

**PROGETTO**

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO  
EOLICO DENOMINATO "PIANI DI PEDINA" NEL COMUNE DI  
VENOSA (PZ) IN LOCALITA' "PIANI DI PEDINA" E DELLE OPERE  
CONNESSE NEI COMUNI DI VENOSA, RAPOLLA E MELFI (PZ)**

**TITOLO**

**A.9 - Relazione tecnica impianto eolico**

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	VISTI
 <p><b>F4 ingegneria srl</b> Via Nazario Sauro 112, 85100 Potenza Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452 www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it</p> <p style="text-align: center;">Il Direttore Tecnico (ing. Giovanni DI SANTO)</p> 	<p><b>INERGIA LUCANIA S.r.l.</b></p> <p><b>Sede legale:</b> Vicolo del Messaggero n.11 38068 ROVERETO (TN)</p> <p>PEC: direzione.inergialucania@legalmail.it</p>	

**DATI PROGETTAZIONE**


Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Elaborato	Foglio
-	A4	EO-CRV-PD-REL-7	a		1	1 di 1

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	18/10/2019	Prima Emissione	F4	A.Corradetti	R.Caioli



## Sommario

<b>1</b>	<b>Aerogeneratori</b>	<b>3</b>
1.1	Torre tubolare di sostegno	4
1.2	Rotore e pale	4
1.3	Navicella	5
1.4	Sistema d'imbardata	5
1.5	Sistema di controllo	6
1.6	Sistema frenante	6
1.7	Opere Civili	6
1.7.1	Fondazioni	6
1.7.2	Adegamenti viabilità esistente	7
1.7.2.1	<i>Descrizione della viabilità di accesso all'area</i>	7
1.7.3	Strade	8
1.7.4	Piazzole di montaggio	9
1.8	Area Cantiere	11
1.9	Dimensioni Complessive e Stima Movimenti terra di Strade e Piazzole	11
1.10	Connessione alla RTN	13
1.10.1	Opere di rete	13
1.10.2	Opere di utenza	14
1.11	Sottostazione di trasformazione AT/MT	14
1.11.1	Opere civili Stazione Elettrica	17
1.11.2	Conduttori, morse e collegamenti AT	18
1.11.3	Strutture metalliche di sostegno	18
1.11.4	Impianto di terra	18
1.12	Cavidotti	19



<b>1.13 Ripristini e Stato finale dell'opera</b>	<b>22</b>
<b>2 Dimensionamento dell'impianto</b>	<b>24</b>
2.1.1 Regime di vento del sito e disposizione ed orientamento degli aerogeneratori	25
<b>2.2 Previsione di produzione energetica</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Impianto elettrico</b>	<b>31</b>
<b>2.4 Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche di protezione contro i fulmini, con l'individuazione e la classificazione del volume da proteggere</b>	<b>32</b>
2.4.1 Individuazione delle strutture da proteggere	32
2.4.2 Calcolo delle componenti di rischio	32
<b>2.5 Verifica del dispersore dell' aerogeneratore ai fini della protezione contro i fulmini</b>	<b>38</b>



# 1 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori prescelti, del tipo Vestas V162 o similare, presentano le seguenti caratteristiche dimensionali:

- potenza nominale aerogeneratore: 5.6MW depotenziato a 5.5 MW
- altezza torre: 119 m
- diametro rotore: 162 m
- altezza totale 200 mt

Le torri sono tubolari in acciaio. Il diametro della base della torre è di circa 4 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 avvitate fra loro. Il design dei tubi 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 specificazione 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 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 gondola 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 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 79 m circa, sono composte in 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 sono stati dotati di segnalazione cromatica, costituendo un ostacolo alla navigazione aerea a bassa quota. In particolare ciascuna delle tre pale sarà verniciata sulle estremità con tre bande di colore rosso/bianco/rosso ognuna di larghezza minima pari a 6m, fino a coprire 1/3 della lunghezza della pala. E' 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 proposti (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 ed un'altezza di circa 119 m, il colore della struttura sarà chiaro, avrà una forma tronco- conica e sarà costituita da quattro o più trami.

I trami 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. E' 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 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 79 m, pertanto, considerando l'ingombro del mozzo e poiché il rotore è installato in cima alla torre ad un'altezza di 119 m, il massimo sviluppo verticale del sistema torre-pale sarà di 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

La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), 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 distribuite 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.

## 1.7 Opere Civili

---

### 1.7.1 Fondazioni

---

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare 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 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, le fondazioni sono state dimensionate su platea di forma circolare di diametro pari a ca. 20m. Al plinto sono attestati n. 12 pali del diametro pari 120 cm e della lunghezza di 20 m.



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.

Ad ogni buon conto, 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 significativi 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.

## **1.7.2 Adeguamenti viabilità esistente**

La viabilità esistente presente nell'area si presta al trasporto eccezionale dei componenti degli aerogeneratori.

L'accesso all'area parco potrà avvenire dalla SS18 "Ofantina" dalla quale, in corrispondenza dell'area parco, sarà possibile proseguire sulla S.S. 655 ed infine, utilizzando la SP 69 e la SS 93 sarà possibile accedere presso l'area parco lato nord.

### **1.7.2.1 Descrizione della viabilità di accesso all'area**

La viabilità nelle immediate vicinanze del dal parco eolico è di tipo, provinciale e comunale. In particolare la SP "ex strada statale 168" conduce nelle immediate vicinanze dell'area di progetto; a partire da quest'ultima, attraverso 3 rami di viabilità da adeguare/realizzare ex novo, verranno raggiunte le aree di installazione delle turbine.

Alcuni tratti di queste strade sterrate necessitano interventi di miglioramento ed adeguamento della sede stradale, al fine di consentire il passaggio di trasporti eccezionali, tuttavia non saranno necessari movimenti terra significativi, per l'orografia pianeggiante del terreno e per le condizioni generalmente discrete delle strade stesse. Viceversa l'adeguamento di dette strade avrà un impatto positivo per i coltivatori della zona, andando a migliorarne la fruibilità e rimanendo immutata la destinazione d'uso delle stesse, che rimarranno pubbliche.

L'allargamento della sede stradale sarà effettuato da una larghezza media esistente mt. 3.0 - 4.0 fino ad ottenere la larghezza prevista in progetto pari a mt.5.0 nei tratti in rettilineo, oltre alla cunetta di larghezza mt. 0.50 per il deflusso delle acque meteoriche.

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

I percorsi stradali che saranno realizzati ex novo avranno una carreggiata di larghezza minima pari a 5 m per uno sviluppo lineare pari a circa 3.980 metri.



Tracciati	Adeguamento (m)	Ex novo (m)
<b>T8-T9-T10 - 1</b>	2830	0
<b>T8-T9-T10 - 2</b>	1400	245
<b>T8-T9-T10 - 3</b>	0	200
<b>T4-T5-STRADA</b>	0	2620
<b>T6</b>	0	95
<b>T7</b>	0	410
<b>T1-2-3</b>	2250	250
<b>T2</b>	0	160
<b>Totali</b>	<b>6480</b>	<b>3980</b>

Tutte le strade 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 l'andamento topografico esistente in loco.

Sarà infine necessario realizzare area di manovra sugli svincoli con opportuni raggi di curvatura. Le modalità di realizzazioni di tali aree sono le stesse di quella con cui saranno realizzate le nuove strade, inoltre queste ultime verranno completamente ripristinate allo stato originario al termine delle attività di cantiere.

### 1.7.3 Strade

La morfologia del territorio si presenta pianeggiante, con l'altimetria variabile tra i 370 e i 390 m s.l.m. Come descritto in precedenza, la realizzazione di nuovi tratti stradali sarà contenuta e limitata ai brevi percorsi che vanno dalle strade esistenti all'area di installazione degli aerogeneratori.

In particolare saranno realizzate nuove piste per circa 3.9 km (cfr. tabella precedente) corrispondenti ad aree interpoderali già utilizzate dai coltivatori per il passaggio all'interno dei fondi.

