

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI BARI  
COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA



AUTORIZZAZIONE UNICA EX D.LGS. 387/2003

Progetto Definitivo  
Parco eolico "Monte Marano" e opere connesse

TITOLO ELABORATO

**Studio di Impatto Ambientale -  
Descrizione del progetto**

CODICE ELABORATO

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0433	B	R02	C

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione

SCALA

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
ottobre 2022	emissione per integrazione volontaria	MCO	GDS	GMA
luglio 2022	seconda emissione	MCO	GDS	GMA
luglio 2021	prima emissione	MCO	GDS	GMA

PROPONENTE

**FRI-EL**

**FRI-EL S.p.A.**

Piazza della Rotonda 2  
00186 Roma (RM)  
fri-elspa@legalmail.it  
P. Iva 01652230218  
Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTAZIONE



**F4 ingegneria srl**

via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1 944 797 - Fax: +39 0971 5 54 52  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(ing. Giuseppe Manzi)



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





## Sommario

<b>1</b>	<b>Premessa</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Localizzazione dell'intervento</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Caratteristiche dell'intervento</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Fase 1: Realizzazione dell'impianto</b>	<b>9</b>
4.1	<b>Opere provvisorie: organizzazione aree di cantiere</b>	<b>9</b>
4.2	<b>Caratteristiche tecniche delle opere di progetto</b>	<b>11</b>
4.2.1	Descrizione delle unità di produzione	11
4.2.2	Descrizione delle opere civili	14
4.2.2.1	<i>Opere civili di fondazione</i>	<b>14</b>
4.2.2.2	<i>Attività di montaggio</i>	<b>14</b>
4.2.2.3	<i>Viabilità esterna di accesso e viabilità interna</i>	<b>15</b>
4.2.3	Descrizione degli impianti elettrici	17
4.2.3.1	<i>Cavidotti di collegamento alla rete elettrica nazionale</i>	<b>17</b>
4.2.3.2	<i>Stazione elettrica di trasformazione</i>	<b>18</b>
4.3	<b>Ripristino delle aree di cantiere</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Fase 2: Esercizio dell'impianto</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Fase 3: Dismissione dell'impianto</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Bilancio terre e rocce da scavo</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Utilizzo di risorse</b>	<b>27</b>
8.1	<b>Suolo</b>	<b>27</b>
8.2	<b>Materiale inerte</b>	<b>27</b>



---

<b>8.3</b>	<b>Acqua</b>	<b>28</b>
<b>8.4</b>	<b>Energia elettrica</b>	<b>29</b>
<b>8.5</b>	<b>Gasolio</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Stima emissioni</b>	<b>30</b>
<b>9.1</b>	<b>Emissioni in atmosfera</b>	<b>30</b>
<b>9.2</b>	<b>Emissioni sonore</b>	<b>30</b>
<b>9.3</b>	<b>Vibrazioni</b>	<b>31</b>
<b>9.4</b>	<b>Scarichi idrici</b>	<b>31</b>
<b>9.5</b>	<b>Emissione di radiazioni ionizzanti e non</b>	<b>31</b>
<b>9.6</b>	<b>Traffico indotto</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>Produzione di rifiuti</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>Cronoprogramma</b>	<b>35</b>



# 1 Premessa

Il presente aggiornamento progettuale di ottobre 2022 si riferisce ad una variante volontaria decisa dalla proponente in seguito agli esiti delle attività di indagine geofisica ai fini archeologici effettuate nei mesi di luglio ed agosto 2022. Alla luce degli esiti delle predette e in considerazione del fatto che solo nei pressi della piazzola e della viabilità di accesso alla WTG etichettata GIP 07, le indagini geofisiche hanno rilevato la presenza di anomalie che potrebbero corrispondere a strutture relative ad un insediamento di dimensioni medio-grandi, la società FRI-EL Spa ha deciso, a scopo cautelativo, di ridurre il numero di aerogeneratori eliminando dal progetto l'aerogeneratore GIP 07, e le relative opere connesse (viabilità, cavidotto, etc.). Per le residue aree di progetto indagate non sono state riscontrate anomalie tali da prevedere interferenze archeologiche rilevanti.

Oggetto della presente integrazione volontaria è pertanto la variante in riduzione del numero degli aerogeneratori da 12 a 11 rispetto alla prima istanza, con un aumento della potenza massima dei singoli aerogeneratori da 6.2 MW a 6.76 MW, mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche degli stessi e la potenza totale del parco eolico (pari a quella riportata nella STMG).

