

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO E
DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 56 MW

REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA di
BRINDISI



COMUNE di
FRANCAVILLA FONTANA



Località "Masseria Vizzo"

Scala:

Formato Stampa:

A4

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE

PR. 14

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICO

Progettazione:



R.S.V. Design Studio S.r.l.
Piazza Carmine, 5 | 84077 Torre Orsaia (SA)
P.IVA 05885970656
Tel./fax:+39 0974 985490 | e-mail: info@rsv-ds.it

Legale Rappresentante:

Geom. Savino Leonzio

R.S.V. Design Studio S.r.l.
Piazza Carmine 5/a
84077 - Torre Orsaia (SA)
P. IVA : 05885970656
PEC : rsv.sd@pec.it

Committenza:



ITW FRANCAVILLA S.r.l.
Via del Gallitello, 89
85100 Potenza (PZ)
P.IVA 02082790763

Responsabili Progetto:

Ing. Vassalli Quirino



Ing. Speranza Carmine Antonio



Catalogazione Elaborato

ITW_FVF_PR14_RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICO.doc

ITW_FVF_PR14_RELAZIONE TECNICA IMPIANTO EOLICOI.pdf

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Agosto 2021	Prima emissione	FS	QV/IAS	RSV

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

SOMMARIO

INTRODUZIONE	3
DESCRIZIONE DEI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI CON LA RELATIVA ILLUSTRAZIONE ANCHE SOTTO IL PROFILO ARCHITETTONICO	3
A DESCRIZIONE ELEMENTI PROGETTUALI DEL PARCO EOLICO	3
I. Aerogeneratori	4
II. Fondazioni degli aerogeneratori.....	7
III. Piazzole di montaggio degli aerogeneratori	8
IV. Strade	9
B INFRASTRUTTURE ELETTRICHE	10
C MODALITA' DI POSA	11
I. Modalità di posa dei cavi MT	11
II. Modalità di posa dei conduttori di terra	14
III. Modalità di posa della fibra ottica	14
D COESISTENZA TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE	15
I. Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici	15
II. Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.....	15
III. Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione	15
IV. Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrate.....	16
E STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV.....	17
I. Descrizione della stazione.....	17
II. Descrizione dell'impianto	17
III. Opere civili stazione elettrica	18
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	20
A SITO DI INSTALLAZIONE E POTENZA TOTALE IMPIANTO.....	20
B REGIME DI VENTO DEL SITO	22
C PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA	24
D PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO AL NETTO DELLE PERDITE.....	24
E POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI	26

❏ ❏ _____ ❏ ❏

CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO
FULMINI, CON L'INDIVIDUAZIONE E LA CLASSIFICAZIONE DEL VOLUME DA
PROTEGGERE 26

 |A| SISTEMA DI PROTEZIONE DA FULMINAZIONI (LPS) DEGLI AEROGENERATORI ..27

 |B| SISTEMA DI PROTEZIONE DA FULMINAZIONE ESTERNA 27

 |C| PROTEZIONE INTERNA DA FULMINAZIONE/PROTEZIONE DEI COMPONENTI
 ELETTRICI 29

CONCLUSIONI 29

✠ . . . ✠ . . . _____ . . . ✠ . . . ✠

INTRODUZIONE

La presente relazione descrive i componenti dell'impianto eolico, motivando le soluzioni adottate, e ne individua e descrive il funzionamento complessivo; inoltre presenta gli esiti dello studio di fattibilità riferito all'impianto eolico proposto dalla ITW Francavilla Srl ed ubicato in agro del comune di Francavilla Fontana (BR).

Il progetto di parco eolico riporta l'installazione di 10 aerogeneratori aventi potenza massima unitaria pari a circa 5'600 kW cadauno. La potenza massima nominale di impianto installata è pari approssimativamente a 56MW.

Gli aerogeneratori verranno collegati in serie fra loro e poi direttamente alla stazione utente 30/150 kV, grazie ad un elettrodotto in MT a 30 kV. Da qui l'energia risultante sarà trasportata, con collegamento in antenna, alla sezione 150 kV della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) al fine di consentire l'immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale.

DESCRIZIONE DEI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI CON LA RELATIVA ILLUSTRAZIONE ANCHE SOTTO IL PROFILO ARCHITETTONICO

/A/ DESCRIZIONE ELEMENTI PROGETTUALI DEL PARCO EOLICO

L'impianto eolico si contraddistingue, dal punto di vista impiantistico, da una struttura abbastanza semplice. Infatti esso è composto da:

- ☞ 10 aerogeneratori completi delle relative torri di sostegno di potenza nominale pari a max. 5,6 MW circa;
- ☞ Impianto elettrico costituito da:
 - Una rete in *elettrodotto interrato* costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e da questi ultimi alla stazione di trasformazione 30/150 kV;
 - Una *stazione di trasformazione 30/150 kV* completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

- Un *elettrodotto a 150 kV* di collegamento dalla stazione di trasformazione alla Stazione Elettrica di Terna SpA, per la connessione del parco eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).
- ☞ Opere civili di servizio, costituite principalmente dalla struttura di fondazione degli aerogeneratori, dalle opere di viabilità e cantierizzazione e dai cavidotti.

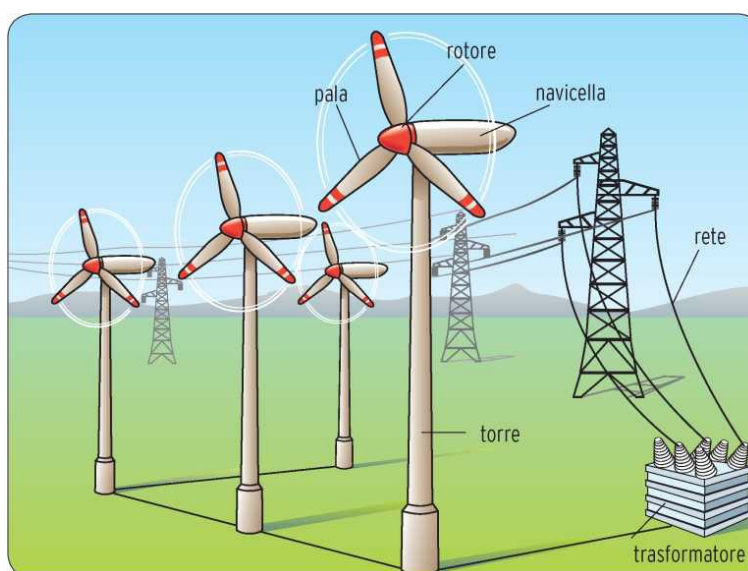


Figura 1 - Schematizzazione parco eolico

I. Aerogeneratori

Gli aerogeneratori sono del tipo ad asse orizzontale, con tre pale, regolazione del passo e sistema di regolazione tale da riuscire a funzionare a velocità variabile ed ottimizzare costantemente l'angolo di incidenza tra pala e vento.