Le necessità di trasporto dei componenti di impianto impongono che le strade abbiano larghezza minima di 5 m. Nel caso specifico le pendenze e le inclinazioni laterali saranno trascurabili viste le caratteristiche geomorfologiche dell'area. E' inoltre prevista una cunetta di larghezza mt. 0.50 per il deflusso delle acque meteoriche. Nei tratti in curva la larghezza potrà essere aumentata ed i raggi di curvatura dovranno essere ampi (almeno 70 m).

Vista l'orografia dei luoghi gli interventi di adeguamento, così come la viabilità di nuova realizzazione, non comporteranno la necessità di realizzare muri di sostegno o opere d'arte analoghe.

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.

Negli allegati grafici è indicata la sezione tipo delle strade di progetto. Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità, che prevedono la stabilizzazione a calce del sottofondo stradale, tecnologia che permette di ridurre al minimo i movimenti terra:



1. Scotico terreno vegetale;
2. Stesa della Calce: Si esegue con idonee attrezzature a dosaggio volumetrico o gravimetrico a seconda della tecnologia disponibile
3. Miscelazione: La miscelazione della terra con la calce avviene mediante il pulvimixer. La profondità di lavorazione varia da 30cm a 50cm a seconda delle indicazioni del progetto. La velocità di avanzamento del pulvimixer dipende dal tipo di terreno, dal grado di addensamento, dall'umidità e dalla potenza della macchina, e incide in modo determinante sulla produttività
4. Controllo Umidità.
5. Compattazione della miscela Terra-Calce mediante rulli vibranti a bassa frequenza e rulli gommati di adeguato peso fino ad ottenere i risultati richiesti. L'operazione di compattazione inizia quando la calce viva si è completamente spenta e si sono conclusi i cosiddetti "effetti di breve termine". Per garantire il completo spegnimento della calce si devono attendere circa 2h dalla fine della miscelazione all'inizio della compattazione. Il peso dei rulli deve essere adeguato allo spessore dello strato da compattare.

Lo strato superficiale della soprastruttura 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.

Infine, la realizzazione delle strade 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.

Per la viabilità esistente (strade provinciali, comunali e poderali), ove fosse necessario ripristinare il pacchetto stradale per garantire la portanza minima o allargare la sezione stradale per adeguarla a quella di progetto, si eseguiranno le modalità costruttive in precedenza previste.

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 del sito stradale;
- nel cambiamento del raggio di alcune curve.

#### 1.7.4 Piazzole di montaggio

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 devono contenere un'area sufficiente a consentire sia lo scarico e 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 piano 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 a mt. 45x80 di forma rettangolare e superficie portante, 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 trami 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, sarà destinata un'area destinata allo stoccaggio delle pale, di dimensioni 81x16 m, che potrà eventualmente solo essere spianata e livellata, ad eccezione di 2 zone di 3x16m che ospiteranno i supporti a sostegno delle pale e che quindi saranno realizzate per avere caratteristiche portanti.

Sarà inoltre necessario realizzare un'area destinata al montaggio del braccio della gru principale e 2 o 3 aree limitrofe di dimensioni approssimative 25 x 10 m che ospiteranno le gru secondarie, 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. Pertanto ciascuna piazzola sarà realizzata secondo il pacchetto stradale descritto nel precedente paragrafo. La morfologia del terreno, prevalentemente pianeggiante, consente di limitare al minimo i movimenti terra. 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.

Al termine dei lavori per l'installazione degli aerogeneratori la piazzola di montaggio sarà ridotta in maniera significativa e limitata ad un'area di 50x30m, necessaria alla manutenzione ed esercizio dell'impianto. La sovrastruttura in misto stabilizzato verrà rimossa nelle aree di montaggio e stoccaggio componenti, nonché nelle aree per l'installazione del braccio della gru principale 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.

## 1.8 Area Cantiere

---

Sarà realizzata un'area delle dimensioni di ca. 100x100m, come area di cantiere per l'installazione di prefabbricati, adibiti a uffici, magazzini, servizi etc.. L'area sarà altresì utilizzata come deposito mezzi ed eventuale stoccaggio di materiali. L'area sarà realizzata secondo le modalità costruttive descritte per la piazzola e sarà ripristinata allo status quo ante al termine delle attività di realizzazione.

## 1.9 Dimensioni Complessive e Stima Movimenti terra di Strade e Piazzole

---

Nel presente paragrafo sono illustrate le dimensioni complessive in termini superficiali delle opere descritte nei precedenti paragrafi, con indicazioni sulla stima di massima dei volumi di terreno interessati dalla realizzazione delle:

- Nuove Strade
- Piazzole di Montaggio e definitive
- Aree temporanee necessarie all'installazione del braccio delle gru principali
- 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 nei brevi periodi necessari alla posa dei cavi.

La tabella sotto riportata mostra le superfici interessate dalla realizzazione delle nuove infrastrutture (per il ripristino della viabilità esistente si veda il paragrafo relativo). Come già spiegato in precedenza gran parte delle opere da realizzare saranno smantellate e le aree verranno riportate allo stato originario già al termine del cantiere. In particolare la tabella evidenzia che saranno rimossi i raccordi stradali, l'area di cantiere, le piazzole per il montaggio della main crane, e buona parte della piazzola di montaggio, risultando un ingombro di 1500 mq per ciascuna piazzola definitiva.



**Tabella 1 - Movimento materie interventi sulla viabilità**

<b>Viabilità</b>				
Tracciati	Intervento di adeguamento (m)	Ex novo (m)	Scavo (m <sup>3</sup> )	Rilevato (m <sup>3</sup> )
T8-T9-T10 - 1	2830	0	0	0
T8-T9-T10 - 2	1400	245	1751	141
T8-T9-T10 - 3	0	200	3206	0
T4-T5-STRADA	0	2620	7002	5432
T6	0	95	3261	0
T7	0	410	2098	283
T1-2-3	2250	250	7227	1743
T2	0	160	231	56
<b>Totali</b>	<b>6480</b>	<b>3980</b>	<b>24776</b>	<b>7655</b>

Complessivamente, per le opere civili (strade/fondazioni/piazzole), si prevede uno scavo di ca. 24.776 m<sup>3</sup>, inclusa la rimozione dello strato vegetale superficiale per uno spessore di 20-30cm, mentre lo scavo per i cavidotti è di ca. 25.531 m<sup>3</sup>.

La tabella precedente riporta i volumi di scavo e riporto per la realizzazione della viabilità di progetto.

Per quel che riguarda le piazzole di montaggio la situazione è illustrata in tabella seguente:

**Tabella 2 – Movimento materie piazzole di montaggio**

<b>Piazzole Montaggio</b>				
Scavo (m <sup>3</sup> )	Riporto (m <sup>3</sup> )	Terreno stoccato durante i lavori (in fregio alle piazzole) (m <sup>3</sup> )	Terreno da riutilizzare per ripristinare lo stato dei luoghi (m <sup>3</sup> )	Terreno per riprofilature dalle piazzole (m <sup>3</sup> )
71584	13909	57675	46221	11454

Trattandosi principalmente di terreno vegetale, potrà essere eventualmente utilizzato per l'inerbimento delle scarpate ed i ripristini ambientali finali.

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, laddove all'occorrenza.



Saranno inoltre utilizzati ca. 25.000 m<sup>3</sup> di materiale proveniente da cava e stabilizzato per la realizzazione della soprastruttura.

Dal momento che l'area delle piazzole di montaggio verrà ridotta drasticamente in fase di esercizio e dunque al termine della fase di costruzione, gran parte della piazzola verrà rinaturalizzata mediante ricoprimento di terreno vegetale proveniente dallo scotico in fase di realizzazione e opportunamente stoccato.

## 1.10 Connessione alla RTN

La soluzione di connessione alla RTN per l'impianto eolico "Piani di Pedina" (cod.201800321) è stata fornita dal Gestore di Rete Terna Spa la quale ha provveduto a rilasciare "benestare al progetto di connessione" con comunicazione del 23/10/2019 Prot. TERNA/P2019 0074060. Il progetto consiste nel collegamento della centrale in antenna a 150 kV sull'ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 380/150 kV RTN denominata "Melfi".