Il presente Studio di impatto ambientale, presentato dalla società FRI-EL Spa, con sede legale in Piazza della Rotonda 2 00186 Roma, in qualità di proponente, è stato redatto in riferimento al progetto di un nuovo parco eolico di proprietà, denominato "Monte Marano", localizzato nel territorio comunale di Gravina in Puglia, in provincia di Bari.

Il futuro parco eolico sarà costituito da 11 aerogeneratori di potenza unitaria massima pari a 6.76 MW, per una potenza complessiva di 74.4 MW, integrato con un sistema di accumulo da 20 MW. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori sarà convogliata, attraverso linee elettriche in cavidotti interrati in MT, alla nuova stazione elettrica di trasformazione MT/AT e consegna alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), come si evince dalla soluzione di connessione (STMG codice pratica del preventivo di connessione 202100288).

Il gruppo FRI-EL, attivo nel settore sin dal 2002, si colloca tra i principali produttori italiani di energia da fonte eolica grazie anche alla collaborazione con partner internazionali. Il gruppo dispone attualmente di 34 parchi eolici nel territorio italiano, un parco eolico in Bulgaria ed uno in Spagna, per una capacità complessiva installata di 950 MW. Inoltre, il gruppo opera in diversi settori; infatti, oltre ad essere azienda leader nel settore eolico, si colloca tra i primi produttori in Italia di energia prodotta dalla combustione di biogas di origine agricola. Il gruppo gestisce 21 impianti idroelettrici, un impianto a biomassa solida e una delle centrali termoelettriche a biomassa liquida più grandi d'Europa. Le attività e le principali competenze del gruppo comprendono tutte le fasi di progettazione, costruzione, produzione e vendita di energia elettrica da fonti rinnovabili, includendo l'analisi e la valutazione del paesaggio e il processo di approvazione.



Informazioni essenziali impianto eolico "Monte Marano"	
Proponente	FRI-EL S.p.A.
Potenza complessiva	74.4 MW
Potenza singola WTG	6.76 MW
Numero aerogeneratori	11
Altezza hub max	119 m
Diametro rotore max	162 m
Altezza complessiva max	200 m
Area poligono impianto	1480 ha
Lunghezza cavidotto esterno (scavo)	8.87 km
Lunghezza cavidotti interni (scavo)	26.3 km
RTN esistente (si/no)	Si
Tipo di connessione alla RTN (cavo/aereo)	cavo AT interrato dall'area della sottostazione di trasformazione fino allo stallo di arrivo in SE RTN Terna
Area sottostazione	Nuova sottostazione utente con stallo produttore. Area di accumulo da 20 MW/40 MWh e area dedicata a futuri adeguamenti.
Piazzola di montaggio (max)	6691 m <sup>2</sup>
Piazzola definitiva (max)	1517 m <sup>2</sup>
Coordinate WTG	cfr. Tabella 1 SIA – Descrizione del progetto

## 2 Localizzazione dell'intervento

L'area individuata per la realizzazione della presente proposta progettuale interessa il territorio comunale di Gravina in Puglia, in provincia di Bari.