Il sistema di controllo in questione permette non solo di migliorare la produzione di energia elettrica, ma anche di contenere il livello di rumorosità entro valori assolutamente accettabili e ben inferiori dei limiti fissati dalla normativa in vigore.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche degli aerogeneratori (meglio specificate nelle tavole allegate):

- un corpo centrale (*navicella*), costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro e resina epossidica), vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. La navicella contiene al suo interno l'albero, unito al mozzo delle pale, che trasmette la potenza intercettata dalle pale al generatore, anch'esso installato all'interno della navicella, attraverso un moltiplicatore di giri. L'accesso alla

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

navicella avviene tramite una scala metallica installata nella torre e un passo d'uomo posto in prossimità del cuscinetto a strisciamento.

- un *mozzo (hub)*, cui sono collegate le 3 pale in materiale composito, formato da fibre di vetro in matrice epossidica, costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo.
- la *torre di sostegno tubolare* in acciaio sulla cui testa è montata la navicella. La torre è costituita da diversi tronconi (a seconda dell'altezza al mozzo dell'aerogeneratore che si prevede di installare) di forma tronco-conica, tra loro flangiati e imbullonati. La torre è ancorata al terreno a mezzo di idonee fondazioni provviste di pali interrati o di tipo diretto di sostegno, come mostrato nelle tavole allegate e descritto nei paragrafi a seguito.

L'energia cinetica del vento, accumulata dalle pale rotoriche, viene utilizzata per mantenere in rotazione l'albero principale, su cui il rotore è calettato. Quindi mediante il moltiplicatore di giri, l'energia cinetica dell'albero principale viene trasmessa al generatore e trasformata in energia elettrica. Il sistema di controllo dell'aerogeneratore misura in modo continuo la velocità e la direzione del vento, nonché i parametri elettrici e meccanici dell'aerogeneratore. La regolazione della potenza prodotta avviene mediante variazione del passo delle pale.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore misura in modo continuo la velocità e la direzione del vento, nonché i parametri elettrici e meccanici dell'aerogeneratore. La regolazione della potenza prodotta avviene tramite variazione del passo delle pale.

Il sistema di controllo garantisce inoltre l'allineamento della gondola alla direzione prevalente della velocità del vento, variando l'angolo di rotazione della gondola sul piano orizzontale mediante opportuni motori elettrici.

La fermata dell'aerogeneratore, normale o di emergenza, avviene grazie alla rotazione del passo delle pale.

Appositi serbatoi d'olio in pressione assicurano l'energia idraulica necessaria a ruotare il passo delle pale anche in condizioni di emergenza (mancanza di alimentazione elettrica).

La fermata dell'aerogeneratore per motivi di sicurezza avviene ogni volta che la velocità del vento supera i 25 m/s. A rotore fermo un ulteriore freno sull'albero principale ne consente il blocco in posizione di "parcheggio".

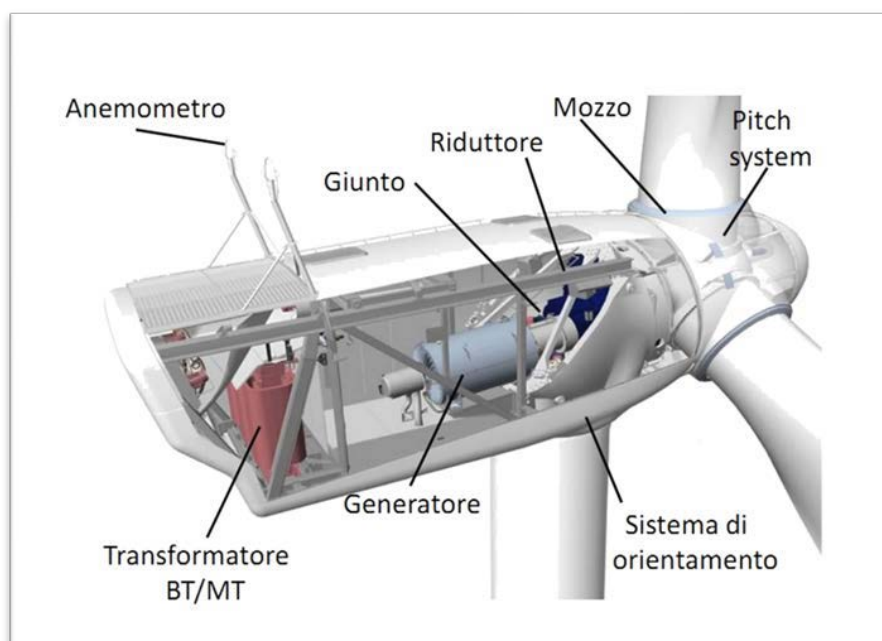
A rotore fermo un ulteriore freno sull'albero principale ne assicura il blocco in posizione di "parcheggio".

□ . . . □ . . . □ . . . □ . . . □

A protezione della macchina contro i fulmini è garantita da captatori metallici posti sulla punta di ciascuna pala, collegati a terra mediante la struttura di sostegno dell'aerogeneratore.

Le caratteristiche tecniche degli aerogeneratori sono le seguenti:

Potenza nominale	5,6 MW max.
Diametro rotorico	150 m
Altezza torre	105 m
Tipo di torre	Tubolare
Numero di pale	3
Velocità di rotazione nominale	Compresa tra 4.9 e 12.6 rpm
Velocità di attivazione-bloccaggio	3 - 25 m/s
Sistema di controllo	Pitch (inclinazione regolata a velocità variabile)
Tipo di generatore elettrico	A magneti permanenti
Tensione nominale	660 V
Frequenza	50/60 Hz
Livello di potenza sonora	≤ 104 dB(A)



□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

II. Fondazioni degli aerogeneratori

Tutte le opere di fondazione saranno progettate in funzione della tipologia del terreno in sito, opportunamente indagato tramite indagine geognostica, geologica e idrogeologica, nonché del grado di sismicità (zona 2 in accordo alla classificazione definita dall'OPCM n.3274 del 20/3/2003).

La fattibilità geologica e geotecnica delle opere previste è stata accertata attraverso uno "Studio di compatibilità geologica e geotecnica" basato su una serie di sondaggi geognostici svolti in sito.

Lo studio è allegato alla relazione A2 del Progetto Definitivo.

Sulla base delle risultanze di tale studio, si prevede per gli aerogeneratori una fondazione di tipo indiretto su pali di fondazione.

A causa dei carichi rilevanti che andranno ad agire sulle fondazioni (carichi statici e dinamici, momenti alla base etc.), al fine di assicurare buoni valori di portanza del terreno, è prevista l'esecuzione di opere di consolidamento del terreno stesso mediante palificazione.

Le palificazioni saranno collaboranti con fondazioni "indirette", ovvero blocchi di fondazioni che si attesteranno sulle pianificazioni stesse.

La tipologia, il numero ed il posizionamento dei pali dovrà essere stabilito a seguito delle indagini geotecniche e geognostiche.