L'impianto eolico oggetto del presente progetto sarà collegato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) mediante la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET) AT/MT nel territorio comunale di Melfi, in prossimità dell'ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV "Melfi" situata in località Masseria Catapaniello e di proprietà Terna SpA.

L'ampliamento della Stazione Elettrica "Melfi" si rende necessaria per consentire l'immissione nella Rete Elettrica Nazionale di proprietà di Terna SpA dell'energia prodotta dai nuovi impianti di produzione da fonti rinnovabili che alcuni Produttori proponenti, nell'ambito del proprio piano di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili nella Regione Basilicata, prevedono di realizzare nel Comune di Melfi (PZ). Per la connessione di tali impianti alla RTN, i Produttori hanno inoltrato istanza all'Ente Gestore (TERNA) ottenendo dallo stesso un'indicazione della soluzione di connessione. Tale soluzione prevede di realizzare la connessione con un collegamento AT alla RTN attraverso l'ampliamento della citata stazione di smistamento a 380/150 kV. Le apparecchiature principali della stazione Terna sono 2 autotrasformatori 400/155 kV di potenza nominale pari a 250MVA. L'ampliamento della stessa prevede la realizzazione di interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

### 1.10.1 Opere di rete

L'impianto di rete per la connessione alla RTN, cioè di competenza del gestore della RTN – Terna Spa, comprende le seguenti opere necessarie alla connessione:

- collegamento AT alla RTN attraverso l'ampliamento della stazione di smistamento a 380/150 kV della RTN, in particolare è prevista la realizzazione di:
  - n° 1 sistema a doppia sbarra;
  - n° 2 stalli linea ;
  - n° 2 stalli primario trasformatore (ATR);
  - n° 1 parallelo sbarre.



La nuova sezione 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- 1° Sezione 150kV
- n° 1 sistema a doppia sbarra;
- n° 7 stalli linea;
- n° 2 stalli secondario trasformatore (ATR);
- n° 1 parallelo sbarre
- n° 1 stallo congiunture con interruttore

I macchinari previsti consistono in: n° 4 ATR 400/155 kV con potenza di 250 MVA (1 futuro).

Ogni montante (stallo) "linea" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure. Ogni montante (stallo) "autotrasformatore" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure. I montanti "parallelo sbarre" e "congiunture con interruttore" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure. Il montante (stallo) "congiunture senza interruttore" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali. Le linee afferenti si atterranno su sostegni portale di altezza massima pari a 21 m mentre l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre di smistamento a 380 kV) sarà di 12 m.

### 1.10.2 Opere di utenza

L'impianto eolico oggetto dell'intervento in esame prevede una breve connessione aerea in alta tensione tra uno stallo AT utente arrivo linea localizzato in un'area condivisa con altri produttori, ed uno stallo AT RTN arrivo linea localizzato all'interno dell'ampliamento della stazione RTN Terna di Melfi. In adiacenza a tale area condivisa è prevista la realizzazione della vera e propria Stazione di trasformazione e consegna AT/MT che ospiterà il trasformatore e tutti gli apparati associati (interruttori, sezionatori, sbarre AT, scaricatori AT ecc...) oltre all'edificio di controllo.

## 1.11 Sottostazione di trasformazione AT/MT

La stazione elettrica di trasformazione AT/MT da realizzare ed a servizio dell'impianto eolico "Piani di Pedina" è costituita da:

- N.1 stalli trasformatore AT/MT;
- N.1 stallo di arrivo linea aerea AT da SE RTN di Melfi;
- N.1 sistema sbarre AT completo di portale sbarre;
- N.1 edificio servizi per le apparecchiature MT e BT;
- Viabilità di accesso alla stazione elettrica e opere di accesso e recinzione.

L'impianto può essere suddiviso in due diverse sezioni, in relazione al livello di tensione che le caratterizza:

Sezione AT

- tensione massima sezione 150 kV/170 kV



- frequenza nominale 50 Hz
- Livello di isolamento:
- Tensione nominale di tenuta :
  - a. frequenza industriale (50 Hz/60 s) 325 kV efficace
  - b. impulso atmosferico (1.2/50  $\mu$ s) 750 kV picco
- Corrente nominale delle sbarre principali 2000 A
- Corrente di breve durata 150 kV 31.5 kA
- Durata nominale di cortocircuito 1 s
- condizioni ambientali limite - 25/+40°C
- salinità di tenuta superficiale degli isolamenti elementi 150 kV 56 kg/m<sup>3</sup>

#### Sezione MT

- Tensione nominale 30 kV
- Tensione massima 36 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Livello di isolamento:
- Tensione nominale di tenuta :
  - c. frequenza industriale (50 Hz/60 s) 70 kV efficace
  - d. impulso atmosferico (1.2/50  $\mu$ s) 145 - 170 kV picco
- Corrente nominale delle sbarre principali 1250 – 1600 A
- Corrente ammissibile di breve durata 12,5 – 20 kA
- Durata nominale di cortocircuito 1 s

Lo stallo di trasformazione AT/MT produttore è costituito dalle seguenti apparecchiature AT:

- n.1 trasformatore AT/MT;
- n.1 terna di scaricatori di sovratensione;
- Modulo compatto AT composto da:
  - n.1 terna di trasformatori di corrente unipolari;
  - n.1 interruttore tripolare;
  - n.1 terna di trasformatori di tensione unipolari;
  - n.1 sezionatore di linea, con terna di lame di messa a terra (dedicato allo stallo trasformatore del produttore)

Lo stallo arrivo linea aerea AT è costituito dalle seguenti apparecchiature AT:

- n. 1 portale a tiro pieno;
- Modulo compatto AT composto da:
  - n.1 terna di trasformatori di corrente unipolari;
  - n.1 interruttore tripolare;
  - n.1 terna di trasformatori di tensione unipolari;
  - n.1 sezionatore di linea, con terna di lame di messa a terra (dedicato allo stallo trasformatore del produttore)



Negli edifici utente saranno collocati i quadri di distribuzione in media tensione, i sistemi di distribuzione per i servizi ausiliari sia in corrente continua che in corrente alternata ed i dispositivi per controlli e misure.

Il quadro misure sarà del tipo a parete costruito in poliestere, contenente un contatore statico a quattro quadranti di classe B. Oltre al contatore, all'interno sarà montato un modem per linea telefonica o GSM, completo di alimentatore.

Il quadro di distribuzione MT dovrà essere di tipo protetto con protezione arco interno, è composto dalle seguenti unità:

- Scomparto partenza trasformatore di potenza AT/MT, con interruttore asportabile e completo di relè a microprocessore per le protezioni max.I (50-51-51N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza;
- Scomparto protezione trasformatore S.A. con interruttore di manovra-sezionatore e fusibili;
- -Cella TV di sbarre;
- Scomparti di arrivo dai parchi eolici, con interruttore asportabile e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-67N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza.

Sono previsti due sistemi di distribuzione per i servizi ausiliari, uno in corrente alternata alla tensione 400/230 V e l'altro in corrente continua alla tensione di 110 V.

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- Trasformatore di distribuzione, 100 kVA, 30/0,4 kV, in olio;
- Quadro di distribuzione 400/230V.

A livello di opere civili verranno realizzate le seguenti opere:

- Recinzione esterna ed interna;
- Strade di circolazione, accesso e piazzali carrabili;
- Costruzione edificio utente;
- Formazioni dei basamenti delle apparecchiature elettriche AT;
- Palo Telecomunicazioni

L'area complessivamente occupata dalla stazione AT/MT avrà dimensioni pari a ca. 90 x 41 m.

La strada di accesso, che permette di raggiungere la SET dalla SP9, sarà bitumata ed occuperà un'area complessivamente di 2400 m<sup>2</sup>.