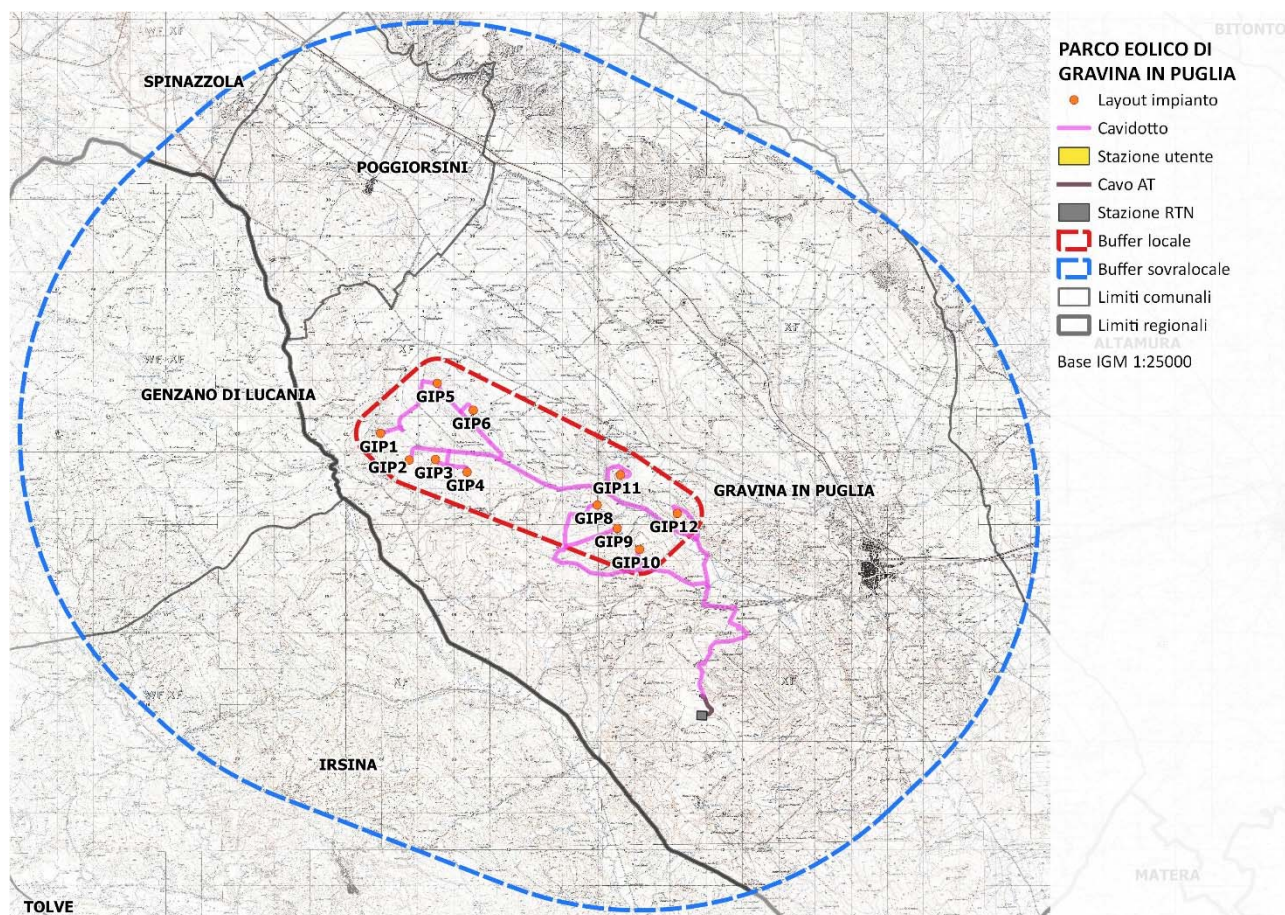


Figura 1: Inquadramento territoriale su base IGM 1:25000 con individuazione dell'area di intervento

Il sito di impianto interessa una fascia altimetrica compresa tra i 325 ed i 490 m s.l.m. nel settore nord occidentale del territorio comunale di Gravina in Puglia, insistendo su un'area collinare vocata prevalentemente all'agricoltura – in particolare colture cerealicole e foraggiere stagionali e, in zone limitate, uliveti e vigneti – pertanto il paesaggio risulta fortemente plasmato dall'azione antropica.

Il territorio in esame è caratterizzato da piccoli insediamenti formati da masserie (case coloniche con i relativi fabbricati rustici di servizio necessari alla coltivazione di prodotti agricoli locali ed all'allevamento zootecnico), poste comunque ad una distanza superiore a 500 m dagli aerogeneratori previsti in progetto.

La zona è servita da una buona rete viaria, sia di interesse locale che sovralocale: la SP 52 da nord-ovest verso l'abitato di Gravina in Puglia; la SC 8 (Contrada Sant'Antonio), la SP 26 e la SP 190 sul tracciato del cavidotto da nord-ovest verso sud-est; la SP 193 e strade locali sul tracciato del cavidotto da sud-est verso sud; la SS 96 Barese e la SS 655 a sud.

Il layout di impianto, in particolare, è attraversato da una rete di strade locali (Contrada Sant'Angelo, Contrada S. Felice e Contrada Santa Teresa) ed interpoderali, non sempre mappata, ma ben visibile da ortofoto e facilmente percorribile (salvo opportuni adeguamenti) dai mezzi di cantiere.