Orientativamente, si prevede l'esecuzione di pali di fondazione di tipo "trivellato", armati e gettati in opera: il diametro stimato di ogni palo è previsto pari a $1,0 \div 1,2 m$, la lunghezza potrà oscillare intorno ai $15 \div 25 m$ e comunque dovrà garantire il loro appoggio su terreni rocciosi consolidati sottostanti e conseguentemente adeguati ai valori di portanza.

Le fondazioni avranno una base circolare ed armatura in ferro, saranno completamente interrato sotto il terreno di riporto, lasciando sporgenti in superficie solo i "dadi" tondi di appoggio nei quali verrà inghisata la virola di fondazione.

Nella fondazione sarà inghisata una serie di "conduit" in plastica, opportunamente sagomati e posizionati, che dal bordo della fondazione stessa fuoriusciranno all'interno del palo metallico che vi sarà successivamente posato; nei conduit plastici saranno infilati i cavi elettrici di comando e controllo di interconnessione delle apparecchiature (tra aerogeneratori e quadri elettrici di controllo/trasformatori elevatori) e per i collegamenti di messa a terra.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Attorno ad ogni opera di fondazione verrà installata una maglia di terra in rame, o materiale equivalente buon conduttore, appositamente dimensionata.

La maglia in questione sarà idonea a disperdere nel terreno e a mantenere le tensioni di "passo" e di "contatto" entro i valori prescritti dalle normative, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute ad eventi meteorici (fulmini).

Alla maglia verranno interconnesse tutte le masse metalliche che costituiranno l'impianto (apparecchiature esterne e tutte le masse metalliche che costituiranno le armature metalliche delle fondazioni).

Alla stessa rete di terra sarà collegato quindi il sistema di dispersione delle scariche atmosferiche.

Dopo aver eseguito le opere di fondazione, le aree interessate dai lavori saranno risistemate realizzando il livellamento del terreno intorno alle fondazioni con materiali idonei compattati (tessuto non tessuto e misto granulometrico di idoneo spessore) e realizzando nell'attorno dell'aerogeneratore una piazzola per l'accesso e la manutenzione periodica delle macchine.

La piazzola verrà collegata con le strade locali mediante una bretellina di accesso alla stessa.

Le aree esterne alla strada e alla piazzola di accesso e di manutenzione ordinaria saranno, allo stesso modo, livellate e ripristinate allo stato precedente le opere di fondazione usufruendo del terreno di scotico asportato prima.

III. Piazzole di montaggio degli aerogeneratori

Le piazzole di montaggio degli aerogeneratori sono opere temporanee che saranno realizzate allo scopo di consentire i montaggi meccanici degli aerogeneratori con gru.

Si tratta di superfici piane di opportune dimensioni predisposte al fine di consentire il lavoro dei mezzi di sollevamento.

A montaggio ultimato, la superficie delle piazzole verrà ripristinata come era precedentemente, nella situazione "ante operam", prevedendo il riporto di terreno vegetale e consentendo la semina e l'eventuale piantumazione laddove questa fosse presente.

Solamente un'area limitata attorno alle macchine verrà mantenuta piana e sgombra in modo da permettere le operazioni di servizio quali controllo e/o manutenzione degli aerogeneratori.

✠ . . . ✠ . . . _____ . . . ✠ . . . ✠

IV. Strade

Relativamente alla viabilità interna dell'impianto eolico, si prevede la realizzazione di strade nuove e/o adeguamento di quelle esistenti per renderle idonee alle esigenze di trasporto e montaggio.

L'intervento comprende il massimo utilizzo della viabilità locale presente, composta da strade comunali, vicinali e interpoderali già utilizzate sul territorio per i collegamenti tra le varie particelle catastali di diversa proprietà.

La viabilità da realizzare ex-novo consiste in una serie limitata di brevi tratti di strade di misura strettamente necessaria al fine di raggiungere agevolmente tutti i siti ove installare gli aerogeneratori. Queste avranno una larghezza massima di 5 m e verranno realizzate attenendosi all'andamento topografico del sito, minimizzando eventuali movimenti di terra ed utilizzando come sottofondo materiale calcareo pietroso, rifinendole con doppio strato di pietrisco (tout-venant di cava o altro materiale idoneo).

Sulle strade presenti verranno svolte prove di portanza al fine di stabilire l'idoneità al transito dei mezzi d'opera ed ai mezzi di trasporto delle apparecchiature. Laddove queste non si considerassero idonee al transito dei mezzi di trasporto e sollevamento apparecchiature, si svolgeranno interventi di consolidamento e di adeguamento del fondo stradale, di allargamento delle curve, di abbattimento temporaneo ed il ripristino di qualche palizzata e/o recinzione in filo spinato (laddove e se esistenti), la modifica di qualche argine stradale esistente etc.

Questi interventi saranno progettati in maniera tale da apportare un miglioramento dello stato attuale delle strade. Gli interventi temporanei quali allargamenti di curve o abbattimenti di recinzioni utili al transito dei mezzi di trasporto d'opera saranno ripristinati come "ante operam".

La viabilità di servizio di nuova costruzione verrà posta in essere solo con materiali drenanti. Non è prevista la finitura con pavimentazione stradale bituminosa. Sagome e pendenze delle strade saranno "adattate" e livellate per permettere il transito dei mezzi di trasporto, senza peraltro modificarne posizione e dimensione rispetto a quelle attuali. Il materiale stabilizzato indispensabile per l'adeguamento delle strade (se idoneo) verrà ricavato in parte dal terreno rimosso negli scavi per la realizzazione dei plinti di sostegno degli aerogeneratori e non riutilizzato per la ricopertura dei plinti stessi, il rimanente sarà approvvigionato da idonei fornitori localizzati nelle immediate vicinanze all'impianto (tout-venant stabilizzato da impianti di cava etc.).

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

I tratti stradali originariamente asfaltati, se interessati dai lavori e/o deteriorati durante le fasi di trasporto delle apparecchiature e dei materiali da costruzione e realizzazione delle opere, verranno ripristinati a lavori completati con finitura in asfalto.

/B/ INFRASTRUTTURE ELETTRICHE

Le parti fondamentali che compongono l'impianto elettrico sono:

- ☞ le unità di produzione di energia elettrica (*aerogeneratori*), descritti al precedente paragrafo;
- ☞ i collegamenti in *cavo elettrico interrato* degli aerogeneratori alla stazione 30/150kV;
- ☞ la *stazione elettrica di trasformazione* 30/150kV;
- ☞ il *collegamento*, a 150 kV, di suddetta stazione di trasformazione alla Stazione Elettrica 150/380 kV di Terna, per la connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Opere elettriche di collegamento tra gli aerogeneratori

L'impianto eolico da realizzare in agro del comune di Francavilla Fontana (BR) è composto da 10 aerogeneratori, ognuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase doppiamente alimentato ($V = 660 \text{ V}$, $P_{\max} = 5'600 \text{ kW}$) collegato al rispettivo trasformatore MT/BT di macchina. I quattordici gruppi di generazione vengono tra loro connessi mediante una linea in media tensione a 30 kV, posta in essere in cavo con collegamento di tipo "entra-esce". L'energia prodotta dalle turbine viene poi convogliata, mediante cavidotto in MT, alla stazione elettrica d'impianto nella quale è presente il trasformatore MT/AT per il successivo collegamento in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SSE) di trasformazione a 380/150 kV della RTN " "Erchie 380 - Taranto N2" " .