Per la realizzazione della recinzione sarà necessario eseguire scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico. L'altezza fuori terra della recinzione, rispetto alla parte accessibile dall'esterno, dovrà essere almeno di 2,60 m. L'opera sarà completata inserendo n°1 cancello carrabile e pedonale.

Nella sottostazione elettrica sarà presente n.1 edificio utente suddiviso in più locali tecnici per il contenimento delle apparecchiature MT, BT di stazione.

Per tutti i locali è prevista un'altezza fuori terra massima di 3.20 m come quota finita. Le dimensioni in pianta del fabbricato sono: lunghezza 41 m, profondità 5 m con annesso locale di misura di dimensioni 2.2mx3.2m.

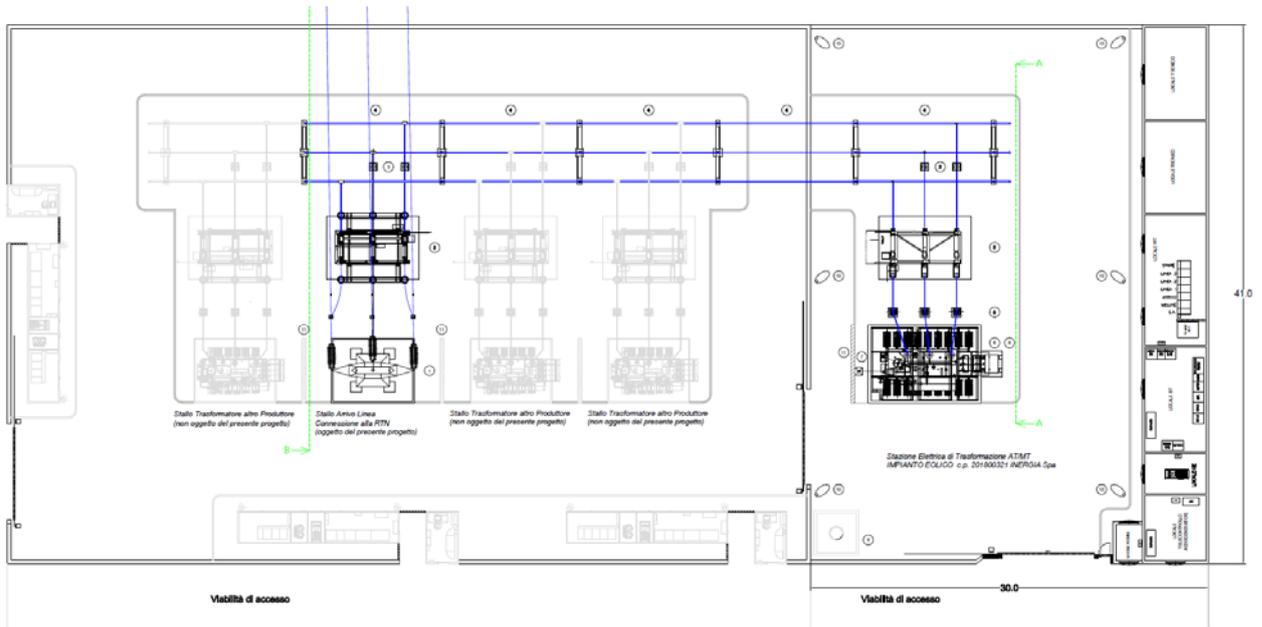


Figura 1 – Opere di connessione lato utente

### 1.11.1 Opere civili Stazione Elettrica

Dovranno essere realizzate le seguenti opere civili:

- Recinzione esterna ed interna;
- Strade di circolazione, accesso e piazzali carrabili;
- Costruzione edificio utente;
- Formazioni dei basamenti delle apparecchiature elettriche AT;
- Palo Telecomunicazioni

L'area complessivamente occupata dalla stazione ha dimensioni pari a ca. 90 x 41 m.

La strada di accesso, che permette di raggiungere la SET dalla SP9, sarà bitumata ed occuperà un'area complessivamente di 2400 m<sup>2</sup>.

Per la realizzazione della recinzione sarà necessario eseguire scavi in sezione ristretta con mezzo meccanico. L'altezza fuori terra della recinzione, rispetto alla parte accessibile dall'esterno, dovrà essere almeno di 2,60 m. L'opera sarà completata inserendo n°1 cancello carrabile e pedonale.

Nella sottostazione elettrica sarà presente n.1 edificio utente suddiviso in più locali tecnici per il contenimento delle apparecchiature MT, BT di stazione.

Per tutti i locali è prevista un'altezza fuori terra massima di 3.20 m come quota finita. Le dimensioni in pianta del fabbricato sono: lunghezza 41 m, profondità 5 m con annesso locale di misura di dimensioni 2.2mx3.2m



### 1.11.2 Conduttori, morse e collegamenti AT

---

Il sistema di sbarre sarà realizzato con conduttori in lega di alluminio in tubo P – Al Mg Si UNI 3569-66. I collegamenti al di sotto delle sbarre saranno di norma realizzate in profilo tubolare, mentre i collegamenti tra le apparecchiature dello stallo saranno realizzati in corda di alluminio.

La morsetteria utilizzata dovrà essere di tipo monometallico in lega di alluminio a profilo antieffluvio con serraggio a bulloni in acciaio inox e dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi, previste con il variare della temperatura. Nell'accoppiamento eventuale alluminio-rame si utilizzerà pasta antiossidante per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

### 1.11.3 Strutture metalliche di sostegno

---

Le strutture metalliche previste sono di tipo tubolare. La zincatura a fuoco verrà eseguita nel rispetto delle indicazioni della norma CEI 7-6 fasc. 239. Qualora durante il montaggio la zincatura fosse asportata o graffiata, si provvederà al ripristino mediante applicazione di vernici zincate a freddo.

### 1.11.4 Impianto di terra

---

L'impianto di terra per la stazione sarà realizzato in accordo alle norme CEI 99-3 e 99-5 prevede un dispersore a maglia costituito da una rete di terra primaria ed una rete di terra secondaria. (Consultare la planimetria e i particolari rete di terra di progetto)

La rete di terra primaria è costituita da:

- Dispersore a maglia interno al perimetro della Sottostazione con lato di magliatura di circa 5 m, in corda di rame nudo CU-ETP UNI 5649-71, di sezione 63 mm<sup>2</sup>; la maglia sarà posata alla profondità di circa 0.6 – 0.8 m dal piano di calpestio (lati interni della maglia)
- Conduttore di messa a terra delle strutture metalliche e relative apparecchiature in corda di rame nudo CU-ETP UNI 5649-71 di sezione 125 mm<sup>2</sup>;
- Morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra;
- Capicorda a compressione diritti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato.

La rete di terra secondaria è la parte esposta ed è costituita da:

- Sagomature delle cime emergenti dalla magliatura interrata, di sezione 125 mm<sup>2</sup>.
- Capicorda a compressione diritti per le cime emergenti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato a caldo;



- Ponti, costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mm<sup>2</sup>, per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto ecc..
- Corda di rame isolata 125 mm<sup>2</sup> per la connessione degli scaricatori AT ai propri contascariche;

## 1.12 Cavidotti

I cavidotti di collegamento alla rete elettrica nazionale in MT attraverseranno il territorio comunale di Venosa, Rapolla e Melfi (PZ).

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata alla Stazione Utente 30/150 kV, con funzione di trasformazione ed immessa nella linea esistente AT in cavo.

I collegamenti tra il parco eolico e la Stazione Utente avverranno tramite linee in MT interrate, esercite a 30 kV, ubicate sfruttando 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 sincrono del tipo a magneti permanenti con potenza nominale pari a 6850 kVA. 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;
- 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):

- Sottocampo 1: 5,5 x3 = 16,5 MW (WTG 1,2,3)
- Sottocampo 2: 5,5 x2 = 11 MW (WTG 4,5)
- Sottocampo 3: 5,5 x2 = 11 MW (WTG 6,7)
- Sottocampo 4: 5,5 x3 = 16,5 MW (WTG 8,9,10)

La rete elettrica per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori sarà realizzata mediante cavi di media tensione a 30 kV con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della rete 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 elettrico 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;
- minimizzare le interferenze con zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minor pregio interessando aree prevalentemente agricole e sfruttando la viabilità esistente.

La rete a 30 kV, di lunghezza totale pari a circa 17,4 Km, sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo ARG7H1R o ARE4H1RX-18/30 kV o equivalente con conduttore in alluminio. Il calcolo delle perdite di tensione nei cavi elettrici è riportato nella tabella seguente.

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 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<sup>2</sup> 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.

**Tabella 3: perdite di tensione nei cavi**

Circuito	Tratto	Potenza	Corrente	Sezione cavo	Lunghezza	Caduta di tensione	Caduta di tensione	Caduta di tensione complessiva
		MW	A	mmq	m	V	%	%
1	1-2	5.5	105.85	120	921	55.38	0.18%	0.18%
	2-3	11	211.70	240	971	58.03	0.19%	0.38%
	3-cabina	16.5	317.54	630	15164	533.77	1.78%	2.16%
2	4-5	5.5	105.85	120	655	39.39	0.13%	0.13%
	5-cabina	11.0	211.70	630	18399	431.76	1.44%	1.57%
3	6-7	5.5	105.85	120	1374	82.62	0.28%	0.28%
	7-cabina	11.0	211.70	630	16772	393.58	1.31%	1.59%
4	8-9	5.5	105.85	120	794	47.75	0.16%	0.16%



9-10	11	211.70	240	2150	128.50	0.43%	0.59%
10-cabina	16.5	317.54	630	21817	767.96	2.56%	3.15%

I cavi verranno posati ad una profondità non inferiore a 130 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 obbligatoria che per una e due terne avrà una larghezza di 50 cm.

La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nel caso di posa lungo strada la sezione tipologica che verrà adottata prevede (sezione tipo A1-A2):

- Eventuale letto di posa in sabbia 0,1 m;
- Rinterro con materiale proveniente dagli scavi per 0.5 m;
- Rinterro con materiale arido per uno spessore di 0.2 m;
- Rinterro con misto granulare 0-30 per uno spessore do 0,2 m;
- Calcestruzzo vibrato per uno spessore di 0,2 m;
- Pacchetto stradale: 7 cm binder e 3 come usura.

Nel caso si posa su viabilità finita a misto granulare la sezione tipologica che verrà adottata prevede (sezione tipo S1-S2):

- Eventuale letto di posa in sabbia 0,1 m;
- Rinterro con materiale proveniente dagli scavi per 0.7 m;
- Rinterro con misto granulare 30-70 per uno spessore do 0,3 m;
- Rinterro con misto granulare 0-30 per uno spessore do 0,2 m.

Nel caso si posa su terreno la sezione tipologica che verrà adottata prevede:

- Eventuale letto di posa in sabbia 0,1 m;
- Rinterro con terreno proveniente dagli scavi.

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 obbligatoria 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/mm<sup>2</sup> 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 essere 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.

## 1.13 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, la "perdita di suolo" sarà molto limitata al loro stato originario; ciò vale anche per il ripristino delle aree utilizzate per lo stoccaggio ed il montaggio degli aerogeneratori.

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 del luogo sede 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.

Il sito dell'intervento presenta, come già rappresentato, un'orografia regolare e, per cui sono esclusi interventi, anche di ripristino, su zone particolarmente acclivi. Per le scarpate (zone in scavo e riporto) sono comunque previste pendenze contenute, in modo da poter intervenire 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.

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

- Piazzola di montaggio (ad eccezione della piazzola definitiva, secondo le dimensioni riportate nel relativo paragrafo);
- Aree per lo stoccaggio dei componenti;
- Aree per l'installazione del braccio della gru principale;
- Allargamenti sugli incroci e svincoli stradali;
- Area di cantiere.



## 2 Dimensionamento dell'impianto

Il sito scelto per l'installazione degli aerogeneratori è un'area situata nel territorio comunale di Venosa.

L'area è caratterizzata da un andamento pressoché pianeggiante, colture principalmente a seminativo e discreta antropizzazione per la presenza di infrastrutture viarie, elettriche e fabbricati legati alle attività agricole della zona.

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

**Tabella 4 - ubicazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto**

Name	D_rotore	H_hub	H_tot	WTG_Type	Coordinate UTM-WGS84 fuso 33		Coordinate GB-Roma 40 fuso est	
					E	N	E	N
WTG 1	162	119	200	Vestas V162	564555	4539454	2584564	4539461
WTG 2	162	119	200	Vestas V162	564014	4539037	2584022	4539044
WTG 3	162	119	200	Vestas V162	564441	4538361	2584449	4538368
WTG 4	162	119	200	Vestas V162	565171	4538961	2585180	4538969
WTG 5	162	119	200	Vestas V162	565263	4538313	2585271	4538320
WTG 6	162	119	200	Vestas V162	565765	4537724	2585773	453773
WTG 7	162	119	200	Vestas V162	565266	4537108	2585274	4537115
WTG 8	162	119	200	Vestas V162	565780	4539563	2585788	4539570
WTG 9	162	119	200	Vestas V162	566417	4539718	2586425	4539725
WTG 10	162	119	200	Vestas V162	566733	4538662	2586742	4538669

L'impianto è costituito da n.10 aerogeneratori di grandi dimensioni della potenza nominale unitaria di 5,6 MW, depotenziati a 5,5 MW, per un totale di 55 MW. L'aerogeneratore ha le seguenti caratteristiche dimensionali:

- Diametro Rotore: 162m
- Altezza mozzo: 119m
- Altezza Totale al tip (punta pala): 200m

Un modello di aerogeneratore tipo con queste caratteristiche dimensionali è la Vestas V162, caratterizzata da una potenza unitaria di 5,6 MW, con possibilità di lavorare "depotenziata", cioè con una potenza inferiore a quella massima, e quindi anche alla potenza di progetto di 4,9MW. Negli studi ambientali e specialistici saranno comunque utilizzati i parametri di detta turbina a piena potenza a favore di sicurezza, pur avendo una potenza nominale superiore a quella di progetto.

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 allegati.

## 2.1.1 Regime di vento del sito e disposizione ed orientamento degli aerogeneratori

La direzione del vento principale caratterizzante il sito è W-NW, così come illustrato nella rosa dei venti rappresentata nella figura sottostante e rilevato dalla campagna anemometrica effettuata.

Gli aerogeneratori sono stati quindi disposti lungo la direttrice NW-SE, 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*