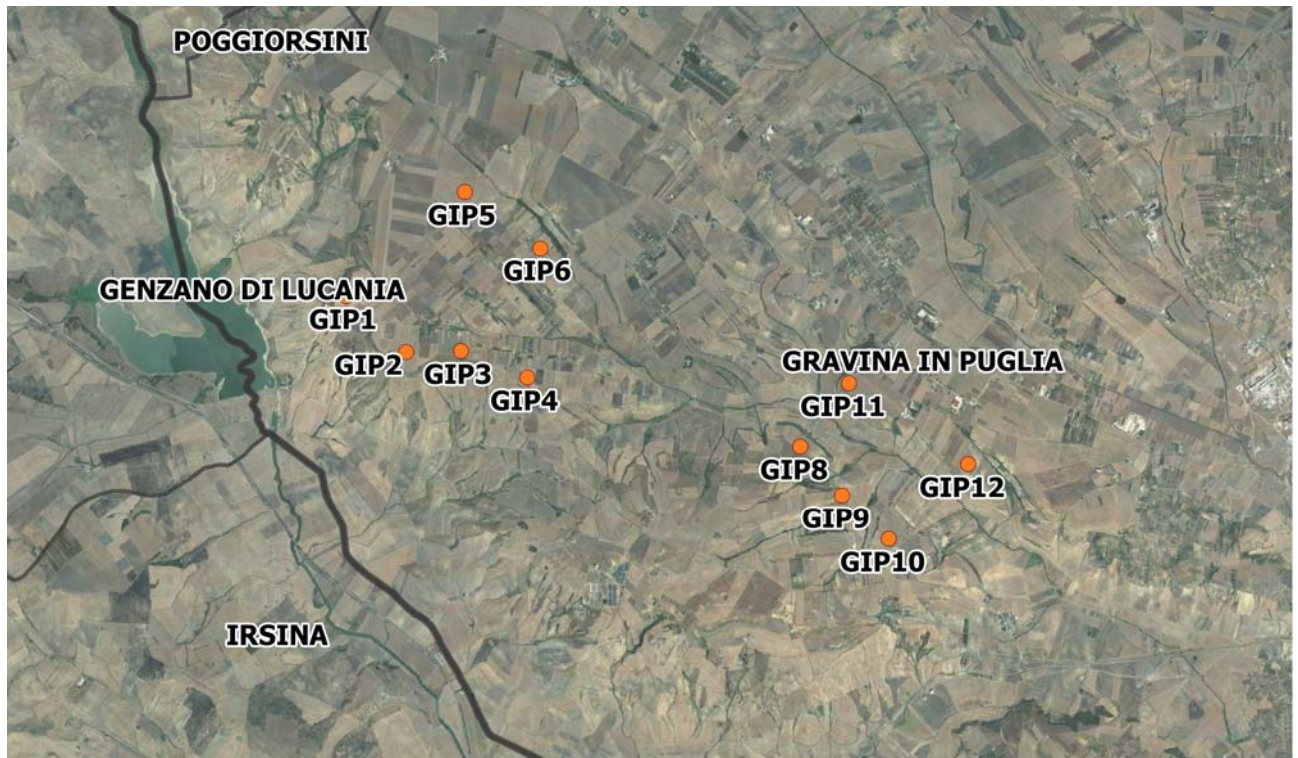


Figura 2: Layout di impianto su base ortofoto

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori (codificati GIP1-GIP2-GIP3-GIP4-GIP5-GIP6-GIP8-GIP9-GIP10-GIP11-GIP12).



Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Coordinate UTM- WGS84 fuso 33		Coordinate GB-Roma 40 fuso est		Altitudine [m s.l.m.]
	E	N	E	N	
GIP1	605901	4523327	2625910	4523334	491
GIP2	606694	4522590	2626703	4522597	485
GIP3	607421	4522604	2627430	4522611	467
GIP4	608298	4522255	2628307	4522262	454
GIP5	607471	4524715	2627480	4524722	454
GIP6	608470	4523969	2628479	4523976	437
GIP8	611906	4521343	2631915	4521350	425
GIP9	612459	4520695	2632469	4520703	419
GIP10	613077	4520115	2633087	4520122	431
GIP11	612551	4522179	2632561	4522186	419
GIP12	614126	4521111	2634136	4521118	417





### 3 Caratteristiche dell'intervento

Il progetto prevede l'installazione di 11 nuovi aerogeneratori (codificati di seguito GIP1-GIP2-GIP3-GIP4-GIP5-GIP6-GIP8-GIP9-GIP10-GIP11-GIP12) con le relative opere civili e di connessione alla RTN: adeguamento di viabilità esistente e/o realizzazione di viabilità ex novo, installazione di cavidotti interrati per la raccolta ed il trasporto dell'energia prodotta e realizzazione di una Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET) per la connessione dell'impianto eolico alla RTN.

