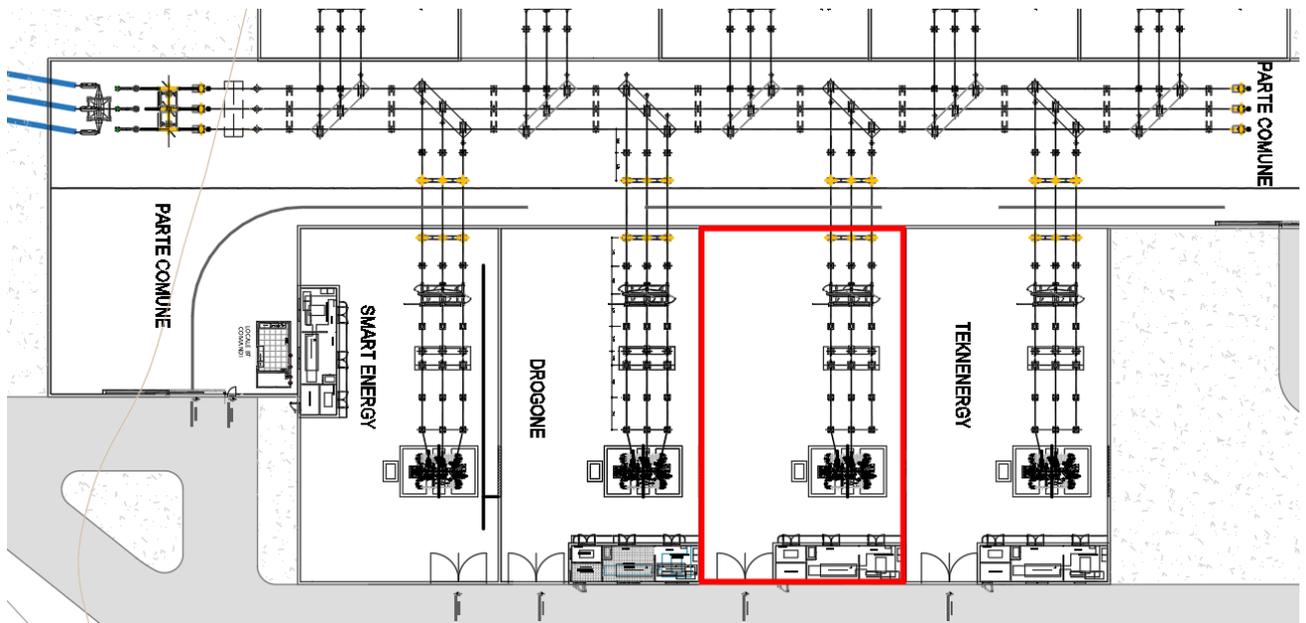


Figura 3 – Condominio stalli



3.1 Opere di rete e schema per la connessione

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico *Serra Longa* si comporrà delle seguenti opere ed apparecchiature:

- Stallo AT trasformatore composto da: trasformatore elevatore 30/150 ±12x1,25% kV, scaricatori AT, TA AT ad uso fiscale/misura/protezione, interruttore tripolare 150kV, TV induttivi AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione, sezionatore rotativo con lame di terra 150kV.
- Stallo linea AT condiviso con altri produttori composto da: sezionatore rotativo con lame di terra 150kV, TV ad uso fiscale, TA ad uso fiscale e sbarre di collegamento.
- Sala quadri MT contenente il quadro di media tensione 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparto arrivo trafo e scomparto per il TSA.
- Sala quadri BT contenente i quadri di protezione e controllo, i quadri dei servizi ausiliari in corrente alternata e corrente continua, il quadro batterie ed il quadro raddrizzatore-inverter. In questa sala è inoltre installato il quadro contatori con accesso dall'esterno del locale come evidenziato dagli elaborati grafici allegati.
- Sala SCADA/telecontrollo.
- Locale per il gruppo elettrogeno (GE) di potenza inferiore ai 25kW.
- Locale trasformatore dei servizi ausiliari (TSA) dotato di vasca contenitiva per eventuali fuoriuscite d'olio dal TSA. L'apertura della porta del locale TSA è impedita in caso di TSA sotto tensione (interblocco porta-sezionatore di terra scomparto MT di alimentazione TSA).

Lo schema di misura sarà tale da poter distinguere e contabilizzare l'energia prodotta da ciascun impianto connesso in condominio.

Ogni produttore rimarrà responsabile per il proprio impianto per quanto concerne ordini di dispacciamento, rispetto del regolamento di esercizio, rispetto del codice di rete, taratura delle proprie protezioni e verifica dei complessi di misura fiscale.

3.2 Cavidotti

I cavidotti interrati, indispensabili per il trasporto dell'energia elettrica da ciascun aerogeneratore alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) AT/MT per la successiva immissione in rete, percorreranno lo stesso tracciato della viabilità di servizio prevista per i lavori di costruzione e gestione del parco eolico. Nelle aree esterne a quelle interessate dai lavori i tracciati sfrutteranno per quanto possibile la viabilità pubblica principalmente al fine di minimizzare gli impatti sul territorio interessato. Essi attraverseranno il territorio comunale di Montemilone e Venosa localizzati in provincia di Potenza.

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata alla Stazione Utente 30/150 kV, con funzione di trasformazione ed immessa nella RTN tramite il sistema di sbarre presente nella stessa.

I collegamenti tra il parco eolico e la Stazione Utente avverranno tramite linee in MT interrate, esercite a 30 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.



Ciascun aerogeneratore sarà dotato di un generatore e relativo convertitore. Inoltre, sarà equipaggiato con un trasformatore BT/MT oltre a tutti gli organi di protezione ed interruzione atti a proteggere la macchina e la linea elettrica in partenza dalla stessa.

I trasformatori per impianti eolici devono costantemente sopportare problemi di sovratensioni di esercizio e vibrazioni meccaniche che mettono a dura prova la loro affidabilità nel tempo.

All'interno del generatore eolico, la tensione BT a 0.720 kV in arrivo dalla macchina verrà elevata a 30 kV tramite un trasformatore elevatore dedicato. Ogni aerogeneratore avrà al suo interno:

- L'arrivo del cavo BT (0.720 kV) proveniente dal generatore-convertitore;
- il trasformatore elevatore BT/MT (0.720/30 kV);
- la cella MT (30 kV) per la partenza verso i quadri di macchina e da lì verso la Stazione di trasformazione.

Gli aerogeneratori del campo saranno suddivisi in 4 circuiti (o sottocampi) così costituiti:

- Sottocampo 1: $5.6 \times 2 = 11.2$ MW (T1-T2, T2-SET);
- Sottocampo 2: $5.6 \times 3 = 16.8$ MW (T3-T4, T4-T5, T5-SET);
- Sottocampo 3: $5.6 \times 4 = 16.8$ MW (T9-T8, T8-T10, T10-SET);
- Sottocampo 4: $5.6 \times 2 = 16.8$ MW (T7-T6, T6-T11, T6-SET).

La rete elettrica MT sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee MT a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

Il percorso del collegamento del Parco Eolico alla Stazione di Trasformazione è stato scelto tenendo conto di molteplici fattori, quali:

- contenere per quanto possibile i tracciati dei cavidotti sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico-economica;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse ed isolate, rispettando le distanze prescritte dalla normativa vigente;
- Evitare interferenze con zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minor pregio interessando aree prevalentemente agricole e sfruttando la viabilità esistente per quanto possibile.

La rete a 30 kV, di lunghezza totale pari a circa 68.4 km, sarà realizzata per mezzo di cavi del tipo ARE4H5E - 18/30 kV o equivalenti con conduttore in alluminio.

L'isolamento sarà garantito mediante guaina termo-restringente.

Il cavo a fibre ottiche per il monitoraggio ed il telecontrollo delle turbine sarà di tipo monomodale e verrà alloggiato all'interno di un tubo corrugato in PVC o in un monotubo in PEAD posto nello stesso scavo del cavo di potenza.

