



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI PIETRAGALLA



COMUNE DI POTENZA



COMUNE DI VAGLIO BASILICATA

Committente:

EXENERGY s.r.l.s.
Via Principe Amedeo, n. 7 – 85010 Pignola (Pz)

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO
"PARCO EOLICO POGGIO D'ORO"

Titolo:

Relazione preliminare
sulle strutture

Tavola:

A.11

-Progettista Architettonico/Elettromecc.:

Ing. Paolo Battistella

-Committente:

-Responsabile V.I.A.:

Arch. Antonio De Maio



-Consulenza Geologica:

Dott. Geologo Viviani

0	Emissione	06/2019	MS	BP	Data: Giugno 2019
N°	REVISIONE	DATA	RED.	APPR.	

Committente:
EXENERGY S.r.l.s.

Via Principe Amedeo, 7 – 85010 Pignola (PZ)

Parco Eolico Poggio d'Oro
**RELAZIONE PRELIMINARE DELLE STRUTTURE
A11**

A. PREMESSA	2
B. TIPOLOGIE STRUTTURALI	3
B.1 FONDAZIONE	3
B.2 TORRE	7
B.3 NAVICELLA	9
C. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO E MODALITÀ DI CALCOLO	11
D. CRITERI DI VERIFICA.....	12

	Redatto	Note	Data
Emissione	P.Battistella		Giugno 2019

A. PREMESSA

Nella presente relazione vengono descritte le tipologie strutturali, gli schemi e i modelli di calcolo che vengono generalmente applicati agli impianti eolici.

Per quanto riguarda le scelte progettuali adottate, si rimanda alla relazione A15 "Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici".

Nella presente relazione, alla descrizione generale degli aerogeneratori o WTG (*Wind Turbine Generator*), fa seguito l'elenco della normativa tecnica di riferimento che fornisce indicazioni per i diversi aspetti della struttura.

Sono quindi indicati i criteri di verifica, che soddisfano la normativa Nazionale e confermano le valutazioni già effettuate da enti indipendenti che hanno precedentemente certificato le macchine.

Considerando come turbina di riferimento la macchina VESTAS modello V117 con Hh 91,5m, si riportano le caratteristiche principali:

Pale:

- ✓ Numero: 3
- ✓ Lunghezza: 58m
- ✓ Materiale: materiale composito a matrice epossidica rinforzata con fibra di vetro e carbonio

Rotore:

- ✓ Diametro 117 m
- ✓ Area spazzata 10.751 m²

Torre:

- ✓ Tubolare
- ✓ Altezza mozzo 91,5m

Generatore e convertitore di frequenza:

- ✓ generatore asincrono a doppia alimentazione.
- ✓ regime di rotazione variabile per un ottimo rendimento
- ✓ Potenza 4,2MW

B. TIPOLOGIE STRUTTURALI

Gli aerogeneratori sono essenzialmente costituiti da tre elementi:

1. fondazione;
2. torre;
3. navicella.

B.1 Fondazione

Le torri sono basate su plinti in calcestruzzo, costituiti da una lastra armata con lato e spessore dimensionati secondo la normativa italiana, che trasmettono al terreno momenti e forze provenienti dalla turbina.

La connessione tra torre e fondazione può avvenire mediante gabbia di tirafondi o mediante concio di base.

La gabbia di tirafondi viene immorsata nel calcestruzzo dopo il posizionamento ed il livellamento della flangia di interfaccia superiore. È solidale al plinto grazie ai ferri di armatura che attraversano la gabbia e che, con l'apporto della flangia inferiore, garantiscono la trasmissione delle sollecitazioni al calcestruzzo.

La gabbia è attraversata da tubazioni in resina per il passaggio dei cavi e dalla maglia di messa a terra.

Per la costruzione verrà effettuato uno scavo a sezione obbligata con dimensioni corrispondenti a quelle previste dal progetto. Dopo il getto del magrone si posa la parte inferiore delle armature. A seguire si posizionerà la gabbia di tirafondi, precedentemente assemblata in sito. Infine verrà completata l'armatura della parte superiore del plinto garantendo la continuità tra gabbia e corpo del plinto.

Si effettua la colata di calcestruzzo, e completata la maturazione s'installa la torre ed il resto della turbina.