Il layout del nuovo impianto è stato predisposto conciliando i vincoli normativi con i parametri tecnici derivanti dalle caratteristiche del sito, quali la conformazione del terreno, la morfologia del territorio, le infrastrutture ed i fabbricati esistenti e le condizioni anemologiche.

Il parco eolico proposto occupa un'area poligonale irregolare in cui gli aerogeneratori hanno una disposizione apparentemente casuale, studiata per limitare l'impatto visivo e minimizzare gli impatti sulla fauna.

L'area di impianto è solo marginalmente occupata da aerogeneratori, piazzole e strade, infatti la quasi totalità della superficie continuerà ad essere destinata all'uso precedente la realizzazione dell'intervento.

Il progetto proposto consta dei seguenti interventi principali:

- Installazione degli aerogeneratori su plinti di fondazione e realizzazione delle relative piazzole di montaggio.
- Realizzazione della viabilità di accesso agli aerogeneratori e della viabilità interna al parco.
- Esecuzione delle linee elettriche in cavidotto interrate di collegamento delle torri alla stazione elettrica.
- Ripristini finali e trasformazione delle piazzole di montaggio in piazzole definitive, di dimensioni ridotte e funzionali alla manutenzione dell'impianto.

L'impianto eolico, in sintesi, prevede le seguenti fasi:

1. Realizzazione;
2. Esercizio;
3. Dismissione.



## 4 Fase 1: Realizzazione dell'impianto

### 4.1 Opere provvisorie: organizzazione aree di cantiere

Le opere provvisorie, di natura temporanea, sono relative alla predisposizione delle aree da utilizzare in fase di cantiere:

- In corrispondenza di ciascun aerogeneratore saranno realizzate una piazzola per il montaggio, di dimensioni pari almeno a 32 m x 50 m, ed un'adiacente area per lo stoccaggio temporaneo delle pale, di dimensioni pari almeno a 88 m x 32 m – rispettando i requisiti dimensionali e plano-altimetrici richiesti dalla ditta installatrice – ed il conseguente carico e trasporto del materiale di risulta.

Le piazzole, conformate con pendenze minime dell'1-2% per favorire il deflusso delle acque nei compluvi naturali esistenti, saranno realizzate con materiali selezionati dagli scavi, adeguatamente compattati anche per assicurare la capacità portante prevista per ogni area.

La piazzola di ubicazione di ogni aerogeneratore conterrà la struttura di fondazione e gli spazi necessari alla movimentazione dei mezzi e delle gru di montaggio (principale e secondarie) ed allo scarico e stoccaggio dei vari componenti dai mezzi di trasporto.

- Siti mobili per l'installazione dei cavidotti interrati lungo strada esistente, adeguatamente segnalati per minimizzare le interferenze con il traffico veicolare.
- Area di cantiere in corrispondenza della sottostazione elettrica, situata su terreni coltivati a seminativi stagionali lungo la SP 193.
- Area di cantiere fissa in località Spinalva, già utilizzata dalla società proponente per un impianto eolico installato nelle vicinanze del sito in esame ed agevolmente raggiungibile da Contrada S. Felice a nord e dalla strada SP 203 a sud.

L'area, con una superficie di circa 4.500 m<sup>2</sup>, sarà delimitata da recinzione metallica, di altezza pari a 2 m, dotata di cancello ed approntata con 6 moduli prefabbricati polifunzionali adibiti ad uffici, magazzini e servizi (di dimensioni 4.00 m x 2.50 m x 2.50 m) ed un modulo prefabbricato attrezzato per uso servizi igienici.

La viabilità principale di cantiere sarà costituita dalle piste di accesso agli aerogeneratori costruite ex novo su terreni privati coltivati a cereali o foraggiere stagionali e dalla rete stradale esistente sul sito di impianto facilmente percorribile – salvo opportuni adeguamenti – dai mezzi di cantiere: la SP 26, la SP 190 e la SP 193; strade locali (Contrada Sant'Angelo, Contrada S. Felice e Contrada Santa Teresa) ed interpoderali, non sempre mappate, ma ben visibili da ortofoto.

La costruzione dell'impianto eolico prevede le fasi operative di seguito riportate:

- Adeguamento viabilità esterna di accesso al sito di impianto, in particolare alcuni allargamenti della sede stradale ed aumenti del raggio di curvatura.
- Estirpazione di radici e ceppaie ove necessario.
- Scotico: asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale, fino ad una profondità di circa 50 cm, eseguita con mezzi meccanici, per rimuovere la bassa vegetazione spontanea.