Insieme al cavo di potenza ed alle fibre ottiche vi sarà anche un dispersore di terra a corda di 35 mm^2 che collegherà gli impianti di terra delle singole turbine allo scopo di abbassare le tensioni di passo e di contatto e di disperdere le correnti dovute alle fulminazioni.



I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che per una e due terne avrà una larghezza di 50 cm, mentre per quattro una larghezza di 100 cm (cfr. sezioni tipo cavidotto). La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno (cfr. sezioni tipo cavidotto).

Come accennato, nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;
- posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;
- eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;
- posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;
- posa dei tegoli protettivi;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa nastro monitore;
- rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;
- apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo.

L'asse del cavo posato nella trincea si scosterà dall'asse della stessa solo di qualche centimetro a destra ed a sinistra, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno. Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro applicati ai conduttori non dovranno superare i 60 N/mm² rispetto alla sezione totale. Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 3 m.

Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo verrà messo a terra da entrambe le estremità della linea.

In corrispondenza dell'estremità di cavo connesso alla stazione di utenza, onde evitare il trasferimento di tensioni di contatto pericolose a causa di un guasto sull'alta tensione, la messa a terra dello schermo avverrà solo all'estremità connessa alla stazione di utenza.

La realizzazione delle giunzioni verrà effettuata secondo le seguenti indicazioni:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- utilizzare esclusivamente materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa saranno applicate delle targhe identificatrici su ciascun giunto in modo da poter individuare l'esecutore, la data e le modalità d'esecuzione.

Su ciascun tronco fra l'ultima turbina e la stazione elettrica di utenza verranno collocati dei giunti di isolamento tra gli schermi dei due diversi impianti di terra (dispersore di terra della stazione elettrica e dispersore di terra dell'impianto eolico). Essi garantiranno la tenuta alla tensione che si può stabilire tra i due schermi dei cavi MT.

Le terminazioni dei cavi in fibra ottica dovranno essere effettuate nella seguente modalità:

- posa del cavo, da terra al relativo cassetto ottico, previa eliminazione della parte eccedente, con fissaggio del cavo o a parete o ad elementi verticali con apposite fascette, ogni 0.50 m circa;
- sbucciatura progressiva del cavo;

- fornitura ed applicazione, su ciascuna fibra ottica, di connettore;
- esecuzione della "lappatura" finale del terminale;
- fissaggio di ciascuna fibra ottica.

Le figure seguenti riportano alcune sezioni tipo del cavidotto

- | | | |
|--|---|--|
| (A) Sabbia \varnothing 0-3 mm | (F) Stabilizzato \varnothing 0-25 mm | (3) Tegolino di protezione |
| (B) Rinterro con terreno proveniente dagli scavi | (G) Conglomerato bituminoso - Strato di base | (4) Fibra ottica in tubazione \varnothing 50 |
| (C) Terreno vegetale | (H) Conglomerato bituminoso - Strato di collegamento (Bynder) | (5) Nastro monitor |
| (D) Conglomerato cementizio C 15/25 | (1) Cavo di terra | (6) Cavidotto in PEAD SN 8 \varnothing 150 |
| (E) Pietrisco \varnothing 70-120 mm | (2) Cavi MT | |

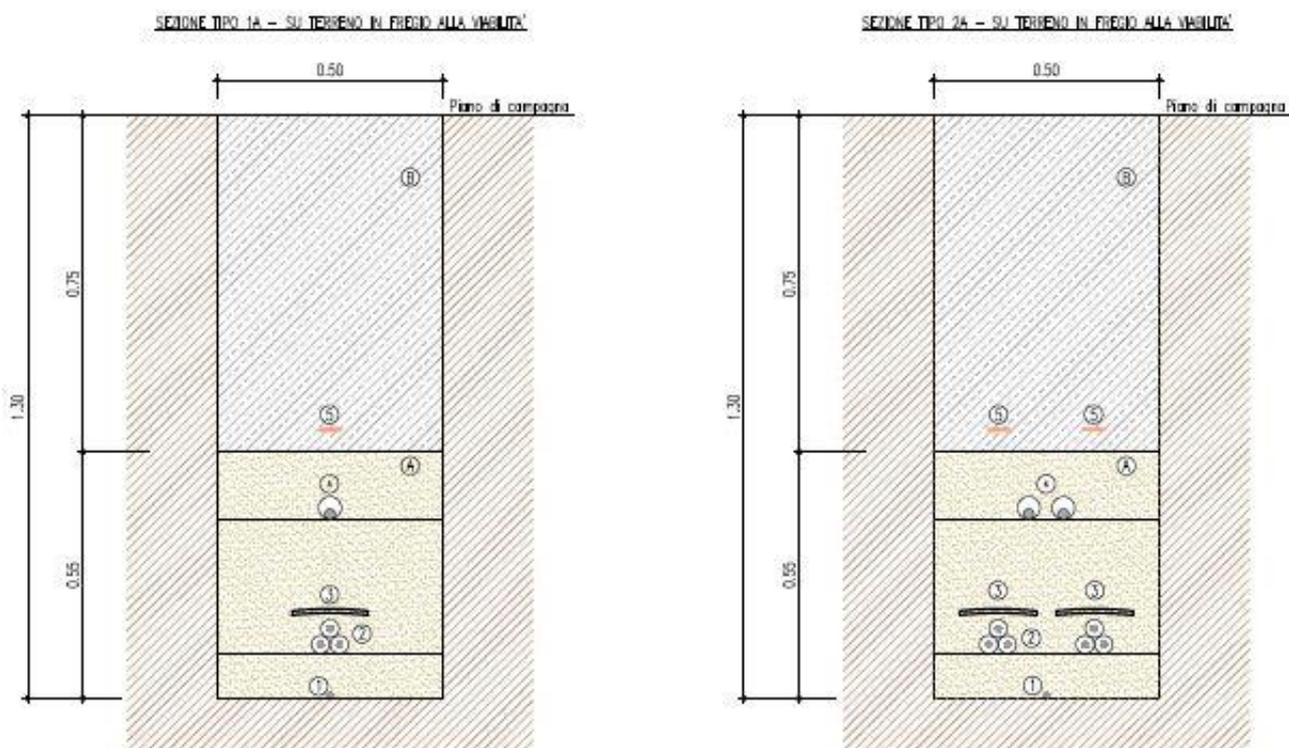


Figure 3: sezioni tipo 1A, 2A cavidotto

- | | | |
|--|---|--|
| (A) Sabbia \varnothing 0-3 mm | (F) Stabilizzato \varnothing 0-25 mm | (3) Tegolino di protezione |
| (B) Rinterro con terreno proveniente dagli scavi | (G) Conglomerato bituminoso - Strato di base | (4) Fibra ottica in tubazione \varnothing 50 |
| (C) Terreno vegetale | (H) Conglomerato bituminoso - Strato di collegamento (Bynder) | (5) Nastro monitor |
| (D) Conglomerato cementizio C 15/25 | (1) Cavo di terra | (6) Cavidotto in PEAD SN 8 \varnothing 150 |
| (E) Pietrisco \varnothing 70-120 mm | (2) Cavi MT | |