Al termine della vita utile dell'impianto, la turbina verrà interamente rimossa, il plinto parzialmente demolito fino a -1m dal piano di campagna, e quindi ricoperto di terreno vegetale in quantità tale da consentire il ripristino delle condizioni preesistenti, e comunque di spessore di almeno 1 metro.

Seguono disegni rappresentativi con indicazione delle possibili soluzioni adottabili (sezioni).

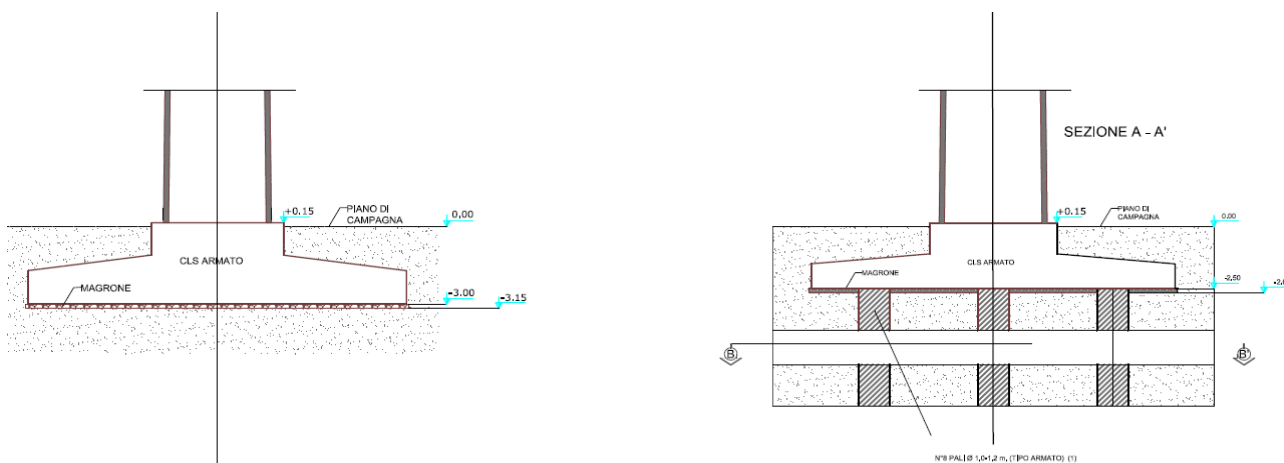


Figura 1 Tipico sezione fondazione (diretta e a pali)

L'esigenza di adottare una fondazione a pali è dettata dalle caratteristiche del terreno che verranno stabilite con appositi studi e con prelievi (carotaggi) su tutte le postazioni. Attualmente, con i dati a disposizione, si prevede l'utilizzo esclusivo di fondazioni dirette (senza pali).