- Scavo di sbancamento o splateamento (sterro) nelle aree di realizzazione della viabilità di progetto e delle piazzole di montaggio.  
Riempimento con acciottolato di vaglio diverso, costipazione e rullatura.
- Scavo a sezione obbligata per la realizzazione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori fino ad una profondità di circa 4 m.
- Trivellazione dei pali di sottofondazione.

La realizzazione delle fondazioni su pali consta delle seguenti fasi:

- pulizia del terreno;
- posizionamento della macchina operatrice;
- trivellazione fino alla quota di progetto (10 m);
- posa dell'armatura;
- getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta della fondazione della torre.
- Predisposizione delle casseforme metalliche riutilizzabili per i plinti di fondazione; posizionamento dei ferri di armatura; getto del calcestruzzo; rinterro dello scavo.
- La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:
  - fresatura asfalto lungo la viabilità esistente;
  - scavo a sezione ristretta per le trincee di posa dei cavidotti;
  - 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;
  - realizzazione dello strato di finitura in asfalto o misto stabilizzato.

Alcuni tratti di cavidotto saranno posati tramite TOC (trivellazione orizzontale controllata).

- Montaggio degli aerogeneratori.

Gli scavi saranno realizzati con l'ausilio di idonei mezzi meccanici:

- pale meccaniche per lo scotico superficiale;
- escavatori e/o pale meccaniche per gli scavi di splateamento;
- escavatori per gli scavi a sezione obbligata;
- trencher o escavatori per gli scavi a sezione ristretta (trincee);
- sonda di perforazione e spingitubo per la posa dei cavidotti tramite microtunneling (TOC);
- perforatrice per i pali di fondazione.

L'assemblaggio di ciascun aerogeneratore richiede l'impiego di una gru principale a traliccio semovente da minimo 500 t e di due gru secondarie rispettivamente da 160 t e da 60 t.

Il trasporto delle sezioni delle torri e dei componenti degli aerogeneratori richiede l'impiego di veicoli per trasporti eccezionali.

Il trasporto dei materiali inerti provenienti da cave autorizzate e delle terre da scavo, invece, prevede l'utilizzo di autocarri di adeguata portata.

Il cronoprogramma del cantiere in esame prevede la sovrapposizione temporale di alcune fasi operative, svolte però in ambiti operativi differenti così da evitare rischi per la sicurezza da



interferenze. In particolare, la forza lavoro impiegata in cantiere sarà pari a massimo 25 lavoratori al giorno con l'organizzazione di seguito riportata:

- si prevede la contemporanea realizzazione delle piazzole in corrispondenza di 2 aerogeneratori, con la presenza di una squadra di 5 lavoratori su ogni postazione (composta da 3 operai specializzati e 2 operai comuni);
- sul percorso del cavidotto saranno allestiti 2 siti mobili contemporanei e distanti, con la presenza di una squadra di 5 lavoratori su ogni zona (composta da 3 operai specializzati e 2 operai comuni assegnati alla segnalazione del cantiere su strada);
- una squadra di 3 lavoratori per la realizzazione della stazione di trasformazione (composta da 2 operai specializzati e 1 operaio comune);
- una squadra di 2 operai (composta da 1 operaio specializzato e 1 operaio comune) all'interno dell'area di cantiere fissa per lo stoccaggio dei materiali.

## 4.2 Caratteristiche tecniche delle opere di progetto

### 4.2.1 Descrizione delle unità di produzione

L'impianto eolico sarà composto da 11 aerogeneratori (siglati GIP1, GIP2, GIP3, GIP4, GIP5, GIP6, GIP8, GIP9, GIP10, GIP11, GIP12) ad asse orizzontale di potenza unitaria pari a 6.76 MW. Il diametro massimo sarà pari a 170 m e l'altezza complessiva al tip (punta) della pala sarà di 200 m.

Tabella 2: Dati tecnici aerogeneratori di progetto

<b>Potenza nominale</b>	6.76 MW
<b>Diametro del rotore</b>	162 m
<b>Altezza totale</b>	200 m
<b>Altezza al mozzo</b>	119 m
<b>Area spazzata</b>	20612 mq
<b>Posizione rotore</b>	sopravento
<b>Direzione rotazione</b>	senso orario
<b>Numero pale</b>	3
<b>Lunghezza della pala</b>	79.35 m
<b>Corda massima della pala</b>	4.3 m
<b>Classe di Vento IEC</b>	DIBt S
<b>Velocità cut-in</b>	3 m/s
<b>Velocità nominale</b>	11 m/s
<b>Velocità cut-out</b>	25 m/s

Il modello commerciale di aerogeneratore considerato nelle diverse elaborazioni, simulazioni e valutazioni che attualmente soddisfa questi requisiti tecnico-dimensionali è il Vestas V162 con HH 119 m, o similare.