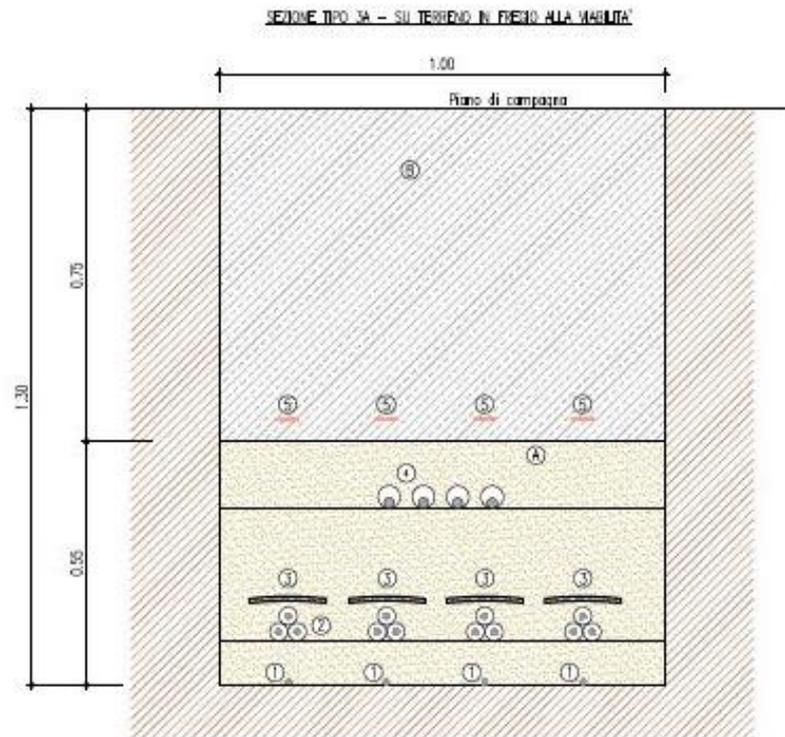


Figure 4:sezione tipo 3A

- | | | |
|--|---|--|
| (A) Sabbia \varnothing 0-3 mm | (F) Stabilizzato \varnothing 0-25 mm | (3) Tegolino di protezione |
| (B) Rinterro con terreno proveniente dagli scavi | (G) Conglomerato bituminoso - Strato di base | (4) Fibra ottica in tubazione \varnothing 50 |
| (C) Terreno vegetale | (H) Conglomerato bituminoso - Strato di collegamento (Bynder) | (5) Nastro monitor |
| (D) Conglomerato cementizio C 15/25 | (1) Cavo di terra | (6) Cavidotto in PEAD SN 8 \varnothing 150 |
| (E) Pietrisco \varnothing 70-120 mm | (2) Cavi MT | |

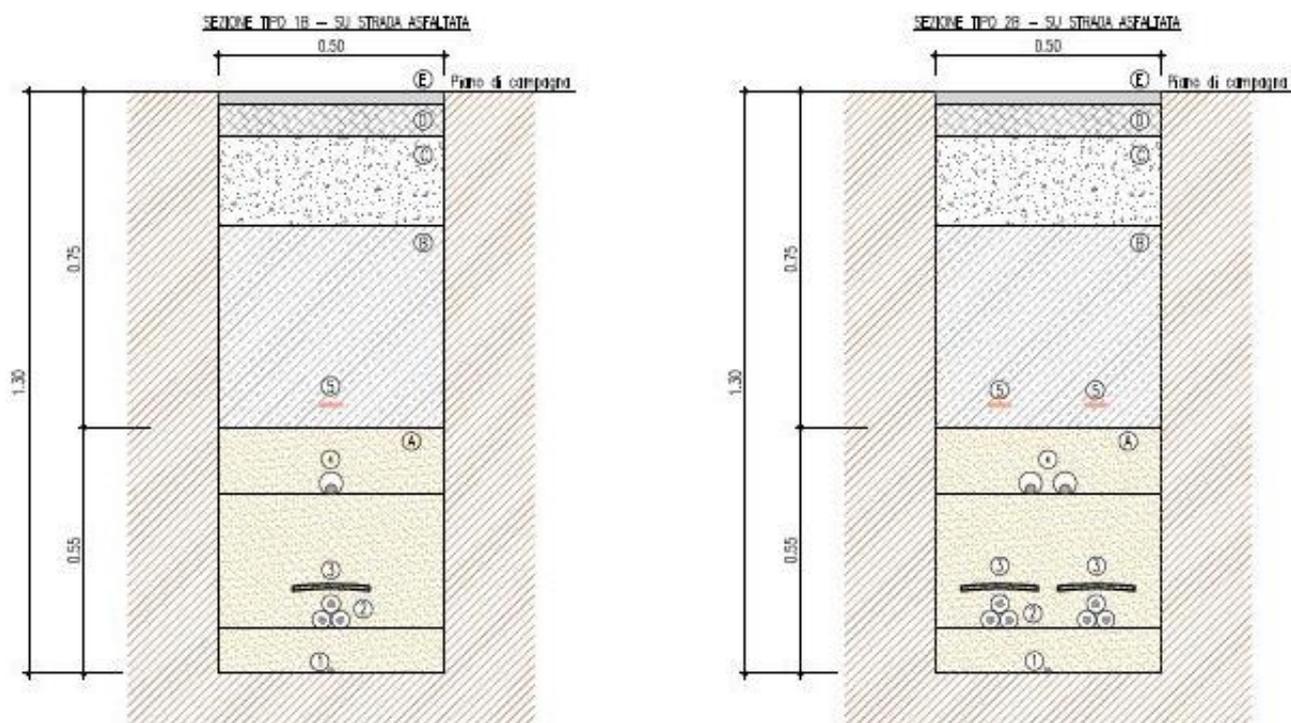


Figure 5: sezioni tipo 1B e 2Bc cavidotto

- | | | |
|--|---|---------------------------------------|
| Ⓐ Sabbia ϕ 0-3 mm | Ⓕ Stabilizzato ϕ 0-25 mm | ③ Tegolino di protezione |
| Ⓑ Rinterro con terreno proveniente dagli scavi | Ⓖ Conglomerato bituminoso - Strato di base | ④ Fibra ottica in tubazione ϕ 50 |
| Ⓒ Terreno vegetale | Ⓗ Conglomerato bituminoso - Strato di collegamento (Bynder) | ⑤ Nastro monitore |
| Ⓓ Conglomerato cementizio C 15/25 | ① Cavo di terra | ⑥ Cavidotto in PEAD SN 8 ϕ 150 |
| Ⓔ Pietrisco ϕ 70-120 mm | ② Cavi MT | |

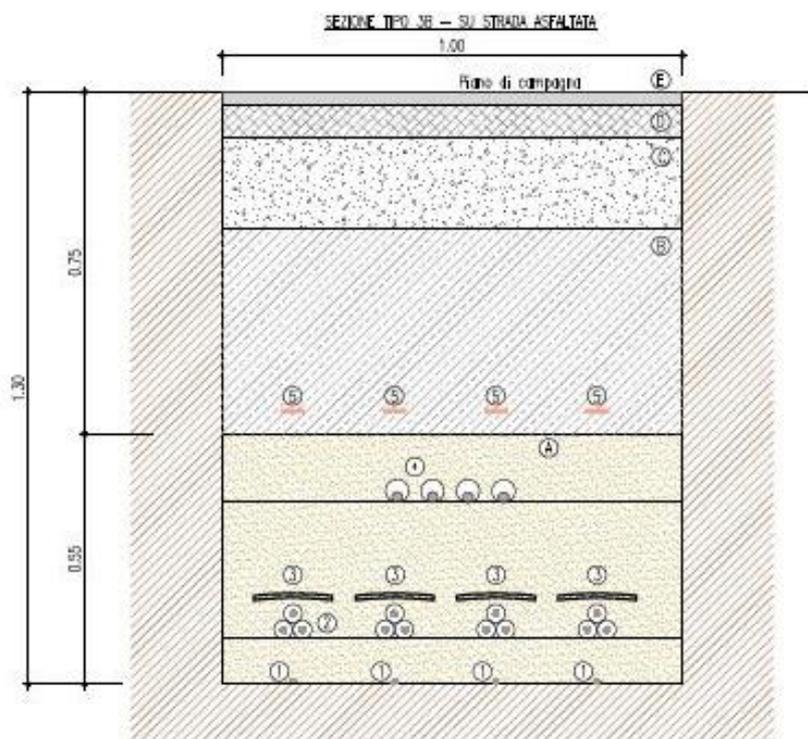


Figure 6: sezioni tipo 1B e 2Bc cavidotto



4 Ripristini e Stato finale dell'opera

Al termine dei lavori, cioè quando non è più richiesta la presenza dei mezzi di trasporto di grandi dimensioni, l' "uso di suolo" sarà molto limitato in quanto molte delle aree impegnate in fase di cantiere verranno ripristinate al loro stato originario; ciò vale anche per il ripristino delle aree utilizzate per lo stoccaggio delle pale e per quelle dedicate al posizionamento delle gru ausiliare oltre che per le aree logistica e di trasbordo.