Gli aerogeneratori verranno inseriti su elettrodotti (dorsali) composti da cavi interrati a 30kV, che si svilupperanno dentro l'area di impianto. Il percorso di ogni dorsale è stato studiato in modo da sfruttare soltanto il percorso di strade e tratturi esistenti e le nuove strade di accesso agli aerogeneratori, non attraversando in nessun punto i terreni agricoli. Le dorsali 30 kV si svilupperanno all'interno del comune di Francavilla Fontana (BR).

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Descrizione del tracciato

Il tracciato dell'elettrodotto in oggetto è stato oggetto di studio secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, confrontando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Il tracciato in questione avrà una lunghezza totale circa 9 km (considerando il solo cavidotto esterno), ricadente nel comune di Francavilla Fontana (BR).

Durante la fase di definizione dell'opera sono stati adottati i criteri progettuali che seguono:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare dei predefiniti limiti di convenienza tecnico economica;
- evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

| C | MODALITA' DI POSA

Le linee elettriche ed in fibra ottica verranno posate in cavidotti direttamente interrati o, all'occorrenza, posate dentro a dei tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato negli allegati elaborati cartografici.

I cavidotti in funzione della quantità e tipologia dei cavi, assumeranno la configurazione riportata nelle sezioni tipiche riportate nello stesso documento.

I. Modalità di posa dei cavi MT

Posa dei cavi direttamente interrati

I cavi elettrici, rispetto ai piani finiti di strade o piazzali o alla quota del piano di campagna, verranno posti negli scavi alla profondità di circa 1,2 m.

I cavi saranno ubicati direttamente dentro di uno strato di materiale sabbioso (pezzatura massima: 5 mm) di circa 30 cm, su cui saranno posti i tegoli o le lastre copricavo. Un nastro segnalatore verrà immerso nel restante volume dello scavo riempito con materiale arido.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

La posa dei conduttori si svilupperà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- ☞ scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicato nel documento;
- ☞ posa dei conduttori e fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento;
- ☞ reinterro parziale con sabbia vagliata;
- ☞ posa dei tegoli protettivi;
- ☞ reinterro con terreno di scavo;
- ☞ inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Nella posa dei medesimi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari, per l'esecuzione delle opere in base alla regola dell'arte, di seguito indicati:

- ☞ Tracciato delle linee: il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti;
- ☞ Posa diretta in tubazioni: i cavi saranno posizionati all'interno di tubi protettivi flessibili (tubi corrugati).

La posa del cavo deve essere anticipata dall'ispezione visiva delle tubazioni e dall'eventuale pulizia interna. L'imbocco delle tubazioni deve essere dotato di dispositivo adatto volto ad evitare lesioni del cavo. Nelle tratte di canalizzazione comprensive di curve di tubo posato in sabbia, la tesatura del cavo deve essere posta in essere con modalità di tiro che non produca lesioni al condotto di posa.

Per limitare gli sforzi di trazione si può applicare la lubrificazione della guaina esterna del cavo attraverso materiale non reagente con la medesima.

La bobina verrà ubicata in prossimità dell'ingresso della tubazione, con asse di rotazione perpendicolare all'asse longitudinale della tubazione stessa ed in modo che lo svolgimento del cavo si verifichi dalla parte inferiore della bobina. Il tiro dovrà essere svolto attraverso un argano, composto di frizione regolabile, disposto il più vicino possibile al luogo di arrivo della tratta da posare. È opportuno evitare il cavo, nel passaggio fra bobina e tubo, venga sottoposto a piegature o a sforzi di torsione. L'applicazione del tiro deve svilupparsi in maniera graduale e per quanto possibile continuo, evitando le interruzioni. Gli sforzi di tiro non devono stabilire scorrimenti tra conduttori e gli isolanti del cavo; a tal fine dovranno

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

essere utilizzate metodologie volte a scaricare i momenti torcenti che si sviluppano durante il tiro.

Lo svolgimento del cavo deve avvenire attraverso la rotazione meccanica o manuale della stessa. E' vietata la rotazione della bobina mediante il tiro del cavo medesimo allo scopo di evitare anomale sollecitazioni del cavo.

Appositi rulli di scorrimento dovranno essere adottati al fine di evitare che nella fase di introduzione il cavo strisci contro spigoli metallici (es. telai dei chiusini) o di cemento (es. imboccatura di polifore, pozzetti, canalette ecc.). Al fine di limitare il più possibile il numero di giunzioni lungo il percorso verranno stese tratte di cavo di lunghezza massima possibile soddisfacendo comunque le prescrizioni di tiro massimo.

Posa diretta in trincea: la posa del cavo può essere effettuata secondo i due metodi seguenti:

➤ *a bobina fissa:*

- da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura;
- la bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso;
- Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.

➤ *a bobina mobile:*

- da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo.

L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.

- Temperatura di posa: Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.
- Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro devono essere applicati ai conduttori, e non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale.

⌘ . . . ⌘ . . . _____ . . . ⌘ . . . ⌘

- Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 830 mm.
- Messa a terra degli schermi metallici: Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. E' vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

II. Modalità di posa dei conduttori di terra

Il conduttore di terra deve essere interrato ad una profondità di circa 1,1 m dal piano di campagna. Il conduttore in corda di rame nuda di sezione pari a 35 mm² dovrà essere interrato in uno strato di terreno vegetale, di spessore maggiore o uguale a 20 cm, posto nel fondo scavo della trincea come indicato nel documento.

III. Modalità di posa della fibra ottica

I cavi in fibra ottica verranno allettati direttamente nello stato di sabbia.

Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari, per l'esecuzione delle opere mediante la regola dell'arte, come di seguito indicati:

- ☞ Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee in cavo in fibra ottica dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto.
- ☞ Posa diretta in tubazioni: I cavi saranno posizionati all'interno di tubi protettivi flessibili (tubi corrugati).
- ☞ Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, lo sforzo di tiro che può essere applicato a lungo termine sarà al massimo di 3000 N.
- ☞ Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Durante la fase delle operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra durante le operazioni di posa. Se eventualmente il cavo subisce deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere eseguita una misurazione con OTDR al fine di individuare eventuali rotture o attenuazioni eccessive causate dallo stress meccanico. Nel caso in cui il cavo subisca degli sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommato vulcanizzazione tipo 3M.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

/D/ COESISTENZA TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE

I. Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici

I cavi che hanno la medesima tensione possono essere ubicati alla stessa profondità, ad una distanza di circa 3 volte il loro diametro nell'ipotesi di posa diretta.

II. Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Negli incroci, il cavo elettrico deve essere solitamente posto inferiormente al cavo di telecomunicazione. La distanza fra i due cavi non deve essere minore di 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, attraverso un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Questi dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove, per giustificare esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo posto superiormente. Non è indispensabile l'osservanza delle prescrizioni sopraindicate nel momento in cui almeno uno dei due cavi è situato dentro manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di svolgere scavi.

III. Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione i cavi elettrici devono di regola, essere posti alla maggiore distanza possibile fra loro e quando vengono situati lungo la stessa strada si devono posare possibilmente ai lati opposti di questa. Qualora, per motivare esigenze tecniche, non sia possibile applicare quanto sopra, è consentito ubicare i cavi in vicinanza purché sia garantita tra i due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Nel momento in cui tale distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei dispositivi di protezione tra quelli che seguono:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazione in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm.

I già citati dispositivi possono essere omessi sul cavo posto alla maggiore profondità quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o maggiore a 0,15 m.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Le prescrizioni sopra riportate non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posto, per tutta la parte interessata, dentro appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso rendendo possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di eseguire scavi.

IV. Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrato

La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrato parallelamente ad esse non deve essere minore di 0,30 m.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione sopra indicata mediante accordo tra gli esercenti quando:

- la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece permesso, attraverso l'accordo tra Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non vengano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrato non devono essere effettuate sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni medesime. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio. Alcune prescrizione è fornita nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è maggiore a 0,50 m. Questa distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, nel momento in cui una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano si venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia pari a circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Le distanze suddette possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

protezione non metallico. Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o maggiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci effettuati sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile rispettare prescrizioni sul distanziamento.

/E/ STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV

Per il parco eolico proposto dalla ITW FRANCAVILLS Srl, ed ubicato in agro del comune di Francavilla Fontana (BR), il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato in antenna con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica ancora da realizzarsi. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nelle tavole allegate. I servizi ausiliari in c.a. verranno alimentati da un trasformatore MT/BT alimentati tramite cella MT dedicata su sbarra MT. Le utenze relative ai sistemi di protezione e controllo verranno alimentate in c.c. mediante batteria tenuta in carica a tampone con raddrizzatore.

I. Descrizione della stazione

La stazione occupa un'area di circa 2000 mq (più relativa fascia di rispetto di 5 m) ed è situata nel comune di Taranto.

La stazione verrà collegata alla strada comunale esistente con un accesso di larghezza adeguata per permettere il transito agli automezzi necessari per la costruzione e la manutenzione periodica. E' inoltre previsto un ingresso pedonale indipendente al locale di misura.

Nell'area della stazione saranno previste, a distanza di sicurezza delle apparecchiature elettriche, aree di transito e di sosta asfaltate, mentre l'area destinata alle apparecchiature elettriche all'aperto sarà ricoperta in ghiaia.

La recinzione della stazione sarà di tipo aperto, composta da un muretto di base d'altezza circa 50 cm sul quale verranno annegati dei manufatti distanziati tra loro come a formare i denti di un pettine. L'altezza complessiva della recinzione sarà pari a 3 m circa.

II. Descrizione dell'impianto

L'impianto di utenza è principalmente formato da:

- N. 1 montante 150 kV di collegamento all'elettrodotto in barra rigida costituito da sezionatore, trasformatori di misura e scaricatori di sovratensione;

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

- N. 2 montanti 150 kV di collegamento al trasformatore 30/150 kV costituito da interruttore sezionatore, trasformatore di misura e scaricatore di sovratensione;
- N. 2 trasformatore elevatore 30/150 kV;
- N. 2 quadro elettrico 30 kV, le apparecchiature di controllo e protezione della stazione e i servizi ausiliari, ubicati all'interno di un edificio in muratura.

Le caratteristiche di dettaglio di tutti i componenti della stazione di utenza sono riportate negli elaborati allegati.

III. Opere civili stazione elettrica

Fabbricati

I fabbricati sono composti da un edificio promiscuo, a pianta rettangolare, delle dimensioni riportate nella cartografia allegata, con una copertura piana quadri comando e controllo, costituito da locale comando e controllo e telecomunicazioni, un locale controllo aerogeneratori, un locale per i trasformatori MT/BT, un locale quadri MT ed un locale misure e rifasamento. Nella stazione verrà posto in essere un fabbricato in muratura a pianta rettangolare.

Durante la realizzazione della nuova sottostazione verrà rispettata la distanza minima dai confini di proprietà, pari a 10 mt, così come richiesto dallo strumento urbanistico vigente PRG Piano Regolatore Generale relativamente alla zona E2 - agricola ove ricade la realizzazione dell'impianto in oggetto.

Per quanto riguarda gli aspetti urbanistici degli edifici che saranno costruiti nella sottostazione, gli stessi rispetteranno i requisiti e le prescrizioni richiesti dal locale strumento urbanistico (PRG) con riferimento agli indici di densità fondiaria, di copertura, di altezza massima consentita, di volume massimo, di numero di piani fuori terra etc., così come evidenziato nei successivi paragrafi.

La struttura dell'edificio potrà essere realizzata in cemento armato o in pannelli c.a.p.o., in alternativa, con struttura portante (pilastri, travi) posta in essere in c.a. e con le pareti di tamponamento realizzate con struttura tradizionale in laterizi o manufatti in cemento, con interposti adeguati materiali isolanti. Il tutto, comunque, rispettando la normativa di buona costruzione per le zone sismiche 4 quali quelle del Comune di Francavilla Fontana (BR). In alternativa alla realizzazione dell'edificio in muratura, è prevista l'installazione di una cabina prefabbricata (shelter) metallica ad uso stazione utente, completo di tutti i sistemi opportuni e rispondente alle specifiche dettate da Terna SpA.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Preparazione del terreno della stazione e recinzioni

L'area sulla quale verrà realizzata la stazione di trasformazione 30/150 kV si presenta nella sua configurazione naturale sostanzialmente pianeggiante. Sarà dunque richiesto solo un minimo intervento di regolarizzazione con movimenti di terra molto contenuti per preparare l'area.

L'area verrà prima scoticata e livellata asportando un idoneo spessore di materiale vegetale (variabile dai 50 agli 80 cm); lo stesso verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in sito per la risistemazione (ripristini e rinterrì) delle aree adiacenti la nuova sottostazione, che potranno essere finite "a verde".

Concluso lo scotico del terreno verranno eseguiti gli scavi ed i riporti fino alla quota di imposta delle fondazioni.

Nella fase di regolarizzazione e messa in piano del terreno, dovranno essere realizzate opportune minime opere di contenimento che potranno essere definite in maniera esatta solo alla fine dei rilievi plano-altimetrici definitivi e della campagna di indagini sul terreno, atta a stabilirne le caratteristiche fisiche e di portanza.

Una cura maggiore sarà dedicata alla realizzazione di sistemi drenanti (mediante l'utilizzo di materiali idonei, pietrame di varie dimensioni e densità) al fine di indirizzare le acque meteoriche in profondità sui fianchi della sottostazione.

Strade e piazzole

Le strade interne all'area della stazione verranno asfaltate e con una larghezza non minore di 4 m, le piazzole volte all'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; queste finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

L'ingresso alla stazione avrà una larghezza non inferiore ai 7 m.

Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Allo scopo di raccogliere le acque meteoriche verrà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che indirizzerà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche è regolamentato dagli enti locali; quindi, a seconda della normativa vigente, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria attraverso sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di subirrigazione o altro.

Ingressi e recinzioni

Il collegamento dell'impianto alla viabilità ordinaria verrà assicurato dalla adiacente strada di accesso alla stazione elettrica esistente, avente caratteristiche idonee per qualsivoglia tipo di mezzo di trasporto su strada. Per l'ingresso alla stazione, è previsto un cancello carrabile largo m 7,00 di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, entrambi inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale deve essere conforme alla norma CEI 11-1.

Illuminazione

L'illuminazione della stazione sarà realizzata con torri faro a corona mobile, con proiettori orientabili, la cui altezza sarà definita in fase di progettazione esecutiva.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Di seguito saranno riassunte le caratteristiche di dimensionamento dell'impianto già ampiamente trattate nella Relazione Generale (PR.1) allegata al progetto.

/A/ SITO DI INSTALLAZIONE E POTENZA TOTALE IMPIANTO

Il progetto eolico oggetto dello studio è localizzato in Puglia, in provincia di Brindisi, nel territorio comunale di Francavilla Fontana (BR). L'area ipotizzata per la realizzazione del parco eolico è ubicata, in linea d'aria e approssimativamente, a 3.7 km in direzione SUD - EST dal centro abitato di Francavilla Fontana (BR), a 2.6 km in direzione OVEST dal centro abitato di Villa Castelli (BR) ed a 4.6 km in direzione NORD dal centro abitato di Messapica (BR).

La centrale sarà dotata di n. 10 unità produttive, ognuna costituita da un aerogeneratore che nella soluzione progettuale prescelta ha potenza di circa 5'600 kW, per una potenza totale nominale approssimativamente di 56 MW circa al massimo.

L'area del parco eolico (intesa come l'area racchiusa dalla polilinea che comprende gli aerogeneratori) ha un'espansione di circa 100 ha.

Il progetto prevede l'uso di aerogeneratori della più moderna tecnologia e di elevata potenza nominale unitaria, in modo da massimizzare la potenza dell'impianto e l'energia

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

producibile, riducendo così il numero di turbine e quindi l'impatto ambientale a parità di potenza installata.

I 10 aerogeneratori sono connessi tra loro mediante una linea in media tensione a 30 kV, posta in essere in cavo con collegamento di tipo "entra-esce". L'energia sprigionata dalle turbine viene poi convogliata, attraverso cavidotto in MT, alla stazione elettrica d'impianto nella quale è presente il trasformatore MT/AT per il successivo collegamento, con un cavidotto alla Stazione Elettrica 150/380 kV di Terna, per la connessione dell'impianto eolico a Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Gli aerogeneratori saranno inseriti su elettrodotti (dorsali) composti da cavi interrati a 30 kV, i quali si svilupperanno dentro l'area di impianto. Il percorso di ogni dorsale è stato studiato in maniera tale da sfruttare solo il percorso di strade e tratturi già presenti e le nuove strade di accesso agli aerogeneratori, non interessando in nessun punto i terreni agricoli.

Le dorsali 30 kV si estendono all'interno del comune di Francavilla Fontana (BR). Il tracciato dell'elettrodotto in oggetto è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Tale tracciato avrà una lunghezza complessiva di circa 9 km, ricadente nei comuni di Francavilla Fontana (BR).

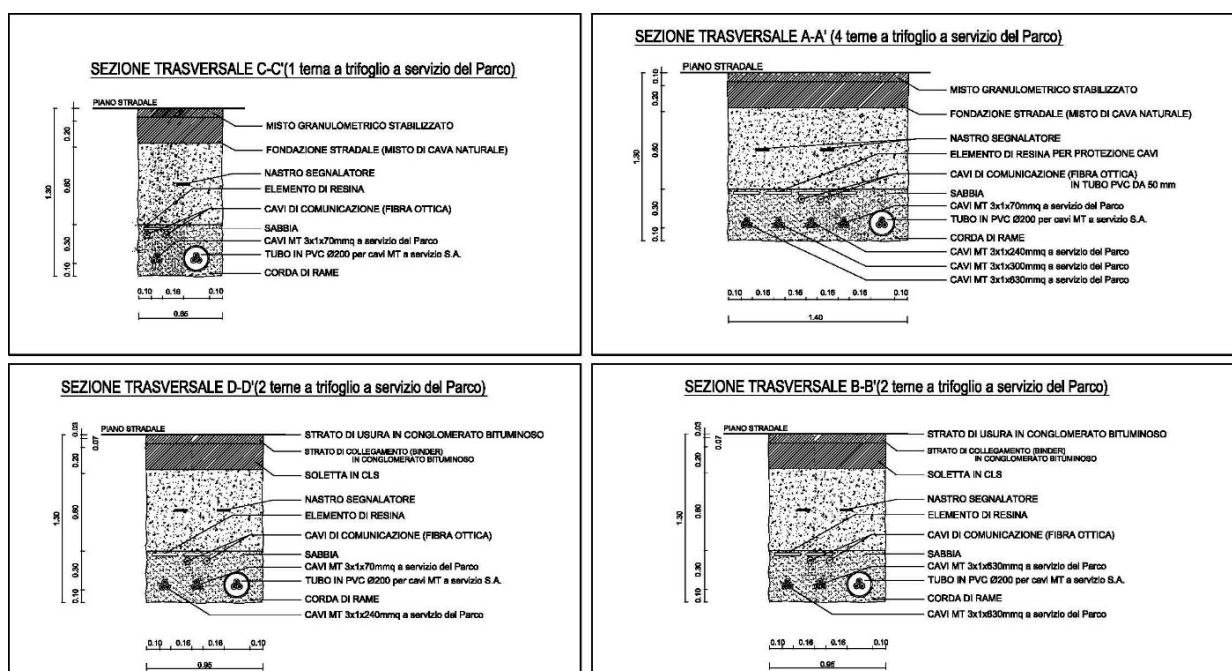
Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- ☞ contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare dei predefiniti limiti di convenienza tecnico economica;
- ☞ evitare di interessare nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- ☞ evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- ☞ minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico ed archeologico;
- ☞ transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità di progetto dell'impianto eolico.

Il collegamento in cavo in analisi, segue l'andamento delle strade comunali e sub comunali presenti nel sito.

□ . . . □ . . . □ . . . □

I cavidotti interni si estendono per una lunghezza complessiva di circa 17 km e sono suddivisi in 4 diverse tipologie di posa, come da figura, ed infine il cavidotto esterno, che collega gli aerogeneratori alla stazione d'utenza, che ha una lunghezza di circa 9 km con sezione di tipo "B-B'".



Per il parco eolico proposto dalla società ITW FRANCAVILLA Srl, ed ubicato in agro del comune di Francavilla Fontana (BR), il Gestore prescrive che l'impianto debba essere collegato in antenna con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica situata nel comune di Taranto.

Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono contenute nelle tavole allegate. I servizi ausiliari in c.a. verranno alimentati da un trasformatore MT/BT alimentati mediante cella MT dedicata su sbarra MT. Le utenze attinenti ai sistemi di protezione e controllo saranno alimentate in c.c. mediante batteria tenuta in carica a tampone con raddrizzatore.

| B | REGIME DI VENTO DEL SITO

Al fine di definire le principali caratteristiche anemologiche del sito di progetto, la scrivente si è avvalsa di dati anemometrici in proprio possesso dell'area in questione. La disponibilità temporale di suddetti dati è di circa 22 anni, riportate nella seguente tabella:

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Tabella 1 - Anemometro

<i>Descrizione Anemometro</i>	
<i>Posizione</i>	
<i>Longitudine</i>	712.380 E
<i>Latitudine</i>	4.623.534 N
<i>Altezza anemometro</i>	50 m
<i>Inizio misure</i>	01/01/1999
<i>Fine misure</i>	30/11/2020

I dati del vento vengono rilevati con anemometri e sensore di direzione, e vengono registrati sotto forma di velocità media, deviazione standard, valore massimo e valore minimo ogni 10 minuti in un data loggers.

I dati grezzi rilevati dall'anemometro vengono poi trattati e destagionalizzati.

La posizione della stazione anemometrica è ubicata all'interno del sito di progetto dell'impianto.

Si è inoltre manifestata l'assenza di effetti di schermatura di specifici settori angolari da parte della torre anemometrica mediante la valutazione del rapporto tra velocità misurate e diverse altezze in ogni settore.

L'analisi della velocità del vento su un sito eolico permette di fissare il potenziale energetico disponibile, e può essere dedotto con diverse metodologie. Quella più evoluta e diffusa è realizzata attraverso un modello virtuale dell'ambiente dove, all'interno della modellazione statica del territorio, agiscono delle grandezze fisiche e dinamiche (il vento) nel tempo osservate.

Con il supporto di modelli matematici di calcolo specifici è possibile proiettare con buona approssimazione su intere aree geografiche la ventosità scaturita da rilevazioni svolte anche in punti differenti.

Tutte le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate grazie ad un software di calcolo basato su un modello matematico del flusso del vento.

Partendo dalla posizione spaziale di origine, i dati forniti al modello vengono impiegati per costruire su tutta l'area di interesse il vento indisturbato in quota che si ritiene costante per vari km dal suo punto di origine e che permette di rilevare in punti arbitrari dello spazio tutti i parametri necessari a stimare la ventosità. L'analisi della velocità del vento fornito dal modello è tridimensionale e ciò permette di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media a varie altezze dal suolo.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

L'analisi anemologica del sito, risulta molto più dettagliata nella relazione PR.05 - Relazione Anemologica allegata al presente progetto a cui si fa rinvio per informazioni attinenti alle caratteristiche delle apparecchiature di misura ed alla rosa dei venti.

| C | PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA

La producibilità lorda in MWh/anno stimata del layout d'impianto, tiene in considerazione le perdite causate dalla scia degli aerogeneratori, già tenute in considerazione nella curva di potenza.

La tabella riportata in seguito espone sinteticamente la producibilità lorda stimata del layout d'impianto fornito.

Producibilità lorda del layout d'impianto					
Impianto	Potenza nominale [kW]	N° aerogeneratori	Potenza impianto [MW]	Producibilità [MWh/anno]	Ore equivalenti
Francavilla Fontana	5'600	10	56	212'814	3677

Vengono di seguito stimate le perdite e le incertezze riferite alla stima di producibilità dell'impianto di progetto.

| D | PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO AL NETTO DELLE PERDITE

Al fine di arrivare ad una stima più realistica della producibilità dell'impianto è necessario valutare, sulla base di conoscenze teoriche e di esperienza professionale, altre perdite tipiche degli impianti eolici. Le perdite tenute in considerazione e la loro presunta entità vengono indicate nella seguente tabella e sono considerate applicabili all'impianto in oggetto.

Perdite considerate	Valore [%]
Disponibilità aerogeneratori	- 3,00
Disponibilità B.O.P.	- 1,00
Disponibilità rete	- 0,20
Prestazioni degli aerogeneratori	- 2,00

✠ ✠ _____ ✠ ✠

Densità dell'aria	- 2,50
Perdite elettriche	- 2,00
Altre perdite	- 0,50
Totale perdite	- 10,70

Pertanto ne risulta, per l'impianto considerato, la seguente producibilità:

Producibilità netta del layout d'impianto					
Impianto	Potenza nominale [kW]	N° aerogeneratori	Potenza impianto [MW]	Producibilità [MWh/anno]	Ore equivalenti
Serracapriola/Torremaggiore	5'600	10	56	190'043	3284

Basandosi sul posizionamento svolto e della tipologia di aerogeneratori considerati, nella tabella a seguito si è rappresentata la sintesi dei risultati di produzione del progetto eolico, considerando anche le varie perdite sopra descritte.

WTG N.	UTM WGS84 Lon. Est [m]	UTM WGS84 Lat. Nord [m]	H Base Torre (m slm)	Ore equivalenti di funzionamento	Velocità vento media ad altezza hub (h=105 m) [m/s]
WTG 01	714.530	4.496.927	222	3313	7.59
WTG 02	714.150	4.495.769	210	3304	7.59
WTG 03	712.629	4.495.802	236	3262	7.59
WTG 04	713.006	4.494.791	229	3315	7.59
WTG 05	714.499	4.495.108	203	3309	7.59
WTG 06	715.079	4.492.840	174	3247	7.59
WTG 07	714.326	4.492.750	175	3260	7.59
WTG 08	713.933	4.492.227	161	3332	7.59
WTG 09	712.800	4.490.547	154	3353	7.59

WTG 10	711.954	4.489.418	152	3181	7.59
--------	---------	-----------	-----	------	------

| E | POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI

Come già anticipato, il parco eolico prevede l'installazione di 10 aerogeneratori, aventi potenza unitaria pari a circa 5'600 kW, per una potenza complessiva di circa 56 MW.

Il posizionamento degli aerogeneratori e quindi la definizione del layout ottimale del progetto eolico è stato eseguito basandosi sui seguenti fattori:

- studio del vento;
- orografia dell'area;
- interdistanze tra gli aerogeneratori (come da prescrizioni del PIEAR);
- dati di vento acquisiti in loco;
- presenza di aree vincolate o comunque non idonee alla realizzazione dell'impianto;
- presenza di abitazioni, strade linee elettriche od altre infrastrutture;
- considerazioni basate sul criterio del massimo rendimento degli aerogeneratori, evitando l'interazione tra i singoli aerogeneratori al fine di non pregiudicarne il funzionamento;
- minimizzazione dell'alterazione dello stato attuale dei luoghi, compatibilmente con le condizioni necessarie di pendenza, di superficie, di larghezza e curvatura delle vie di collegamento e di spazio adeguato all'installazione degli aerogeneratori e alle infrastrutture ad essi associate avendo cura di preservare, per quanto possibile, l'orografia dell'area.