L'aerogeneratore è composto da tre elementi fondamentali: il rotore, la navicella (o gondola) e la torre di sostegno.



Gli aerogeneratori presentano tre pale a profilo alare in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. Le pale, verniciate di colore chiaro, sono collegate ad un mozzo rigido formando il rotore.

Il mozzo è realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera per ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

La navicella – la cabina posta sulla sommità della torre, in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera – sostiene il mozzo del rotore e contiene il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT, l'albero di trasmissione lento, l'albero veloce e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo. Il rotore e la navicella formano la cosiddetta "turbina".

Il rotore, situato all'estremità dell'albero lento, è posto sopravento rispetto al sostegno, con velocità variabile tra circa 4 e 12 rpm atta a massimizzare la potenza e minimizzare le emissioni acustiche.

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.

I sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono durante il funzionamento per combinare la massima resa con il minimo carico.

L'aerogeneratore è dotato di due banderuole riscaldate a controllo incrociato per l'esatta corrispondenza dei segnali che forniscono una misurazione molto accurata della direzione del vento. La navicella, infatti, può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento (controllo di imbardata). L'esatto allineamento del rotore alla direzione del vento permette di ottimizzare la resa ed evitare carichi aggiuntivi sull'aerogeneratore causati da un flusso d'aria obliquo.

Rotore e generatore elettrico sono associati ad un moltiplicatore di giri affinché la lenta rotazione delle pale permetta una corretta alimentazione del generatore elettrico.

L'albero principale trasmette la potenza al generatore tramite un sistema di riduzione, composto da uno stadio planetario e 2 stadi ad assi paralleli. Da questo la potenza è trasmessa, tramite l'accoppiamento a giunto cardanico, al generatore.

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono trifase ad induzione con rotore a gabbia, di tipo DFIG (Directly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale di 690 V. È inoltre presente su ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 33.000 V.

Il generatore è collegato alla rete tramite un convertitore di frequenza PWM che consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabile, fornendo al contempo potenza costante. L'alloggiamento del generatore consente la circolazione dell'aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore. L'aria-acqua per lo scambio di calore avviene in uno scambiatore di calore esterno.

I dispositivi di controllo verificano il funzionamento della macchina, gestiscono l'erogazione dell'energia elettrica e l'arresto del sistema oltre certe velocità del vento per motivi di sicurezza (dovuti al calore generato dall'attrito del rotore sull'asse e/o a sollecitazioni meccaniche della struttura).

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono costantemente monitorate e controllate da diverse unità a microprocessore. Il sistema di controllo è posizionato nella gondola.

La torre di sostegno, con un diametro alla base pari a 4.70 m, è costituita da una struttura tubolare in acciaio di forma tronco-conica di colore chiaro, realizzata in 5 sezioni assemblate in sito tramite flange ad anello a forma di L, bullonate fra loro. Fondamenta in cemento armato fissano la torre al suolo, assicurando sicurezza e stabilità a tutta la struttura.

La torre è protetta dalla corrosione da un sistema di verniciatura multistrato.

Ogni tronco di torre è dotato di piattaforma di montaggio, scala con elementi di sostegno, sistema di illuminazione e sistema di illuminazione di emergenza in modo da rendere gli interventi di montaggio e di assistenza quasi completamente indipendenti dalle condizioni atmosferiche esterne.

Alla base della torre c'è una porta di accesso ed una scala montata all'interno e dotata di parapetti.

Il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore sono alloggiati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre così da minimizzare la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale.

L'aerogeneratore è dotato di due sistemi di frenata indipendenti in grado di fermare la macchina indipendentemente dall'inserimento dell'altro:

- Il sistema di controllo del passo delle pale, usato in tutte le attuazioni di fermata normale, che determina una frenata controllata con un minimo carico sull'intera struttura ruotando i bordi d'attacco delle pale in direzione del vento. Il meccanismo agisce in modo indipendente su ogni pala in modo da avere un sistema di sicurezza a tripla ridondanza: nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse mancare su due pale, la terza pala potrebbe ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi.
  - il disco freno idraulico, che interviene in situazioni molto critiche (di emergenza).
- Entrambi i sistemi frenanti saranno attivati in caso di sovravelocità del rotore.