Tutte le scarpatine ai bordi della viabilità e delle piazzole definitive dell'impianto saranno oggetto di interventi di rinverdimento con specie arbustive ed arboree.

Le opere di ripristino del terreno vegetale superficiale possono attenuare notevolmente gli impatti sull'ambiente naturale, annullandoli quasi del tutto nelle condizioni maggiormente favorevoli. Tali opere hanno anche la finalità di evitare o limitare i fenomeni erosivi innescati dalla sottrazione e dalla modifica dei suoli. Inoltre, la ricostituzione della coltre erbosa può consentire notevoli benefici anche per quanto riguarda le problematiche legate all'impatto visivo.

Le stesse opere, inoltre, devono essere realizzate in funzione dello specifico sito di installazione del parco eolico, per cui la tipologia di piante e materiali impiegati a tale scopo dovrà essere adottata seguendo il criterio dell'uso di semine autoctone e materiali naturali. Solo in alcuni sporadici casi è previsto l'impiego di terre armate a causa delle maggiori pendenze.

Le aree che saranno ripristinate allo stato originario, sono chiaramente evidenziate negli elaborati di progetto e possono essere così sintetizzate:

- Piazzole di stoccaggio;
- Piazzole di montaggio (saranno ridimensionate e la parte restante verrà ripristinata);
- Scarpate delle Piazzole di montaggio;
- Aree per lo stoccaggio dei componenti e delle pale;
- Aree per l'installazione del braccio della gru principale;
- Allargamenti e manti stradali;
- Aree di cantiere e trasbordo.

Saranno ripristinati i manti stradali utilizzando quanto più possibile i materiali di risulta dello scavo stesso; naturalmente, dove il manto stradale sarà di tipo sterrato sarà ripristinato allo stato originale mediante un'operazione di costipatura del terreno, mentre dove eventualmente il manto stradale è in materiale asfaltato sarà ripristinato l'asfalto asportato.

Per le scarpate (zone in scavo e riporto) sono previste in generale pendenze contenute, in modo da poter intervenire quasi esclusivamente con riporti di terreno vegetale e, quindi, consentire un efficace ripristino del manto vegetale senza alcuna necessità di ricorso ad operazioni più complesse ed onerose.

5 Dimensionamento dell'impianto

Il sito scelto per l'installazione degli aerogeneratori interessa i territori comunali di Montemilone e Venosa.

L'intera zona è caratterizzata principalmente da terreni ad uso agricolo (principalmente a seminativo non irriguo). Nella parte che comprende gran parte dell'area di progetto, si evidenzia la presenza suoli delle colline sabbiose e conglomeratiche della fossa bradanica. Si trovano a quote comprese 100 e 860 m s.l.m., e hanno un uso marcatamente agricolo, a seminativi asciutti e oliveti

Nella tabella sottostante sono illustrate le delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori.

Tabella 4 - ubicazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto

WTG	Comune	D rotore	H tot	Hhub	Coordinate UTM-WGS84 fuso 33		Coordinate GB-Roma 40 fuso est	
					E	N	E	N
T1	Montemilone	162	119	200	585220	4541407	2605229	4541415
T2	Montemilone	162	119	200	585440	4542100	2605449	4542107
T3	Montemilone	162	119	200	585146	4542680	2605155	4542688
T4	Montemilone	162	119	200	585587	4543555	2605596	4543562
T5	Montemilone	162	119	200	584780	4544256	2604789	4544263
T6	Montemilone	162	119	200	581657	4546148	2601666	4546156
T7	Montemilone	162	119	200	581707	4546832	2601716	4546839
T8	Montemilone	162	119	200	580712	4546141	2600721	4546148
T9	Montemilone	162	119	200	580660	4546797	2600669	4546805
T10	Montemilone	162	119	200	580092	4545954	2600101	4545961
T11	Montemilone	162	119	200	579937	4545325	2599946	4545332

L'impianto è costituito da 11 aerogeneratori di grande taglia, con potenza nominale unitaria pari a 5.6 MW; l'aerogeneratore ha le seguenti caratteristiche dimensionali:

altezza hub	119m
diametro rotore	162m
altezza totale	200m

Negli studi ambientali e specialistici sono stati comunque utilizzati i parametri in generale più penalizzanti per i diversi aspetti a favore di sicurezza per gli eventuali impatti potenziali previsti.

Il layout di impianto è scaturito tenendo in considerazione i seguenti fattori principali:

- condizioni geomorfologiche del sito;
- direzione principale del vento;
- vincoli ambientali e paesaggistici;
- distanze di sicurezza da infrastrutture e fabbricati;
- pianificazione territoriale ed urbanistica in vigore.

Il tutto come meglio illustrato negli studi specialistici facenti parte integrante del progetto.

5.1 Regime di vento del sito e disposizione ed orientamento degli aerogeneratori

È possibile giungere ad una valutazione utile della risorsa eolica grazie a calcoli e confronti con dati di stazioni anemometriche ritenute storiche, la campagna di misura è stata effettuata secondo gli standard internazionali correlando le misure in sito con i dati di lungo termine.

La correlazione con i dati ERA5 per un periodo di oltre 18 anni, nonostante con un certo livello di incertezza, permette di ottenere la rappresentatività della velocità media misurata nel sito in esame. Le turbine presentano velocità discretamente uniformi.

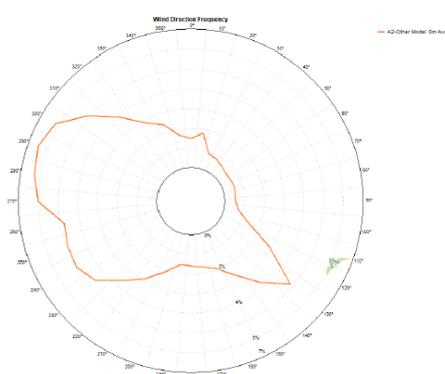
Le misure anemologiche sono state effettuate con una torre anemometrica di 70m con una strumentazione di alto livello e tipica per campagne di misura durante lo sviluppo di centrali eoliche secondo gli standard internazionali.

Nel caso specifico, l'anemometro utilizzato MM70 è ubicato nel comune di Montemilone a circa 5.5 km dalla turbina T11, le valutazioni di producibilità sono state effettuate considerando il modello di WTG Vestas V162 - HH 119 m con potenza massima 5.6 MW.

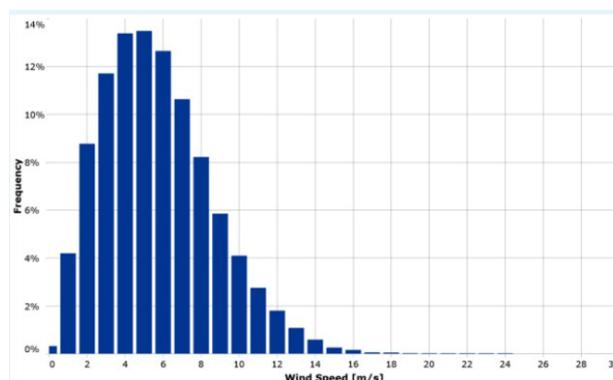
Rispetto a quanto richiesto dal punto 1.2.1.5 del PIEAR si segnala quanto segue:

- 1) La torre è stata installata all'interno dell'area del nuovo parco eolico proposto e dunque le misure di vento possono essere considerate rappresentative per l'intero parco eolico;
- 2) La torre anemometrica è ubicata al foglio di mappa 34, particella 194 nel Comune di Montemilone; la struttura è standard, installata secondo le raccomandazioni tipiche della IEC 61400-12 applicabili ad una campagna di studi anemologici. Sensori di velocità Thies FirstClass sono installati a 70 m, 69 m, 50 m (2 anemometri) e 30 m su supporti orizzontali orientati a 180 gradi. All'altezza di 50 m il secondo sensore è speculare a nord. Sensori di direzione NRG sono installati a 69 m, 49 m and 30 m su supporti orizzontali orientati a nord.
- 3) È disponibile il rapporto di prima installazione del 03/07/2007 con la relativa verifica di prima installazione;
- 4) Dati anemologici sono disponibili dalla torre anemometrica da luglio 2007 a luglio 2008 con una perdita complessiva limitata a circa il 6% dei dati di velocità.

I risultati sintetici del monitoraggio sono rappresentati nella figura seguente, nella quale vengono riportati le statistiche in merito alla distribuzione del vento e la rosa dei venti.



(a) Rosa dei venti



(b) Distribuzione di frequenza

Tabella 5: Distribuzioni di frequenza della direzione di provenienza del vento (rosa dei venti)



5.2 Previsione di produzione energetica

La stima energetica del parco in progetto è stata ottenuta a partire dal campo di velocità sulle posizioni delle turbine, considerando la curva di potenza caratteristica della macchina considerata. **La società proponente stima di ottenere da questo parco eolico una produzione netta di 156.6 GWh/anno, corrispondente a circa 2542 ore equivalenti nette di operatività alla massima potenza.**

Gli aerogeneratori sono stati quindi disposti in modo da massimizzare la produzione elettrica del parco e ridurre gli effetti aerodinamici; considerando inoltre il requisito imposto dal PIEAR, all'art. 1.2.1.6 dell'Appendice A, così come modificato dalla LR 38 del 22/11/2018, secondo la quale: "Per garantire adeguate condizioni di funzionalità produttiva, nonché la presenza di corridoi di transito per la fauna oltre che per ridurre l'impatto visivo a causa dell'effetto selva, gli aerogeneratori appartenenti allo stesso impianto, ovvero posti in prossimità di altri impianti di qualunque consistenza, devono essere disposti in modo tale che:

- 1) *La distanza minima tra gli aerogeneratori, misurata a partire dall'estremità delle pale disposte orizzontalmente, sia pari a tre volte il diametro del rotore più grande;*
- 2) *La distanza minima tra le file di aerogeneratori, disposti lungo la direzione prevalente del vento, sia pari a 6 volte il diametro del rotore più grande; nel caso gli aerogeneratori siano disposti su file parallele con una configurazione sfalsata, la distanza minima tra le file non può essere inferiore a 3 volte il diametro del rotore più grande."*

In questo caso la distanza minima considerata tra le file è di 3 volte il diametro massimo del rotore tra i modelli di aerogeneratori di progetto. Nella figura sottostante è illustrato il rispetto di tale condizione, così come di quella prevista al punto 1), con particolare riguardo alla distanza minima tra gli aerogeneratori, misurata a partire dall'estremità delle pale disposte orizzontalmente, che deve risultare pari a tre volte il diametro del rotore di dimensioni maggiori.

La figura di seguito riportata mostra la distanza di $4D$, pari a 648 m ($162 \text{ m} \cdot 4$), a partire dall'estremità delle pale disposte orizzontalmente di ciascuna turbina, rappresentate dai cerchi di color rosso. È evidente che la distanza di $4D$ definita è rispettata.

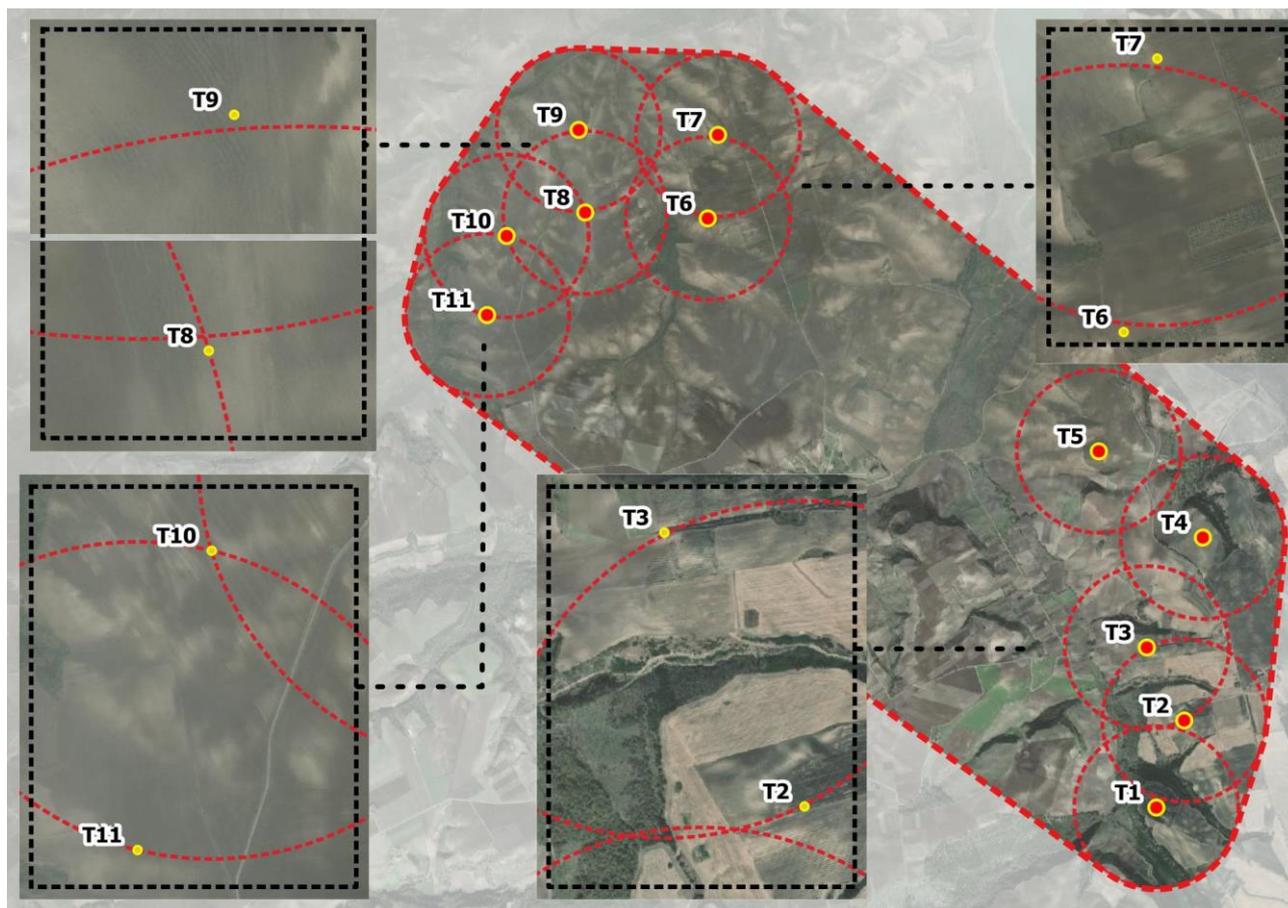


Figure 7: Verifica 4D

L' Appendice A del PIEAR al punto 1.2.1.3 definisce i requisiti tecnici minimi per gli impianti eolici di grande generazione, che devono soddisfare i vincoli tecnici minimi:

Velocità media annua del vento a 25 m dal suolo non inferiore a 4 m/s;

1. Ore equivalenti di funzionamento dell'aerogeneratore non inferiori a 2.000 ore;
2. Densità volumetrica di energia annua unitaria non inferiore a 0,15 kWh/(anno·m³), (così come modificato dalla LR. 4/2014) come riportato nella formula seguente.

$$Ev = \frac{E}{18D^2H} \geq 0,15$$

Dove:

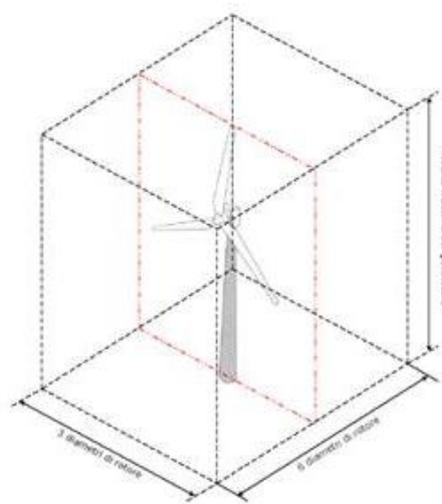
- E = energia prodotta dalla turbina (espressa in kWh/anno); D = diametro del rotore (espresso in metri);
- H = altezza totale dell'aerogeneratore (espressa in metri), somma del raggio del rotore e dell'altezza da terra del mozzo;
- d) Numero massimo di aerogeneratori: 30 (10 nelle aree di valore naturalistico, paesaggistico ed ambientale) (...).

Ai fini della valutazione delle ore equivalenti, di cui al punto b, e della densità volumetrica, di cui al punto c, valgono le seguenti definizioni:

Ore equivalenti di funzionamento di un aerogeneratore: rapporto fra la produzione annua di energia elettrica dell'aerogeneratore espressa in megawattora (MWh) (basata sui dati forniti dalla campagna di misure anemometriche) e la potenza nominale dell'aerogeneratore espressa in megawatt (MW).

Densità volumetrica di energia annua unitaria (Ev): rapporto fra la stima della produzione annua di energia elettrica dell'aerogeneratore espressa in chilowattora anno, e il volume del campo visivo occupato dall'aerogeneratore espresso in metri cubi e pari al volume del parallelepipedo di lati 3D, 6D e H, dove D è il diametro del rotore e H è l'altezza complessiva della macchina (altezza del mozzo + lunghezza della pala);

La densità volumetrica di energia annua unitaria è un parametro di prestazione dell'impianto che permette di avere una misura dell'impatto visivo di due diversi aerogeneratori a parità di energia prodotta. Infatti, avere elevati valori di Ev significa produrre maggiore energia a parità di impatto visivo dell'impianto.



L'impianto in progetto soddisfa tutti i requisiti tecnici minimi richiesti dal PIEAR della Regione Basilicata (cfr.studio anemologico).

L' Appendice A del PIEAR al punto 1.2.1.5 definisce inoltre requisiti anemologici per gli impianti eolici di grande generazione. Per essi, la campagna di misura della velocità del vento deve avere determinate caratteristiche, facilmente verificabili, per il caso in esame.

Tabella 6:Requisiti PIEAR

Descrizione	Valore richiesto	Valore stimato	Commento
Velocità media annua a 25m	≥ 4 m/s	4.8	Verifica positiva
Ore equivalenti di funzionamento	≥ 2000	2542	Verifica positiva
Densità volumetrica	≥ 0.15	minimo valore 0.16	Verifica positiva

5.3 Impianto elettrico

I cavi principali MT saranno dimensionati in modo tale che risulti soddisfatta la relazione:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino all'aerogeneratore più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

I cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio di tipo unipolare e/o unipolare avvolto ad elica del tipo (AIRBAG) ARE4H5E o similari, direttamente interrati o infilati in corrugato (Portata di corrente in suolo a 20 °C - temp. cond. 90 °C). Il cavo di collegamento tra trasformatore AT/MT e quadro MT sarà invece di tipo unipolare in rame del tipo RG7H1R.

Tabella 7: perdite di tensione nei cavi

Circuito	Tratto	Potenza	Coefficienti correttivi				I_b (corrente di impiego)	I_o min - portata minima del cavo	Sezione cavo	I_o	I_z (Portata)	Lunghezza	Caduta di tensione	Caduta di tensione	Caduta di tensione complessiva
			K_1	K_2	K_3	K_4									
1	T1-T2	5.6	1.00	1.00	0.96	1.00	120	125	240.00	408	392	2805	52.7	0.18%	0.18%
	T1-T2	5.6	1.00	0.86	0.96	1.00	120	145	240.00	408	337	544	11.9	0.04%	0.22%
	T2-SET	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	500.00	650	537	544	12.6	0.04%	0.26%
	T2-SET	11.2	1.00	1.00	0.96	1.00	239	249	500.00	650	624	265	5.3	0.02%	0.27%
	T2-SET	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	500.00	650	537	4582	106.1	0.35%	0.63%
	T2-SET	11.2	1.00	0.69	0.96	1.00	239	362	500.00	650	431	2631	75.9	0.25%	0.88%
	T2-SET	11.2	1.00	0.74	0.96	1.00	239	337	500.00	650	462	4216	113.4	0.38%	1.26%
	T2-SET	11.2	1.00	0.61	0.96	1.00	239	409	500.00	650	381	3558	116.1	0.39%	1.65%
	T2-SET	11.2	1.00	0.74	0.96	1.00	239	337	500.00	650	462	1101	29.6	0.10%	1.75%
2	T3-T4	5.6	1.00	0.86	0.96	1.00	120	145	240.00	408	337	1824	39.8	0.13%	0.13%
	T4-T5	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	240.00	408	337	1733	75.7	0.25%	0.39%
	T5-SET	16.8	1.00	0.86	0.96	1.00	359	435	500.00	650	537	3454	120.0	0.40%	0.78%
	T5-SET	16.8	1.00	0.69	0.96	1.00	359	542	500.00	650	431	2631	113.9	0.38%	1.16%
	T5-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	4216	170.2	0.57%	1.73%
	T5-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	3558	174.2	0.58%	2.31%
	T5-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	1101	44.4	0.15%	2.46%



3	T9-T8	5.6	1.00	1.00	0.96	1.00	120	125	240.00	408	392	674	12.7	0.04%	0.04%
	T8-T10	11.2	1.00	1.00	0.96	1.00	239	249	500.00	650	624	1485	29.6	0.10%	0.14%
	T8-T10	11.2	1.00	0.69	0.96	1.00	239	362	500.00	650	431	515	14.9	0.05%	0.19%
	T8-T10	11.2	1.00	0.69	0.96	1.00	239	362	500.00	650	431	279	8.1	0.03%	0.22%
	T8-T10	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	500.00	650	537	349	8.1	0.03%	0.24%
	T10-SET	16.8	1.00	0.86	0.96	1.00	359	435	500.00	650	537	349	12.1	0.04%	0.28%
	T10-SET	16.8	1.00	0.69	0.96	1.00	359	542	500.00	650	431	279	12.1	0.04%	0.32%
	T10-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	515	25.2	0.08%	0.41%
	T10-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	928	45.4	0.15%	0.56%
	T10-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	4216	170.2	0.57%	1.13%
	T10-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	3558	174.2	0.58%	1.71%
	T10-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	1101	44.4	0.15%	1.86%
4	T7-T6	5.6	1.00	1.00	0.96	1.00	120	125	240.00	408	392	724	13.6	0.05%	0.05%
	T7-T6	5.6	1.00	0.86	0.96	1.00	120	145	240.00	408	337	452	9.9	0.03%	0.08%
	T6-T11	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	500.00	650	537	452	10.5	0.03%	0.11%
	T6-T11	11.2	1.00	1.00	0.96	1.00	239	249	500.00	650	624	3713	73.9	0.25%	0.36%
	T6-T11	11.2	1.00	0.61	0.96	1.00	239	409	500.00	650	381	928	30.3	0.10%	0.46%
	T6-T11	11.2	1.00	0.61	0.96	1.00	239	409	500.00	650	381	515	16.8	0.06%	0.52%
	T6-T11	11.2	1.00	0.86	0.96	1.00	239	290	500.00	650	537	277	6.4	0.02%	0.54%
	T11-SET	16.8	1.00	0.86	0.96	1.00	359	435	500.00	650	537	277	9.6	0.03%	0.57%
	T11-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	515	25.2	0.08%	0.65%
	T11-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	928	45.4	0.15%	0.81%
	T11-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	4216	170.2	0.57%	1.37%
	T11-SET	16.8	1.00	0.61	0.96	1.00	359	613	500.00	650	381	3558	174.2	0.58%	1.95%
T11-SET	16.8	1.00	0.74	0.96	1.00	359	506	500.00	650	462	1101	44.4	0.15%	2.10%	

6 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere

Nel presente capitolo si effettua la valutazione del rischio di fulminazione delle strutture facenti parte dell'impianto eolico in oggetto, con riferimento al rischio di perdita di vita umana. Il calcolo non tiene conto del fatto che l'area in esame, data la sua collocazione, è caratterizzata da una scarsa presenza di persone, che di fatto riduce la probabilità di danno a valori inferiori a quelli risultanti dall'applicazione della suddetta procedura.