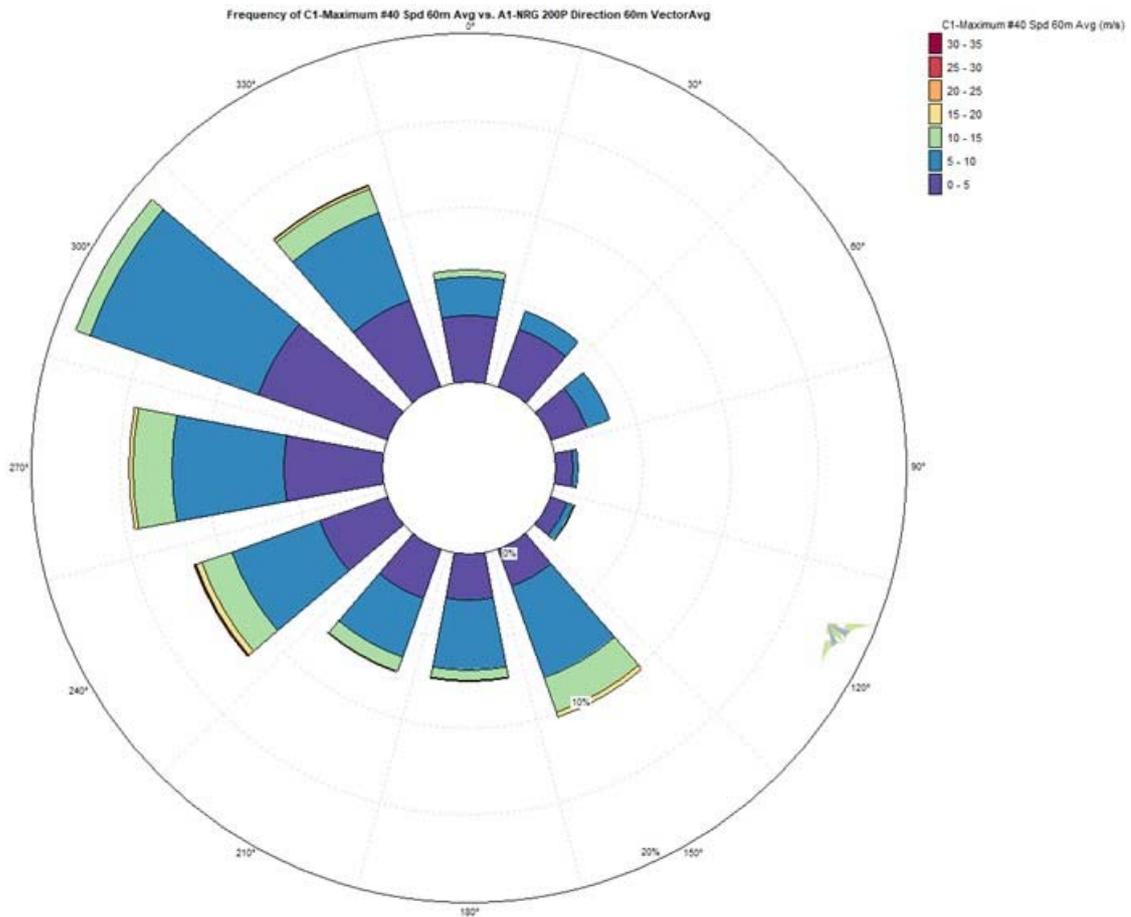


Figura 2 – Distribuzioni di frequenza della direzione di provenienza del vento (rosa dei venti). TDF

In questo caso, trattandosi di configurazione sfalsata la distanza minima considerata tra le file è di 3 volte il diametro. Nella figura sottostante è illustrato il rispetto di tale condizione, così come di quella prevista al punto a), 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 più grande. L'immagine mostra (con cerchi verdi) la distanza di 3D, pari a 486m, a partire dall'estremità delle

pale disposte orizzontalmente di ciascuna turbina, rappresentate dai cerchi di color rosso. E' evidente che detti cerchi non intersecano altri cerchi rossi, ovvero la distanza di 3D così definita è ampiamente rispettata.

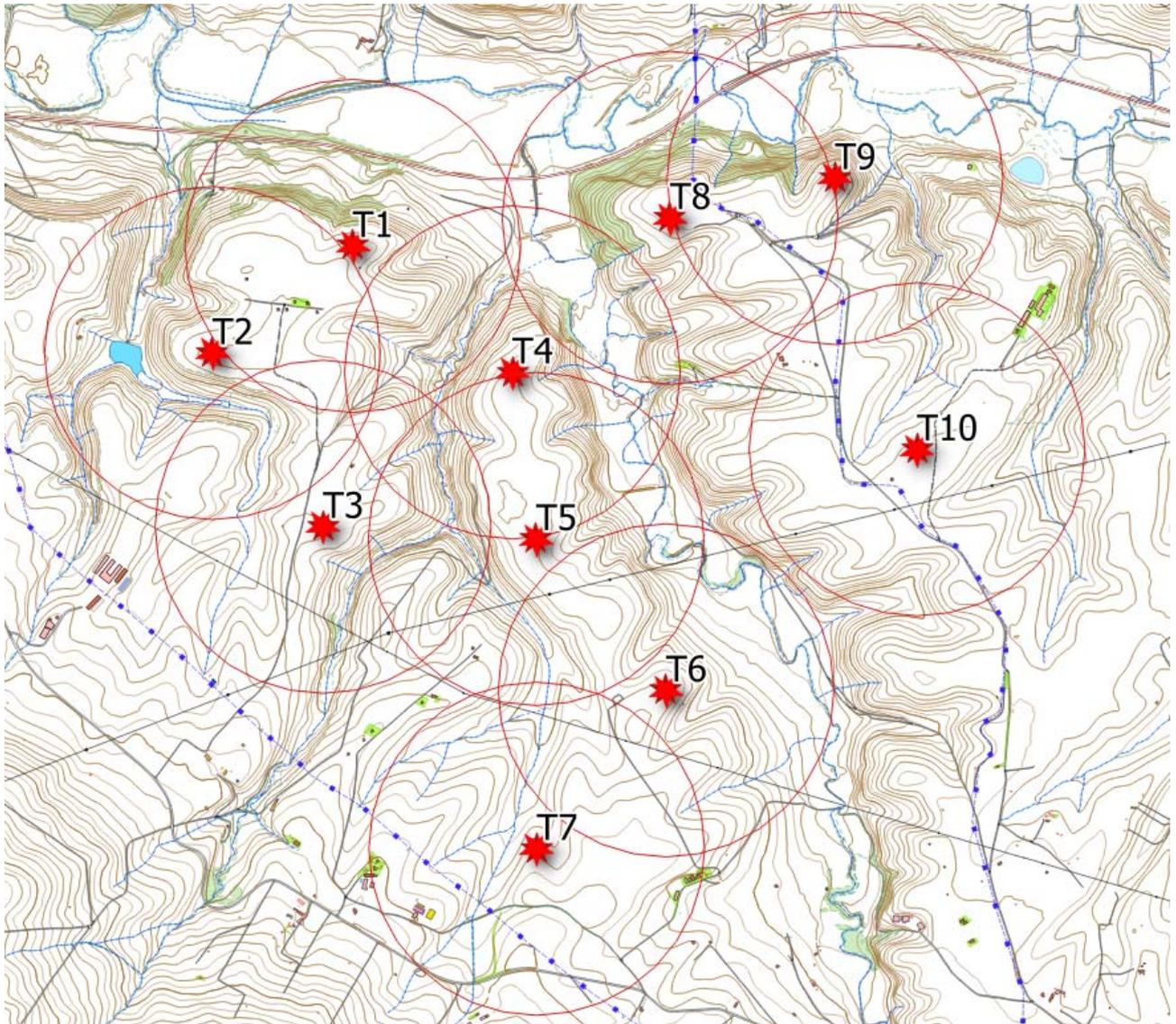


Figura 3 – Verifica 4D

## 2.2 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 precedentemente descritta.

Poiché nella simulazione si è tenuto conto anche della scia delle turbine mediante un opportuno modello di scia, direttamente implementato nel software ..., la produzione calcolata tiene conto già delle perdite aerodinamiche sia interne al parco che esterne (cioè dovute ad altri parchi).