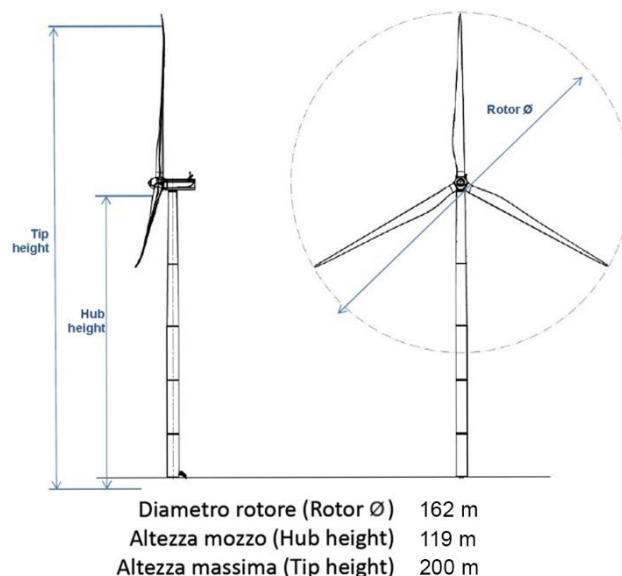


Figura 3: Vista aerogeneratore



## 4.2.2 Descrizione delle opere civili

### 4.2.2.1 Opere civili di fondazione

L'aerogeneratore andrà a scaricare gli sforzi su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo indiretto su pali.

Sulla scorta dei valori di sollecitazione che gli aerogeneratori trasmettono alle fondazioni e dei valori medi di portanza dei terreni, sono state previste fondazioni di tipo profondo dimensionate per resistere agli sforzi di ribaltamento e slittamento prodotti dalle forze agenti sulla torre.

La fondazione è stata dimensionata in funzione delle caratteristiche tecniche del terreno, derivanti da indagini geologiche in sito, e delle massime sollecitazioni trasmesse dall'aerogeneratore al terreno (il carico della macchina ed il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dall'azione cinetica delle pale in movimento) fornite dal costruttore.

La fondazione di ogni aerogeneratore, dimensionata in conformità alla normativa tecnica vigente, sarà costituita da un plinto in calcestruzzo gettato in opera (con resistenza caratteristica C35/45) a pianta circolare. Il plinto, di diametro pari a circa 24 m, sarà composto da un anello esterno a sezione tronco-conica con altezza variabile da 3 m (esterno gona aerogeneratore) a 0.5 m (esterno plinto) e sul basamento sarà realizzato un piano di montaggio dell'armatura in magrone dello spessore di 15 cm.

Il plinto poggerà su n. 12 pali del diametro di 0.8 m e della lunghezza di 10 m, posti a corona circolare ad una distanza di circa 11 m dal centro, realizzati in calcestruzzo armato.

All'interno del nucleo centrale sarà posizionato il concio di fondazione in acciaio che conetterà la porzione fuori terra in acciaio con la parte in calcestruzzo interrata.

La torre sarà ancorata alla fondazione tramite un concio di fondazione (un anello in acciaio). L'aggancio tra la torre ed il concio di fondazione sarà realizzato con l'accoppiamento delle due flange di estremità ed il serraggio dei bulloni di unione.

I calcoli strutturali andranno verificati in sede di progettazione esecutiva, pertanto potranno subire variazioni anche significative per garantire i necessari livelli di sicurezza, in termini sia di dimensioni (diametro platea, lunghezza e diametro pali) sia di forma (platea circolare/dodecagonale/..., numero pali) fermo restando le dimensioni di massima del sistema fondazione.

All'interno della fondazione sarà collocata una serie di tubi, tipicamente in PVC o metallici, che collegherà la torre dell'aerogeneratore al bordo della fondazione stessa; in questi condotti alloggeranno i cavi elettrici di interconnessione tra l'aerogeneratore e la sottostazione elettrica, i cavi di trasmissione dati ed i collegamenti di messa a terra.

Nel dintorno del plinto di fondazione, inoltre, verrà collocata una maglia di terra in rame, a cui saranno connesse tutte le masse metalliche dell'impianto, per disperdere nel terreno, nonché per scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute a fulmini atmosferici.

### 4.2.2.2 Attività di montaggio

Ultimate le fondazioni, l'installazione degli aerogeneratori in cantiere consta delle seguenti fasi principali:

