



REGIONE  
PUGLIA



PROVINCIA  
BRINDISI



COMUNE  
TORRE SANTA  
SUSANNA



COMUNE  
ORIA



COMUNE  
ERCHIE

**Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica da ubicarsi in agro di Torre Santa Susanna (BR) e agro di Oria (BR) e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale ubicate nei comuni di Torre Santa Susanna ed Erchie (BR).**

Potenza nominale: 50,40 MW

ELABORATO

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI AEROGENERATORE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Progetto	Tipo documento	N° Elaborato	N° Foglio	N° Totale fogli	Nome file	Data	Scala
<b>PD</b>		<b>R</b>	<b>2.22</b>	<b>01</b>	<b>26</b>	R_2.22_CARATTWTG.pdf	03/2022	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
00	10/03/2022	1° Emissione	CIRROTTOLA	SPINELLI	AMBRON

PROGETTAZIONE:

**MATE System Unipersonale srl**

Via Papa Pio XII, n.8 70020 Cassano delle Murge (BA)  
tel. +39 080 5746758  
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it



**DIRITTI** Questo elaborato è di proprietà della Land and Wind S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

**RICHIEDENTE:**  
LAND AND WIND S.r.l.  
Contrada Pezzaviva s.n.c - Torre Santa Susanna  
72028 - BRINDISI.

Rappresentante Legale  
Dott. Greco Vito Antonio

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORRE SANTA SUSANNA (BR) E AGRO DI ORIA(BR) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE UBICATE NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA ED ERCHIE (BR).**

**Potenza Singolo WTG: 4.2 MW - Potenza complessiva: 50.4 MW**

**Numero di WTG: 12**

**COMMITTENTE:  
LAND AND WIND S.R.L.  
Contrada Pezzaviva  
72028 - Brindisi (BR)**

**PROGETTAZIONE a cura di:  
MATE SYSTEM UNIPERSONALE S.r.l.  
Via Papa Pio XII, 8  
70020 – Cassano delle Murge (BA)**

Ing. Francesco Ambron

**RELAZIONE TECNICA – CARATTERISTICHE AEREOGENERATORI**

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>	Formato: A4	
Data: 10/03/2022		Scala: n.a.	

## Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
2. COMPONENTI MECCANICHE .....	3
2.1. ROTORE .....	3
2.2. PALE .....	4
2.3. SISTEMA DI PASSO .....	4
2.4. MOZZO .....	5

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 1. INTRODUZIONE

La seguente relazione descrive le caratteristiche delle turbine eoliche scelte da progetto, il modello di turbina eolica EnVentus V150 – 4.2 MW a tre pale con diametro del rotore pari a 150 mt.

Tale turbina è del tipo sopravento regolata sul passo con imbardata attiva e un rotore a tre pale. Utilizza il concetto OptiTip e un sistema di alimentazione basato su un generatore a magneti permanenti e un convertitore a grandezza naturale.

Con queste caratteristiche, la turbina eolica è in grado di far funzionare il rotore a velocità variabile e mantenere la potenza in uscita pari, o comunque vicina, alla potenza nominale, anche nelle condizioni di vento ad alta velocità.

Quando il vento è a bassa velocità, il sistema OptiTip, insieme al sistema di alimentazione, collaborano per massimizzare la potenza erogata operando alla velocità del rotore e dell'angolo di beccheggio ottimali.

## 2. COMPONENTI MECCANICHE

La V150 – 4.2 MW è equipaggiata con un rotore di 150 m di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

Vediamo di seguito le varie componenti meccaniche che la compongono.

### 2.1. ROTORE

<b>Diametro</b>	<i>150 m</i>
<b>Velocità statica di rotazione</b>	<i>12,8 rpm</i>
<b>Velocità, intervallo dinamico di funzionamento</b>	<i>3 – 24.5 m/s</i>
<b>Direzione di rotazione</b>	<i>In senso orario (vista di fronte)</i>
<b>Orientamento</b>	<i>Sopravento</i>
<b>Tilt</b>	<i>inclinazione</i>
<b>Numero delle pale</b>	<i>3</i>
<b>Freni aerodinamici</b>	<i>Frange intere</i>

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.2. PALE

<b>Descrizione tipo</b>	Gusci a profilo alare vincolati ad una trave
<b>Lunghezza della pala</b>	Ca. 73 m
<b>Materiale</b>	Fibra di vetro rinforzata con fibre epossidiche e di carbonio
<b>Connessione delle pale</b>	Inserti in acciaio
<b>Profili</b>	Profilo ad alta portanza
<b>Corda massima</b>	4,0 m
<b>Lubrificazione cuscinetto</b>	Grasso, con pompa automatica di lubrificazione

## 2.3. SISTEMA DI PASSO

La turbina è equipaggiata con un sistema di passo per ogni pala e blocco di distribuzione, il tutto all'interno del mozzo. Ogni sistema di passo è connesso al blocco di distribuzione per mezzo di manicotti flessibili. Il blocco di distribuzione è connesso con i tubi dell'unità idraulica rotante di trasferimento nel mozzo mediante tre manicotti (linea pressione, linea di ritorno e linea di scolo).

Ogni sistema di passo consiste di un cilindro idraulico montato al mozzo ed un pistone a barra montato alla pala tramite una coppia di bracci ad asse. Valvole che facilitano le operazioni del cilindro di passo sono installate sul blocco di passo bullonate direttamente sul cilindro.

<b>Tipo</b>	idraulico
<b>Numero</b>	1 per pala
<b>Intervallo</b>	Da -9° a 90°

<b>Sistema idraulico</b>	
<b>Pompa principale</b>	Due pompe ad olio ridondanti con ingranaggi interni

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>Pressione</b>	260 bar
<b>Filtrazione</b>	3 µm (valore assoluto)

## 2.4. MOZZO

Il mozzo supporta le tre pale e trasferisce le forze di reazione al cuscinetto principale e la torsione alla scatola del cambio. La struttura del mozzo supporta anche i cuscinetti della pala e il cilindro di passo.

<b>Tipo</b>	Corpo del mozzo a palla di ghisa
<b>Materiale</b>	Ghisa

## 2.5. ASTA PRINCIPALE

L'asta principale trasferisce le forze di reazione al cilindro principale e la torsione alla scatola del cambio.

<b>Descrizione tipo</b>	Tubo cavo
<b>Materiale</b>	Ghisa

## 2.6. SCATOLA DEL CUSCINETTO

La scatola del cuscinetto principale lo copre, ed è il primo punto di connessione per la connessione del basamento. Il materiale di cui è composta è la ghisa.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.7. CUSCINETTO PRINCIPALE

Il cuscinetto principale trasmette tutti i carichi di spinta.

<b>Tipo</b>	Doppia fila di cuscinetti a sfera
<b>lubrificazione</b>	Lubrificazione automatica per mezzo di grasso

## 2.8. SCATOLA DEL CAMBIO

L'ingranaggio principale converte la rotazione di bassa velocità del rotore a quella veloce del generatore. La scatola del cambio è un differenziale a quattro stadi dove i primi tre sono di tipo epicicloidale e il quarto è di tipo elicoidale.

Il freno a disco è montato sull'asse dell'alta velocità. Il sistema di lubrificazione della scatola del cambio è un sistema alimentato a pressione.

<b>Tipo</b>	Differenziale, tre stadi epicicloidali + uno elicoidale
<b>Alloggiamento materiale del cambio</b>	Getto
<b>Rapporto</b>	1:113,2
<b>Potenza meccanica</b>	3300 kW
<b>Sistema di lubrificazione</b>	Pompa ad olio riempita da una tanica esterna a gravità
<b>Volume totale dell'olio del cambio</b>	Approssimativamente 1170 l
<b>Codici dell'olio di pulizia</b>	ISO 4406-/15/12
<b>Guarnizioni di tenuta</b>	labirinto

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.9. CUSCINETTI DEL GENERATORE

I cuscinetti sono lubrificati con grasso e questo è fornito in modo continuato da una unità automatica di lubrificazione.

## 2.10. GIUNTO AD ALTA VELOCITA'

Il giunto trasmette la torsione in uscita dall'asse di alta velocità della scatola del cambio all'asse del generatore. Il giunto è composto da 4 pacchetti di giunzioni laminate ed un tubo intermedio in fibra di vetro con flange metalliche. Il giunto è dotato di due mozzi sul disco del freno e il mozzo del generatore.

## 2.11. SISTEMA DI OSCILLAZIONE

Il sistema di oscillazione è un sistema attivo basato sul concetto di cuscinetto piano con PEPT come materiale di frizione.

<b>Sistema di oscillazione</b>	
<b>Tipo</b>	Sistema di supporto piano
<b>Materiale</b>	Anello di oscillazione forgiato a caldo. Cuscinetti PETP piani
<b>Velocità di imbardamento (50 Hz)</b>	0,46°/sec.
<b>Velocità di imbardamento (60 Hz)</b>	0,6°/sec.

<b>Marcia di oscillazione</b>	
<b>Tipo</b>	Tre stadi epicicloidale ed uno ellittico
<b>Numero delle marcie</b>	8
<b>Rapporto totale</b>	944:1
<b>Velocità di rotazione a pieno carico</b>	1,4 rpm all'albero di uscita

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.12. GRU

La navicella contiene una gru di carico di servizio. La gru è un sistema unico a paranco.

<b>Capacità di sollevamento</b>	Massimo 990 kg
<b>Fornitura di potenza</b>	3 x 400 v, 10 A

## 2.13. TORRI

Torri tubolari con flange di connessione, certificate con le specifiche e correnti approvazioni, sono disponibili in differenti altezze standard. Le torri sono progettate con la maggioranza delle connessioni saldate sostituite da supporti magnetici per ottenere delle torri rinforza e lisce. I magneti forniscono il supporto in una direzione orizzontale ed interna, così come piattaforme, scale etc. sono supportate verticalmente (per esempio nella direzione della forza di gravità) da connessioni meccaniche. Il design liscio delle torri riduce l'esigenza di maggiore spessore metallico, rendendo la torre più leggera se comparata ad altre con saldature interne dei gusci. Le altezze del mozzo elencate includono una distanza dalla sezione di fondazione al livello del terreno di approssimativamente 2 m dipendendo dallo spessore della flangia in basso, ed una distanza dalla flangia più in alto al centro del mozzo di 2,2 m.

<b>Tipo</b>	Tubolare cilindrico/conico
<b>Altezza mozzo</b>	105 m
<b>Materiale</b>	Acciaio

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.14. NAVICELLA: BASAMENTO E COPERTURA

La copertura della navicella è realizzata in fibra di vetro. Portelli di accesso sono posti al piano per l’abbassamento o l’innalzamento di equipaggiamento alla navicella a per l’evacuazione del personale. la sezione di piano è equipaggiata con sensori di vento e lucernari, i lucernari possono essere aperti sia dall’interno della navicella che dall’esterno per accedere al piano o fuori alla navicella stessa. È possibile accedere alla navicella dalla torre attraverso il sistema di oscillazione. Il basamento della navicella è in due parti è consiste in un getto di ghisa per la parte frontale, e di una struttura a trave per quella posteriore. La parte frontale del basamento della navicella svolge la funzione di portare il mozzo principale di trasmissione (il mozzodi alta velocità) e trasmette le forze dal rotore alla torre tramite il sistema di oscillazione. La superficie inferiore lavorata e connessa al cuscinetto di oscillazione, e le otto marcie di oscillazione sono bullonate alla base della navicella. Le travi della gru sono attaccate alla cima della struttura. Le aste in basso della struttura a trave sono connesse al termine della parte posteriore. La parte posteriore del basamento serve come supporto ai pannelli di controllo, il sistema di raffreddamento ed il trasformatore. La copertura della navicella è montata sul basamento.

Descrizione tipo	Materiale
<b>Copertura della navicella</b>	GRP
<b>Parte anteriore del basamento</b>	Getto di ghisa
<b>Parte posteriore del basamento</b>	Struttura reticolare

## 2.15. SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO TERMICO

Il sistema di condizionamento termico è costituito da pochi solidi componenti.

- Il Vestas Cooler Top® sistemato in cima alla parte posteriore conclusiva della navicella. Il Vestas Cooler Top® è un flusso libero di raffreddamento, per tanto assicurando non esserci componenti elettrici nel sistema posizionato fuori dalla navicella.
- Il liquido del primo sistema di raffreddamento, che serve la scatola del cambio e il sistema idraulico, attivato da una singola pompa elettrica;
- Il liquido del secondo sistema di raffreddamento, che serve i sistemi del generatore e del convertitore, azionato da una singola pompa elettrica;
- Il trasformatore ad aria compressa costituito da un ventilatore elettrico;
- Il raffreddamento ad aria compressa della navicella composto di due ventilatori elettrici.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

### **2.15.1. GENERATORE E CONVERTITORE DI RAFFREDDAMENTO**

Il generatore e il convertitore dei sistemi di raffreddamento operano in parallelo. Un sistema dinamico di valvole di flusso montate nel circuito di raffreddamento del generatore divide il flusso di raffreddamento. Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dall'unità del generatore e del convertitore usando un radiatore a libero flusso d'aria posizionato in cima alla navicella. In aggiunta al generatore, l'unità del convertitore ed il radiatore, il sistema di circolazione include una pompa elettrica ed una valvola termostatica a tre vie.

### **2.15.2. SCATOLA DEL CAMBIO E RAFFREDDAMENTO IDRAULICO**

Il generatore ed il sistema idraulico di raffreddamento sono accoppiati in parallelo. Una valvola dinamica di flusso, montata nel circuito di raffreddamento della scatola del cambio, divide il flusso di raffreddamento. Il liquido di raffreddamento rimuove il calore dalla scatola del cambio e dall'unità idraulica di potenza attraverso scambiatori di calore e un radiatore a flusso libero di aria posizionato in cima alla navicella. In aggiunta agli scambiatori di calore ed il radiatore, il sistema di circolazione include una pompa elettrica e una valvola termostatica a tre vie.

### **2.15.3. RAFFREDDAMENTO DEL TRASFORMATORE**

Il trasformatore è equipaggiato con un raffreddamento ad aria forzata. Il sistema di ventilazione consiste di un ventilatore centrale, piazzato di sotto il piano di servizio e un condotto guida l'aria sotto ed in mezzo agli avvolgimenti dell'alto e basso voltaggio del trasformatore.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 2.15.4. RAFFREDDAMENTO DELLA NAVICELLA

L'aria calda generata dagli equipaggiamenti meccanici ed elettrici viene rimossa dalla navicella per mezzo di due ventole posizionate in ogni lato della stessa. Il flusso d'aria entra attraverso una presa d'aria nel basso della navicella. Le ventole ruotano a bassa od alta velocità a seconda della temperatura all'interno della navicella.

## 3. CARATTERISTICHE ELETTRICHE

### 3.1. GENERATORE

Il contenitore del generatore è costruito con un cilindro e dei canali. I canali circolano il liquido di raffreddamento attorno al corpo dello statore:

<b>Tipo</b>	Sincrono con magneti permanenti
<b>Potenza nominale</b>	4,5 MW
<b>Frequenza [fN]</b>	145 Hz
<b>Tensione Statore [UNs]</b>	3 X 710 V (@ 1450 rpm)
<b>Numero di poli</b>	12
<b>Tipo dell'avvolgimento</b>	Impregnante pressurizzato sotto vuoto
<b>Connessione dell'avvolgimento</b>	Stella
<b>Efficienza nominale (solo generatore)</b>	98%
<b>Velocità nominale</b>	1450 giri/minuto
<b>Limite di fuori giri in accordo con IEC (2 minuti)</b>	2400 giri/minuto
<b>Livello delle vibrazioni</b>	≤ 1,8 mm/s
<b>Cuscinetto del generatore</b>	Ibrido/ceramico