6.1 Individuazione delle strutture da proteggere

Le strutture da installare all'interno dell'impianto eolico consistono in:

- aerogeneratori comprendenti al loro interno tutte le apparecchiature elettriche
- nuovo impianto di trasformazione MT/AT

Per tali strutture si è proceduto al calcolo del solo rischio di perdita di vite umane (rischio di tipo 1), secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 62305-2.

6.2 Calcolo delle componenti di rischio

L'impostazione della valutazione del rischio secondo la Norma CEI EN 62305-2 si basa sulle seguenti definizioni:

Sorgenti di danno

S1: fulmine sulla struttura

S2: fulmine in prossimità della struttura

S3: fulmine sulla linea

S4: fulmine in prossimità della linea

Tipo di danno

D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione

D2: danno materiale

D3: guasto di impianti elettrici ed elettronici

Tipo di perdita

L1: perdita di vite umane, alla quale è associato il rischio R1

L2: perdita di servizio pubblico, alla quale è associato il rischio R2

L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile, alla quale è associato il rischio R3

L4: perdita economica, alla quale è associato il rischio R4

Nel presente documento si fa riferimento alla sola perdita di vite umane (L1), in quanto le altre non sono di interesse per il caso specifico.

Componenti di rischio



Le singole componenti di rischio definite nella suddetta norma sono le seguenti:

Sorgente S1

- RA = componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alle calate.
- RB = componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente.
- RC = componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine)

Sorgente S2

- RM = componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine)

Sorgente S3

RU = componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovuta alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura stessa.

RV = componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante.

RW = componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura.

Sorgente S4

RZ = componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura.

La Tabella seguente della Norma, di seguito riportata, associa le componenti di rischio ai rischi relativi a ciascun tipo di perdita.

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura (S1)			Fulminazione in prossimità della struttura (S2)	Fulminazione diretta di una linea entrante (S3)	Fulminazione in prossimità di una linea entrante (S4)		
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Componente di rischio								
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R1	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
R2		X	X	X		X	X	X
R3		X				X		
R4	X ⁽²⁾	X	X	X	X ⁽²⁾	X	X	X

⁽¹⁾ Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

⁽²⁾ Soltanto in strutture ad uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali



Nel caso in esame, ove è di interesse il solo rischio R1 si ha pertanto:

$$R_1 = R_A + R_U + R_B + R_V$$

Il calcolo delle componenti di rischio è effettuato con le seguenti formule:

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \text{ dove: } L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$$

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \text{ dove: } L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760$$

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U \text{ dove: } L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$$

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V \text{ dove: } L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760 \text{ e}$$

dove:

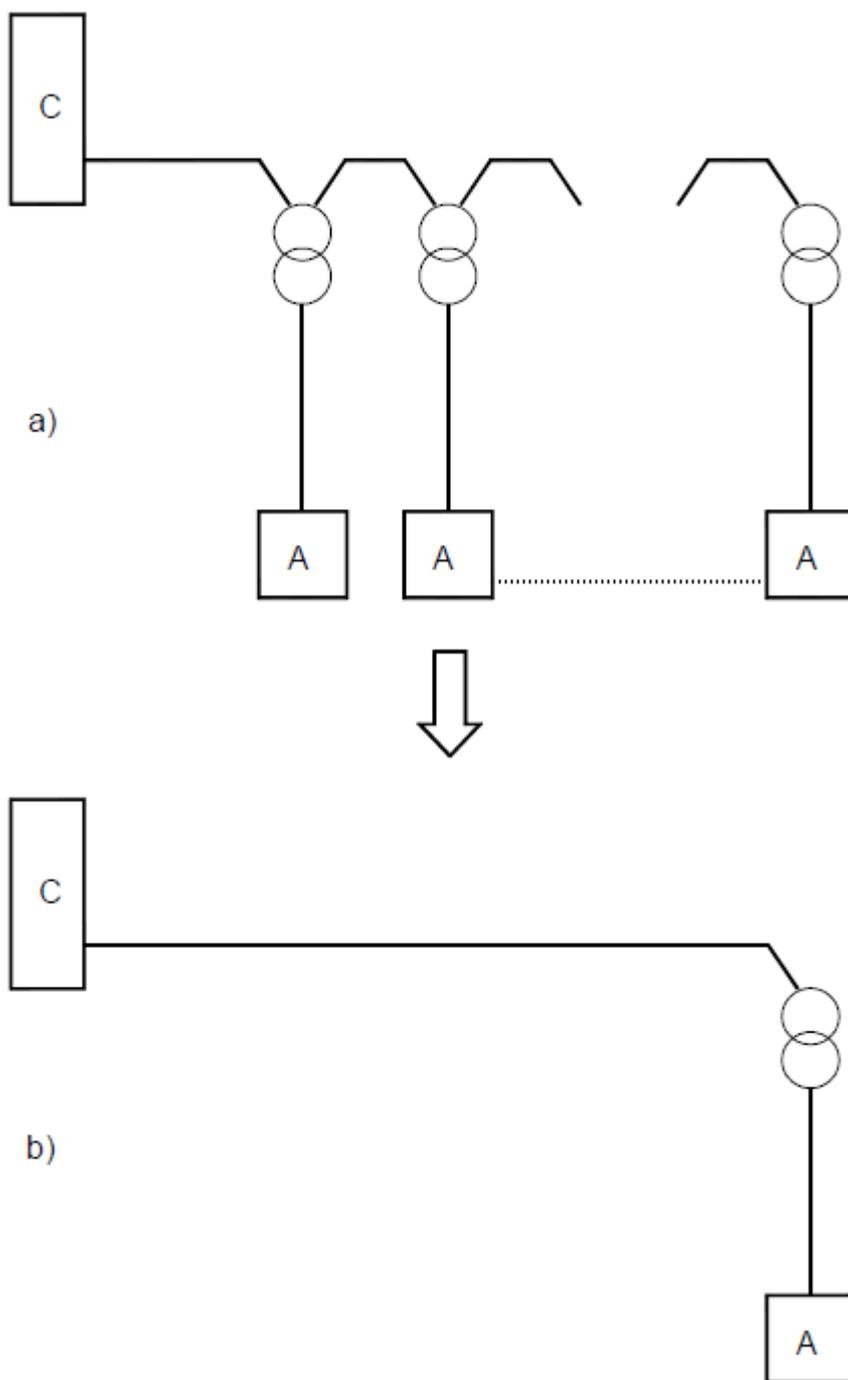
- N_D = numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
- N_L = numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta di una linea
- N_{Dj} = numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente
- P_A = probabilità di danno ad esseri viventi (fulminaz. sulla struttura)
- P_B = probabilità di danno materiale in una struttura (fulminaz. sulla struttura) P_U = probabilità di danno ad esseri viventi (fulminaz. sul servizio connesso)
- P_V = probabilità di danno materiale in una struttura (fulminaz. sul servizio connesso)
- L_T = percentuale media di vittime per elettrocuzione (D1) causato da un evento pericoloso
- L_F = percentuale media di vittime per danno materiale (D2) causato da un evento pericoloso
- r_t = fattore di riduzione dipendente dal tipo di terreno o pavimentazione
- r_p = fattore di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
- r_f = fattore di riduzione delle perdite correlato al carico di incendio
- h_z = fattore che incrementa le perdite in presenza di pericoli particolari n_z = numero delle persone nella zona
- n_t = numero di persone nella struttura
- t_z = tempo in ore all'anno per cui le persone sono presenti nella zona

Individuazione delle strutture da proteggere e delle linee ad esse collegate

Per l'impianto in oggetto le strutture da proteggere sono le seguenti:

- Aerogeneratori (A)
- Stazione elettrica SSE AT/MT (C)

Il collegamento tra tali strutture è schematizzato nella seguente figura seguente: si nota la presenza di un trasformatore (MT/BT) in corrispondenza dell'arrivo di ciascun aerogeneratore



Sulla base delle caratteristiche delle strutture in esame e delle modalità di collegamento tra di esse si può affermare quanto segue:

- relativamente agli aerogeneratori, la componente N_{Da} che tiene conto del rischio di danno materiale causato da un fulmine che colpisce la struttura connessa a quella in esame, può ritenersi nullo, in quanto gli aerogeneratori sono tra loro separati da due trasformatori. Pertanto, ai fini del calcolo del rischio dovuto a fulminazione indiretta

lo schema equivalente da considerare è quello di figura (b), dove sono state trascurate le connessioni fra aerogeneratori;

- relativamente alla cabina di consegna, la linea che alimenta il sottocampo, ai fini del calcolo della probabilità di fulminazione indiretta tale linea è schematizzata come un'unica linea equivalente;
- ai fini del calcolo delle probabilità PU e PV, per tale linea è stata considerata cautelativamente una tensione di tenuta all'impulso $U_m = 6 \text{ kV}$, anche se, la loro tensione di tenuta all'impulso è senz'altro maggiore;
- sempre ai fini del calcolo delle probabilità PU e PV, tale linea è caratterizzata da uno schermo avente resistenza $1 < R_s < 5 \text{ } \Omega/\text{km}$;
- coefficienti di installazione CI delle linee sopra dette, riportati in tabella A.2 (Norma CEI 81-10), sono riferiti a $\rho = 400 \text{ } \Omega\text{m}$.