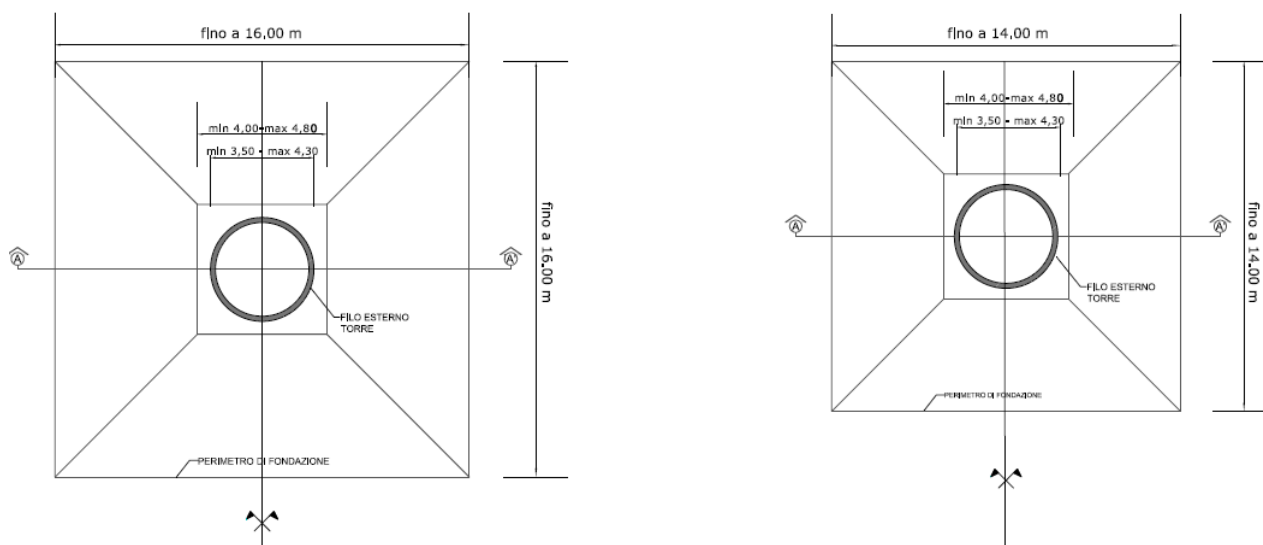


Figura 2 Tipico pianta fondazione (diretta e a pali)

A titolo di esempio, vengono riportati i disegni tipici forniti dal costruttore VESTAS per il modello V117.