**Tabella 5 - Produzione stimata per il parco in progetto.**

Turbine Type	Hub Height (m)	No. of turbines	Capacity (MW)	Gross AEP (GWh/y)	Average wind speed (m/s)	Wake losses (%)	AEP with wake losses (GWh/y)	Full load hours (hours)	Net AEP (GWh/y)	Net Full load hour (hours)
Enventus V162	119.0	10	55	176.2	5.7	6.3	155.5	2827	149.3	2714

Il dettaglio della produzione per turbina è riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

**Tabella 6 - Produzione netta stimata per il parco in progetto (dettaglio per turbina).**

ID WTG	Velocità Media Vento (m/s)	Perdite di Scia (%)	Energia annua con Perdite di scia (GWh/a)	Ore Equivalenti Lorde (h)	Perdite elettriche (%)	Ore Equivalenti Nette (h)
Turbine1	5.9	5.8	16.3	2967	4%	2849
Turbine2	5.8	3.4	16.3	2960	4%	2842
Turbine3	5.6	4.2	15.7	2853	4%	2739
Turbine4	5.9	10.7	15.3	2790	4%	2679
Turbine5	5.6	9.8	15.0	2725	4%	2616
Turbine6	5.4	8.0	14.7	2677	4%	2570
Turbine7	5.2	2.4	15.1	2741	4%	2632
Turbine8	5.9	5.8	16.2	2940	4%	2822
Turbine10	5.7	6.7	15.2	2770	4%	2660
Turbine9	5.8	6.4	15.6	2844	4%	2731
<b>Totale Impianto</b>	<b>5.7</b>	<b>6.3</b>	<b>155.5</b>	<b>2827</b>	<b>4%</b>	<b>2714</b>

Per determinare la produzione netta è necessario tenere conto delle perdite elettriche del parco, che sono stimate pari al 4% del totale dell'energia prodotta. Considerando tali perdite la produzione netta è calcolabile in 149.3 GWh/anno corrispondenti ad oltre 2710 ore equivalenti (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

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:

1. Velocità media annua del vento a 25 m dal suolo non inferiore a 4 m/s;
2. Ore equivalenti di funzionamento dell'aerogeneratore non inferiori a 2.000 ore;
3. Densità volumetrica di energia annua unitaria non inferiore a 0,15 kWh/(anno-mc), (così come modificato dalla LR. 4/2014) come riportato nella formula seguente.

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

Dove:

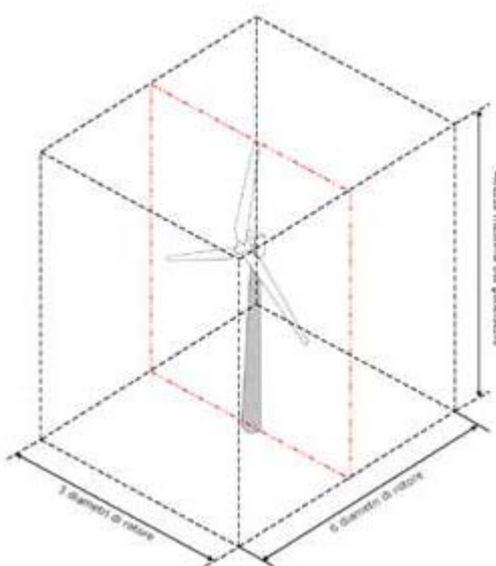
- E = energia prodotta dalla turbina (espressa in kWh/anno); D = diametro del rotore (espresso in metri);
- H = altezza totale dell'aerogeneratore (espressa in metri), somma del raggio del rotore e dell'altezza da terra del mozzo;
- d) Numero massimo di aerogeneratori: 30 (10 nelle aree di valore naturalistico,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





Il punto d) è evidentemente soddisfatto, dato che il progetto prevede l'installazione di 6 WTG. Anche gli altri punti sono soddisfatti come di seguito illustrato:

- a) Pur non essendo disponibili rilievi della velocità a 25m, come si evince dalle risultanze della relazione anemologica, il profilo verticale della velocità del vento stimato sui due anemometri TDF garantisce, mediante estrapolazione con curva di potenza  $\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^\alpha$  una velocità a 25 m, al di sopra di 5 m/s, e quindi ben al di sopra di quanto indicato come requisito minimo.
- b) La producibilità al netto delle perdite è 149.3 GWh/anno corrispondenti ad oltre 2710 ore equivalenti, considerando una potenza nominale di 55 MW, ben al di sopra delle 2000 ore richieste.
- c) Come si può evincere dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** il rispetto della densità volumetrica è soddisfatto sia dall'intero impianto che dalla singola turbina.

**Tabella 7 - Verifica parametro Ev (PIEAR Basilicata)**

ID WTG	Velocità Media Vento (m/s)	Perdite di Scia (%)	Energia annua con Perdite di scia (GWh/a)	Ore Equivalenti Lorde (h)	Perdite elettriche (%)	Ore Equivalenti Nette (h)	Densità Volumetrica Ev (kWh/anno/m <sup>3</sup> )
Turbine1	5.9	5.8	16.3	2967	4%	2849	0.166
Turbine2	5.8	3.4	16.3	2960	4%	2842	0.165
Turbine3	5.6	4.2	15.7	2853	4%	2739	0.159
Turbine4	5.9	10.7	15.3	2790	4%	2679	0.156
Turbine5	5.6	9.8	15.0	2725	4%	2616	0.152
Turbine6	5.4	8.0	14.7	2677	4%	2570	0.150
Turbine7	5.2	2.4	15.1	2741	4%	2632	0.153
Turbine8	5.9	5.8	16.2	2940	4%	2822	0.164
Turbine10	5.7	6.7	15.2	2770	4%	2660	0.155
Turbine9	5.8	6.4	15.6	2844	4%	2731	0.159
<b>Totale Impianto</b>	<b>5.7</b>	<b>6.3</b>	<b>155.5</b>	<b>2827</b>	<b>4%</b>	<b>2714</b>	<b>0.158</b>

L'impianto in progetto soddisfa dunque tutti i requisiti tecnici minimi richiesti dal PEAR della Regione Basilicata.



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, sulla base di quanto scritto al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

In relazione al punto:

*c) I sensori di rilevazione della velocità del vento devono essere corredati da certificato di calibrazione non antecedente a 3 anni dalla data di fine del periodo di acquisizione.*

Si riportano nell'Allegato 1 della Relazione Anemologica allegata al progetto tutti i certificati di calibrazione dei sensori utilizzati durante le campagne di misura, comprensivi di errore standard.

Negli allegati 2 e 3 della medesima relazione sono riportati rispettivamente il Report di installazione della ditta fornitrice della Stazione Anemometrica e la Corrispondenza con il Comune a certificare l'avvenuta installazione della stazione stessa (punto d del paragrafo 1.2.1.5).

## 2.3 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 30kV saranno in alluminio di tipo unipolare e/o unipolare avvolto ad elica del tipo (AIRBAG) ARE4H5E, ARE4H5EX o similari, direttamente interrati (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 8: perdite di tensione nei cavi

Circuito	Tratto	Potenza	Corrente	Sezione cavo	Lunghezza	Caduta di tensione	Caduta di tensione	Caduta di tensione complessiva
		MW	A	mmq	m	V	%	%
1	1-2	5.5	105.85	120	921	55.38	0.18%	0.18%
	2-3	11	211.70	240	971	58.03	0.19%	0.38%
	3-cabina	16.5	317.54	630	15164	533.77	1.78%	2.16%
2	4-5	5.5	105.85	120	655	39.39	0.13%	0.13%
	5-cabina	11.0	211.70	630	18399	431.76	1.44%	1.57%



3	6-7	5.5	105.85	120	1374	82.62	0.28%	0.28%
	7-cabina	11.0	211.70	630	16772	393.58	1.31%	1.59%
4	8-9	5.5	105.85	120	794	47.75	0.16%	0.16%
	9-10	11	211.70	240	2150	128.50	0.43%	0.59%
	10-cabina	16.5	317.54	630	21817	767.96	2.56%	3.15%

## 2.4 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.

### 2.4.1 Individuazione delle strutture da proteggere

Le strutture da installare all'interno dell'impianto eolico di "Piani di Pedina" consistono in:

- gli aerogeneratori comprendenti al loro interno tutte le apparecchiature elettriche
- la sottostazione di trasformazione AT/MT (SSE AT/MT)

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.