Il layout dell'impianto è riportato nelle tavole allegate al presente progetto.

CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO FULMINI, CON L'INDIVIDUAZIONE E LA CLASSIFICAZIONE DEL VOLUME DA PROTEGGERE

L'impianto di protezione contro i fulmini ha il compito di proteggere edifici e strutture dalle fulminazioni dirette e di conseguenza da un eventuale incendio o dalle conseguenze della corrente da fulmine impressa (fulmine senza innesco).

Dall'osservazione del progetto è possibile verificare che il volume dell'impianto che è necessario proteggere dalle scariche elettriche dirette o indirette, si limita allo spazio fisicamente occupato dalle turbine stesse.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

Per questa ragione, la scelta delle soluzioni impiantistiche da adottare per questo tipo di protezione è ricaduta su quelle già fornite dalla casa costruttrice per ogni singolo componente.

La necessità della protezione e la scelta delle rispettive misure di protezione dovrebbero essere calcolate tramite una valutazione del rischio. La valutazione del rischio deve essere eseguita secondo la norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10 parte 1, 2, 3).

/A/ SISTEMA DI PROTEZIONE DA FULMINAZIONI (LPS) DEGLI AEROGENERATORI

Si ipotizza che per il generatore eolico, considerata l'entità del danno economico che si può determinare, debba essere previsto, un sistema di protezione contro i fulmini, anche se non espressamente richiesto dalle disposizioni legislative.

Considerando tutto ciò, il costruttore ha implementato un sistema di protezione contro i fulmini in accordo alla normativa IEC 61400-24.

Le disposizioni normative non prevedono una resistenza minima del sistema di messa a terra dal punto di vista della protezione contro i fulmini.

Sulla base dell'adempimento dei requisiti sopra menzionati, le condizioni del terreno intorno alla turbina eolica non sono importanti, ma solo l'estensione della fondazione e gli elettrodi di terra orizzontali aggiunti.

Il sistema di protezione da fulminazioni è parte integrante del sistema di messa a terra globale che consiste in:

- Impianto di messa a terra della fondazione di ciascun aerogeneratore;
- Il collegamento galvanico tra le masse metalliche di ciascun aerogeneratore;
- I collegamenti galvanici tra gli impianti di terra degli aerogeneratori di un impianto eolico.

/B/ SISTEMA DI PROTEZIONE DA FULMINAZIONE ESTERNA

La punta dell'elica che forma il rotore è il punto più alto dell'aerogeneratore e quindi quello che più corre il rischio di essere colpito da fulmini. L'aerogeneratore è dotato di un sistema di protezione da fulminazioni integrato a partire dalla punta della pala mediante la fondazione, così da disperdere la corrente senza provocare alcun danno alla pala o ad altri componenti della macchina.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

La punta della pala viene prodotta in alluminio. Una sezione di alluminio viene integrata lungo i due lati della pala direttamente al di sotto della superficie. Queste sezioni uniscono la parte di alluminio sulla punta della pala con un anello di alluminio che è vicino alla flangia della pala intorno alla parte di collegamento della pala al rotore.

L'anello di alluminio è ubicato ad una distanza dalla parte metallica in modo da non permettere sovratensioni in caso di fulminazioni e da disperdere in modo corretto la corrente da fulminazione. Il rivestimento del rotore è protetto da conseguenti danni in quanto la dispersione si realizza sulla parte iniziale della pala e non mediante il tronco e il rivestimento del rotore.

La dispersione della corrente dalle pale alla navicella si realizza grazie ad un dispositivo di interruzione, composto da piastre di raccolta ubicato sulla navicella e da un anello di alluminio sulla pala del rotore.

Le piastre di raccolta, ciascuna delle quali è composta da una punta conica, sono posizionate sull'alloggiamento della navicella.

La corrente da disperdere è trasportata mediante un altro anello e da un altro dispositivo di interruzione dal rotore alla navicella.

Questa configurazione consente di disperdere la corrente da fulminazione alla struttura portante a prescindere dalla posizione assunta dalle pale. La navicella e la strumentazione di misura viene protetta anch'essa da una piastra di raccolta situata nella parte retrostante della navicella.

Dentro la navicella, la corrente da fulminazione è condotta, attraverso un sistema di anelli scorrevoli, alla barra yaw del supporto di installazione sulla torre; essa è connessa con un cavo flessibile di 300 mm al collettore di terra.

Nelle torri di ferro la corrente da fulminazione viene dispersa grazie al collegamento tra navicella e collettore di terra e la stessa torre che è su 4 punti connessa all'impianto di terra della macchina attraverso il collegamento alla fondazione.

Con riferimento alle torri di calcestruzzo 4 bande di ferro 3.5 x 30 sono installate all'interno delle pareti di calcestruzzo e sono connesse direttamente all'impianto di terra mediante collegamento alla fondazione.

La piastra di terra rappresenta il punto centrale del collegamento per tutte le parti metalliche non attive come le sale controllo, i fissaggi, ecc. Il collegamento di tutte le masse metalliche inattive alla piastra di terra, stabilendo l'equipotenzializzazione dentro la torre evita eccessive tensioni di contatto. La piastra di terra essendo collegata direttamente al centro stella del trasformatore della turbina ed esso è posizionato o nel box di controllo o in quella di bassa tensione.

□ . . . □ . . . _____ . . . □ . . . □

/C/ PROTEZIONE INTERNA DA FULMINAZIONE/PROTEZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI

I dispositivi elettronici vengono ubicati all'interno di alloggiamenti metallici, connessi a terra; questi sono dunque protetti nel caso di fulminazioni o di anomale sovratensioni. Ulteriori misure per la protezione delle apparecchiature contro sovratensioni:

- Sala di controllo e del generatore sono protetti con scaricatori;
- Le schede con la corrispondente alimentazione sono dotate di filtri smorzanti;
- I ricevitori e i trasmettitori di segnale digitale sono protetti con filtri RC e diodi limitatori di Sovratensioni;
- L'elettronica di controllo e gestione è disaccoppiata attraverso accoppiatori ottici; i segnali sono trasmessi mediante fibra ottica.

Il modem per il monitoraggio remoto è protetto attraverso uno speciale modulo di protezione per i dati di interfaccia, per prevenire accoppiamenti esterni con il cablaggio.

CONCLUSIONI

Il presente documento riporta gli esiti della valutazione dell'impianto eolico in agro del comune di Francavilla Fontana (BR).

Attraverso i risultati ottenuti P50%, si è proceduto alla valutazione della producibilità, lorda e netta, con il modello di aerogeneratore prescelto.

I calcoli sono stati eseguiti con l'ausilio di dati anemometrici d'area, registrati in sito e con l'ausilio di modelli di vento e di programmi di fluidodinamica applicati ai dati disponibili, optando in qualche occasione per scelte conservative con l'ausilio di modelli di calcolo molto utilizzati nel settore eolico.