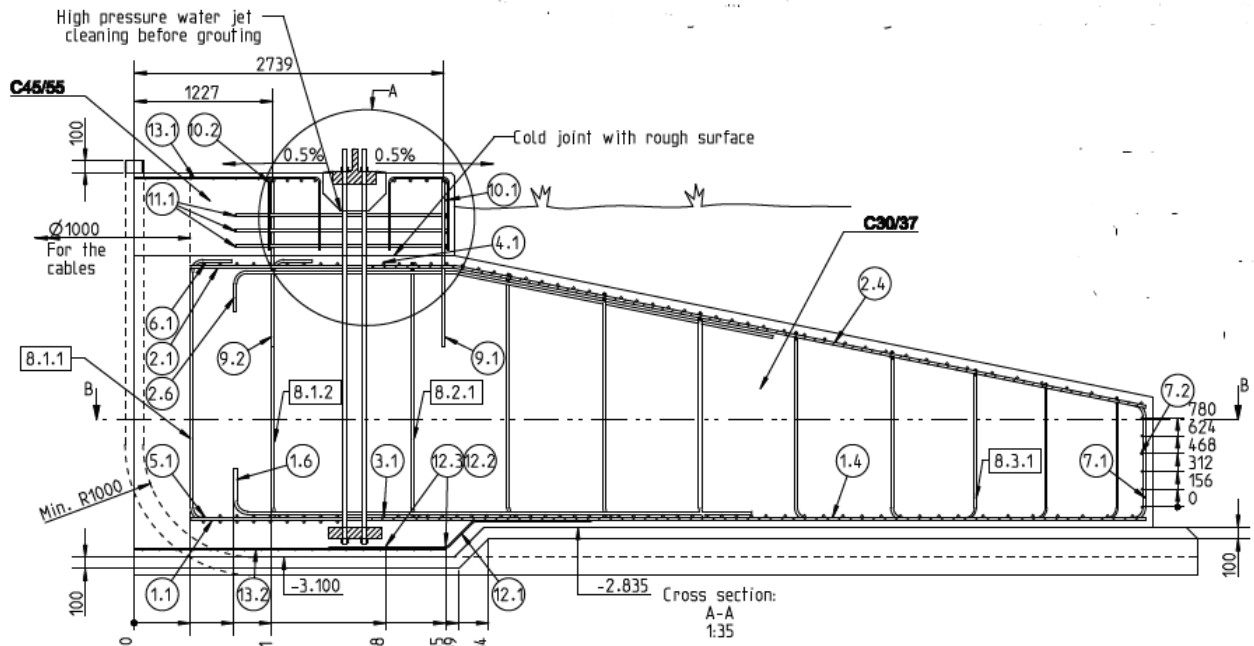


Figura 3 Sezione fondazione tipica VESTAS V117 con indicazione ferri di armatura

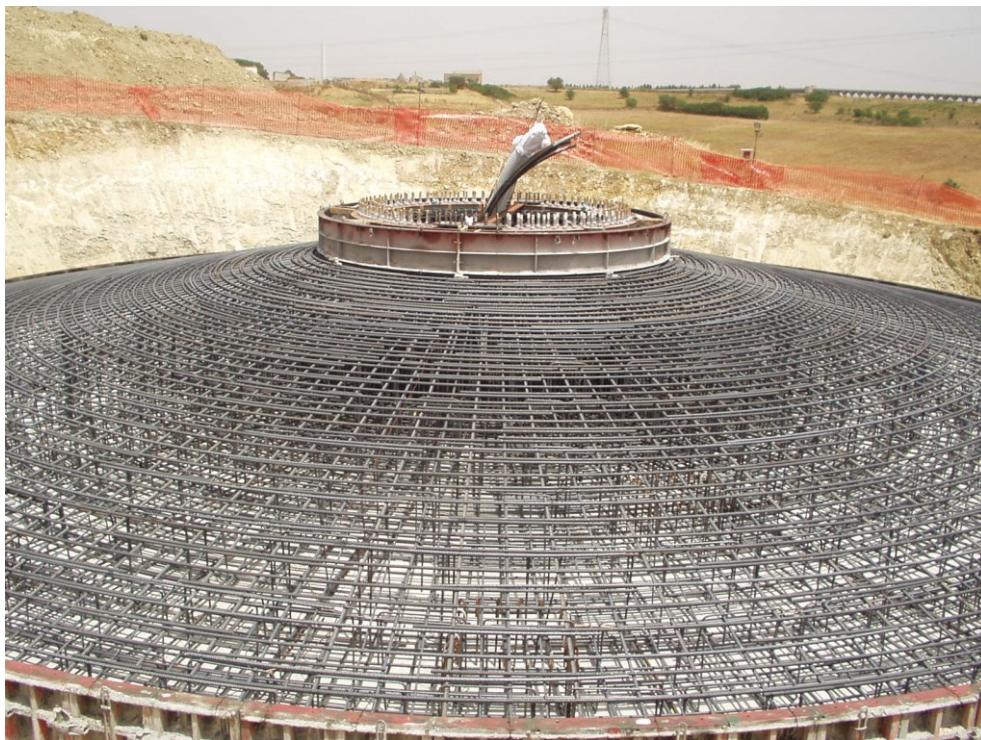


Figura 4 Esempio di plinto armato con gabbia di tirafondi



Figura 5 Plinto gettato e ricoperto con telo bagnato per ridurre il ritiro in caso di alte temperature

B.2 Torre

La torre ha il compito di sostenere la navicella dell'aerogeneratore sulla quale è montato il rotore costituito dalle tre pale. Essa ha quindi funzione di sostegno, ad un'altezza conveniente per raccogliere energia da un flusso con ridotta turbolenza, e quella di trasmettere al suolo le sollecitazioni. I costruttori generalmente mettono a disposizione un'ampia gamma di altezze, in relazione al diametro del rotore.

La struttura è tubolare, di forma conica o tronco-conica, caratterizzata da tratti di spessore uniforme e diametro esterno variabile linearmente con l'altezza.

Le torri a traliccio, adoperate spesso per le piccole turbine, non sono più adottate nel caso dei grandi aerogeneratori. La torre tubolare infatti è suddivisa in tre o più tratti che vengono assemblati in sito tramite bullonatura, perciò i vantaggi che ne derivano sono la maggior facilità di trasporto e costruzione e l'innalzamento può avvenire in tempi relativamente brevi.

Per la macchina di riferimento Vestas V117 la torre è tubolare in acciaio.

Il collegamento tra le diverse sezioni e tra torre e navicella, è effettuato tramite unione flangiata.



Figura 6 Montaggio secondo troncone torre



Figura 7 Montaggio secondo troncone torre



Figura 8 Montaggio secondo troncone torre

B.3 Navicella

La navicella, posta in cima alla torre, costituisce la macchina vera e propria. Gli elementi principali in essa contenuti sono mostrati nella figura seguente.