I parametri di base assunti per il calcolo del rischio di fulminazione sono i seguenti (desunti da una banca dati europea conforme alla guida CEI 81-30):

- $N_g = 1.80 \text{ fulmini/anno/km}^2$ – area parco eolico;
- $N_g = 2.00 \text{ fulmini/anno/km}^2$ – area SET.

Tipi di struttura: Struttura di tipo industriale

Tipo di suolo fino a 5m di distanza dalla struttura:

- SSE AT/MT: cemento
- Aerogeneratori: vegetale

Rischio di incendio:

- Aerogeneratori: ordinario
- Cabina di consegna: ordinario

Rischio ammissibile: 10^{-5} (n° morti/anno)

Coefficiente di posizione delle strutture:

- SSE AT/MT: $C_d = 1$ (struttura isolata)
- Aerogeneratori: $C_d = 2$ (struttura isolata sulla cima di una collina).

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso l'utilizzo di apposito software (Impiantus - Fulmini ACCA Software) si può concludere che le strutture non autoprotette sono gli aerogeneratori, a causa dell'elevata componente di rischio RA.

Per la SSE AT/MT il rischio ottenuto è inferiore al valore limite, nonostante le numerose ipotesi cautelative assunte per i calcoli.

Per quanto riguarda gli aerogeneratori, per ridurre la componente di rischio RA, secondo la Tabella B.2 della Norma verrà adottato un LPS di classe I unito ad un adeguato sistema disperdente per limitare le tensioni di passo e contatto.

In tal modo i nuovi valori del rischio calcolato R saranno compatibili con la normativa di settore.

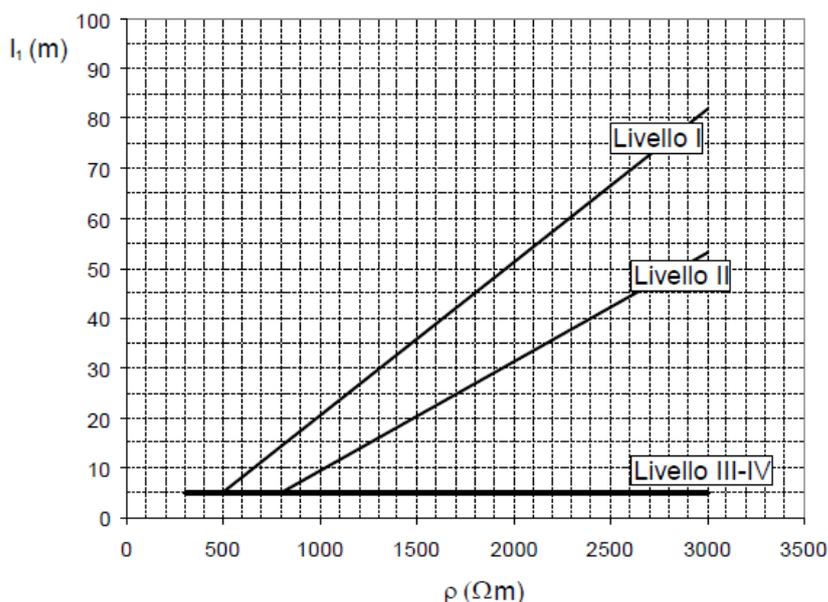
6.3 Verifica del dispersore dell'aerogeneratore ai fini della protezione contro i fulmini

La verifica si riferisce al dispersore dell'aerogeneratore il quale dovrà assolvere agli scopi di protezione contro i contatti indiretti e di protezione contro le scariche atmosferiche (LPS).

Il dispersore sarà posato intorno alla struttura dell'aerogeneratore e sarà formato da almeno quattro anelli di cui tre posati sopra la fondazione ed uno annegato all'interno della stessa. Gli anelli saranno collegati tra loro nel collettore principale.

Con riferimento alla Norma CEI EN 62305-3 il dispersore d'impianto è di tipo B; appartengono a questo tipo di dispersore sia quello ad anello esterno alla struttura in contatto con il suolo per almeno l'80% della sua lunghezza totale, sia il dispersore di fondazione. Nel caso in esame, l'anello che circonda il basamento del sostegno di ogni singolo aerogeneratore dovrà essere tale che, il raggio r del cerchio equivalente all'area racchiusa dallo stesso dispersore ad anello, non risulti essere inferiore al valore di I_1 rilevato dal grafico riportato nella figura seguente (vedi Fig.2 par.5.4.2.1 Norma CEI EN 62305-3), secondo i livelli di protezione I, II, III, IV rispettivamente.

Nel caso in oggetto, poiché il LPS è di livello I nel caso dell'aerogeneratore e la resistività del suolo è pari a $100 \Omega m$, si ha di $I_1 = 5 m$.

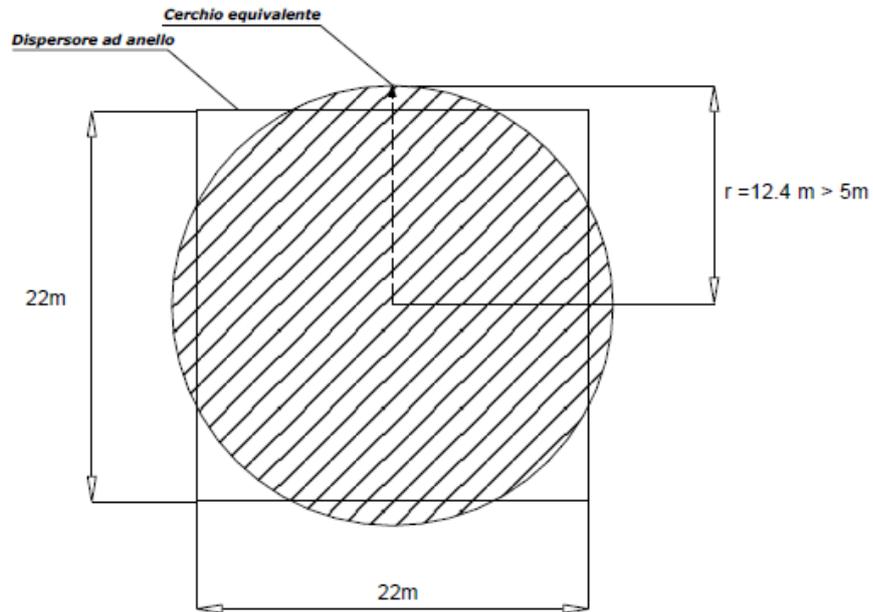


Lunghezza minima degli elementi del dispersore in funzione dei livelli di protezione (il III e IV sono indipendenti dalla resistività del suolo)

Dovrà essere pertanto:

$$r \geq 5m$$

Nel caso dell'aerogeneratore risulta che il raggio del cerchio equivalente all'area del dispersore di terra dell'aerogeneratore misura 13 m circa, pertanto è conforme alla suddetta prescrizione normativa.



Raggio del cerchio equivalente all'area del dispersore ad anello tipo "B" di ogni singolo aerogeneratore