### 2.4.2 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 <sub>A</sub>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub>	R <sub>M</sub>	R <sub>U</sub>	R <sub>V</sub>	R <sub>W</sub>	R <sub>Z</sub>
Componente di rischio								
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R1	X	X	X <sup>(1)</sup>	X <sup>(1)</sup>	X	X	X <sup>(1)</sup>	X <sup>(1)</sup>
R2		X	X	X		X	X	X
R3		X				X		
R4	X <sup>(2)</sup>	X	X	X	X <sup>(2)</sup>	X	X	X

<sup>(1)</sup> 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

<sup>(2)</sup> 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

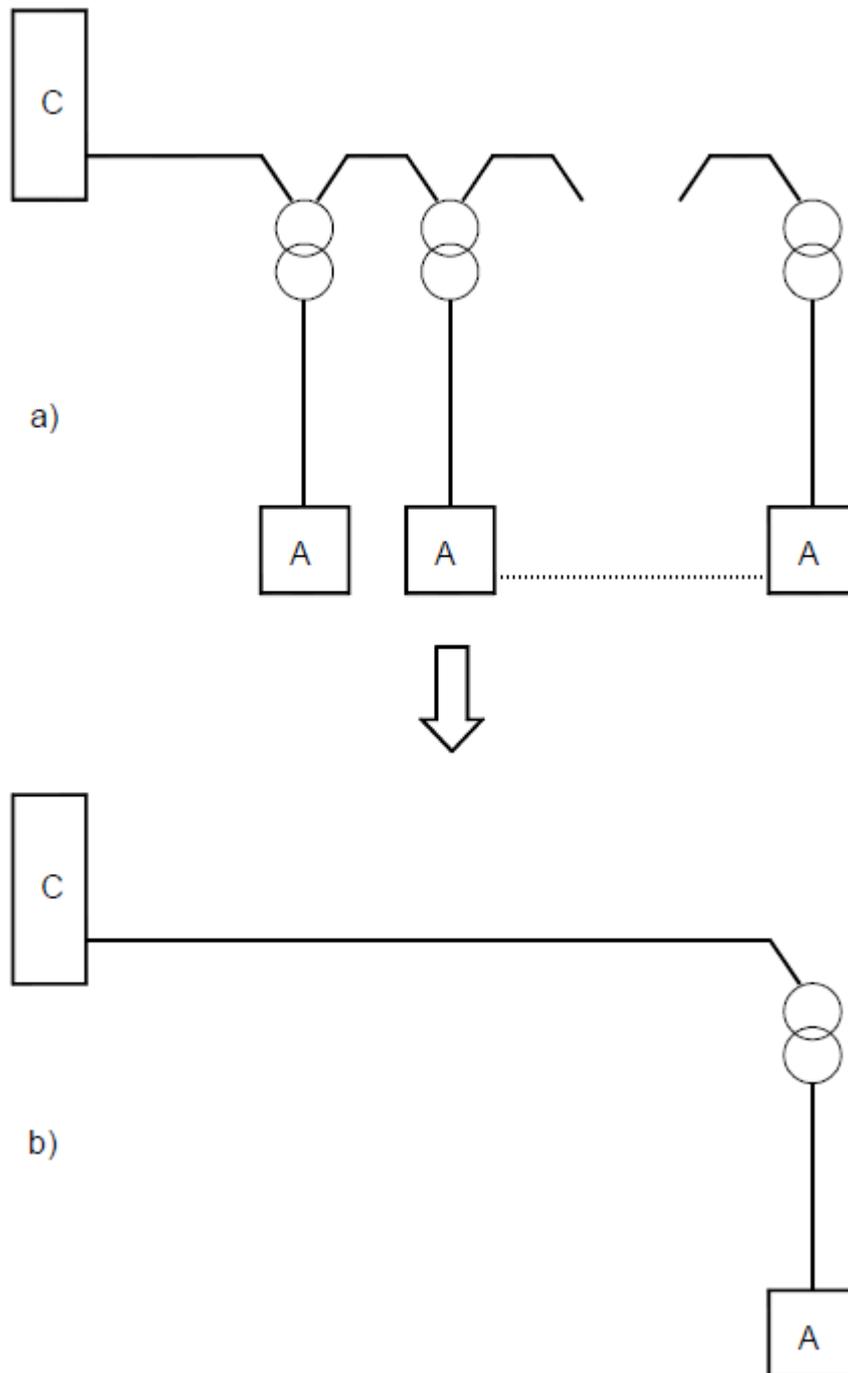


Individuazione delle strutture da proteggere e delle linee ad esse collegate

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, di lunghezza pari a 24700 m, ossia alla massima lunghezza del sottocampo 4;
- 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, trattandosi di linee con tensione nominale di 30 kV, 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).

Le dimensioni delle strutture considerate sono le seguenti:

- Aerogeneratori: lunghezza 30m; larghezza 30m, altezza 200 m.;
- SET: lunghezza 50m; larghezza 35m, altezza 8m.

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.

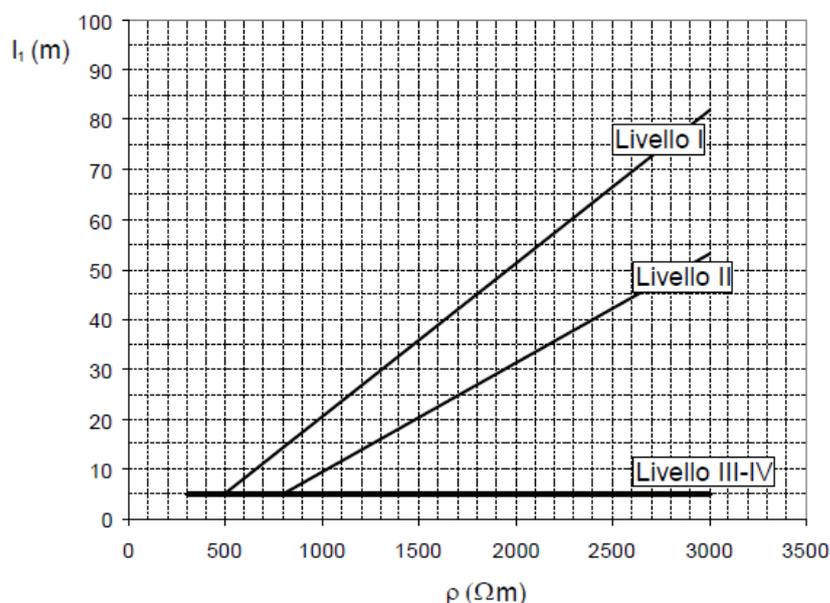
## 2.5 Verifica del dispersore dell' aerogeneratore ai fini della protezione contro i fulmini

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  $I_1 = 5 m$ .



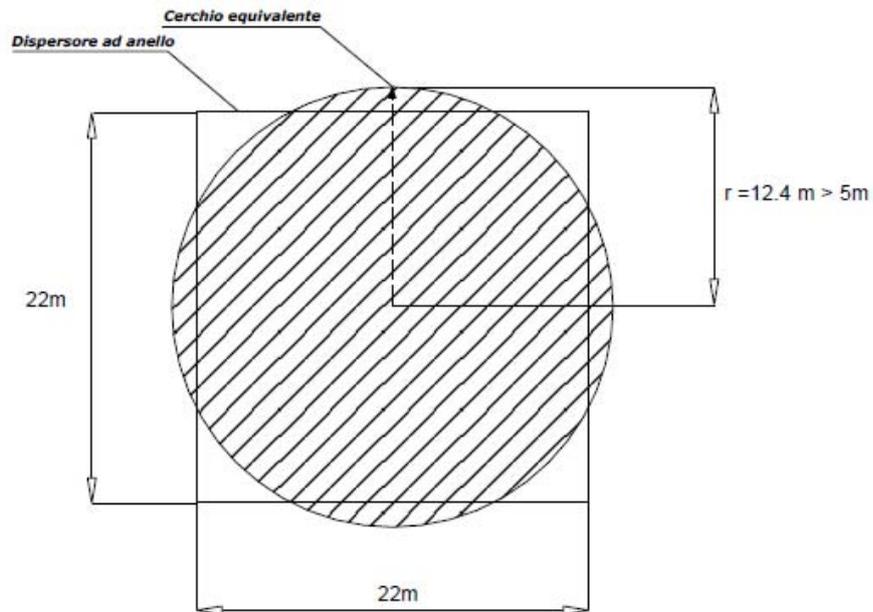
Lunghezza minima degli elementi del dispersore in funzione dei livelli di protezione (il III e IV sono indipendenti dalla resistività del suolo)

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