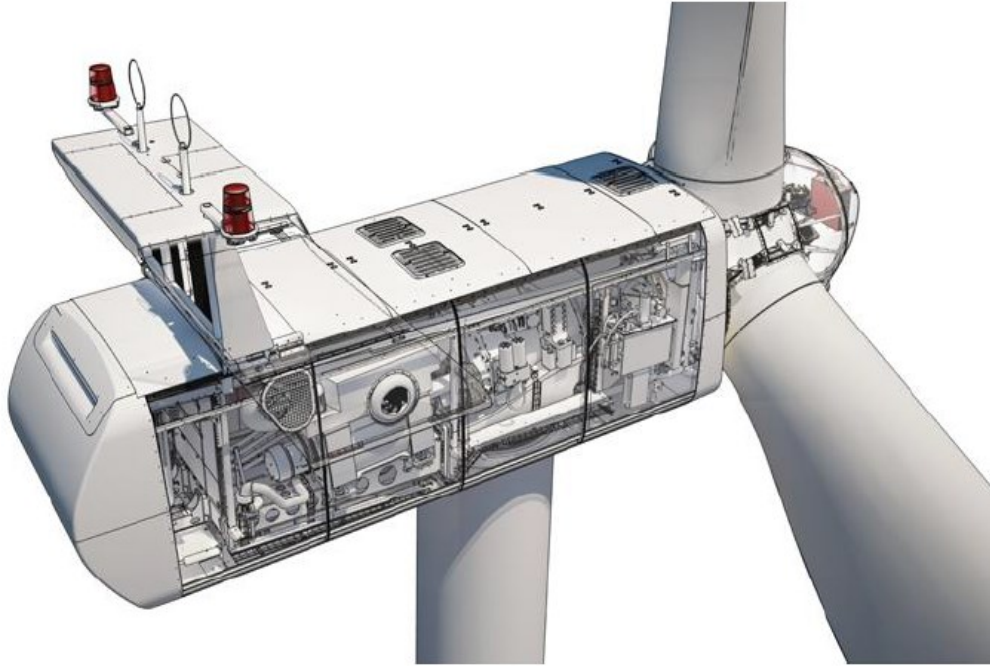


Figura 9 - Immagine dell'interno di una navicella.

Sul mozzo sono montate le tre pale; segue il sistema di trasmissione con l'eventuale moltiplicatore di giri, il generatore e il sistema di controllo.

Per una descrizione più dettagliata del sistema e delle soluzioni adottate, si veda la relazione A15 "Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici".

Il materiale utilizzato per le pale è la resina epossidica rinforzata con fibre di vetro; questo tipo di materiale, rispetto all'acciaio, ha minor costo di produzione, garantisce minor rumorosità e maggior resistenza a fatica.



Figura 10 Trasporto Navicella



Figura 11 Fasi di montaggio navicella Vestas

C. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO E MODALITÀ DI CALCOLO

Le turbine eoliche, o aerogeneratori, rientrano nella definizione di “macchina”, secondo la direttiva Macchine 2006/42/CE (Art.1 e 2). Esse ricadono perciò nel campo di applicazione di tale direttiva ed associate.

Gli aerogeneratori sono definiti inoltre dalla normativa nazionale CEI-EN 61400-1 - “Turbine eoliche, Parte 1: Prescrizioni di progettazione”, recepimento della IEC 61400-1, Ed.3:2005 -“Wind Turbines – Part 1: Design requirements”- e norme collegate.

Tale norma specifica infatti “..i requisiti essenziali di progettazione per assicurare l'integrità tecnica delle turbine eoliche”, con lo scopo di “..fornire un appropriato livello di protezione contro i danni derivanti da tutti i rischi durante il loro arco di vita previsto”. Le turbine perciò vengono progettate, costruite, collaudate, secondo le normative di cui sopra e vengono sottoposte nel loro complesso all'esame di enti indipendenti di certificazione che, in caso di esito positivo, emettono differenti certificati.

La verifica strutturale delle torri è effettuata secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni T.U. 2018.

Esse forniscono “i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.”

Per le eventuali indicazioni applicative, inoltre, permettono il riferimento ad altre normative di comprovata validità. “Quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme”.

D. CRITERI DI VERIFICA

La verifica strutturale delle torri è effettuata secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni T.U. 2008.

Esse forniscono “..i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.”

Per le eventuali indicazioni applicative, inoltre, permettono il riferimento ad altre normative di comprovata validità. “Quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme”.

In particolare, oltre alla già citata della IEC 61400-1, Ed.3:2005 -“Wind Turbines – Part 1: Design requirements”, le norme internazionali di riferimento sono le seguenti:

- IEC 61400-1 Ed.3 Amendment 1 - Wind Turbines-Part 1: Design requirements
- DIN 18800 (norma tedesca): Part 1 - “Structural steelwork, Design and construction” - nov.1990;
- DIN 18800 (norma tedesca): Part 4 - “Structural steelwork, Analysis of safety against buckling of shells” - nov.1990;
- Eurocode 3: “Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten” - apr.1992;
- Eurocode 2: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo” - sett.1995
- Eurocode 8 EN 1998;
- CEI 211-4 del '96 - “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”