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>Sensori di temperatura , statore</b>	3 sensori PT 100 posizionati nei punti caldi e 3 di riserva
<b>Sensori di temperatura, cuscinetti</b>	1 per cuscinetto ed uno di riserva per ognuno
<b>Classe di isolamento</b>	H (3 kV)
<b>Allegato</b>	IP 54

### 3.2. CONVERTITORE

Il convertitore è un sistema convertitore su larga scala che controlla sia il generatore che la qualità della potenza messa in rete.

Il convertitore consiste in quattro unità convertitrici che lavorano in parallelo con un controllore comune.

Il convertitore controlla la conversione della frequenza variabile della potenza dal generatore in una frequenza fissata AC di potere con i desiderati livelli di potere attivo e reattivo (ed altri parametri di connessione alla rete) adatti per la rete. Il convertitore è posizionato nella navicella ed ha una griglia laterale di tensione di 720 V.

Esso ha un potere nominale apparente di 4700 kVA e valore di tensione nominale della rete pari a 720 V.

### 3.3. TRASFORMATORE BT/MT

Il trasformatore di elevazione è posizionato in una stanza chiusa a parte nellanavicella con un interruttore di corrente montato sul lato dell'alta tensione del trasformatore. Il trasformatore è a due avvolgimenti, tre fasi, tipo a a secco auto estinguente. Gli avvolgimenti sono delta connessi sul lato dell'alta tensione, se non diversamente specificato, l'avvolgimento della bassa tensione è connesso a stella. Il sistema di bassa tensione dal generatore tramite il convertitore è un sistema TN – S, il che significa che il punto a stella è connesso a terra.

Il trasformatore è equipaggiato con 6 sensori PT 100 per la misurazione delle temperature del nucleo e degli avvolgimenti nel tri fase. La fornitura di potenza supplementare è data da un trasformatore 650/400 V separato posizionato nella navicella.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>Descrizione tipo</b>	Getto di resina a secco
<b>Tensione primaria [UN]</b>	30 kV
<b>Tensione secondaria [UNs]</b>	3 x 720 V
<b>Potenza nominale apparente [SN]</b>	4700 kVA
<b>Senza perdita di carico [P0] (tolleranze IEC)</b>	6,6 kW

<b>Trasformatore BT</b>	
<b>Tensione avvolgimento secondario</b>	3 x 720 V
<b>Potere Nominale Apparente</b>	4700 kVA
<b>Perdite di carico (@ 120° C) [PN] (tolleranze IEC)</b>	24,5 kW
<b>Senza potenza di carico reattiva [Q0]</b>	12 kWAr
<b>Piena potenza di carico reattiva [QN]</b>	285 kWAr
<b>Gruppo vettore</b>	Dyn5
<b>Frequenza [fN]</b>	50 Hz
<b>Prese MT</b>	±2 x 2,5 %
<b>Corrente di inserzione</b>	6 – 10 x In <b>dipendendo dal tipo</b>
<b>Impedenza di corto circuito (tolleranze IEC)</b>	8% @ 720 V, 4700 kVA, 120°C
<b>Impedenza corto circuito di tensione [Uk p-s1]</b>	8.0 %
<b>Impedenza corto circuito di tensione (Resistivo) [Uk rp-s1]</b>	0.7 %
<b>Impedenza corto circuito di tensione omopolare [Uk0 p-s1]</b>	7.7 %
<b>Impedenza corto circuito ditensione omopolare (Resistivo)</b>	0.7 %

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.22	<b>Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori</b>		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>[Uk0 rp-s1]</b>	
<b>Classe d'isolamento</b>	F
<b>Classe climatica</b>	C2
<b>Classe ambientale</b>	E2
<b>Classe di comportamento al fuoco</b>	F1

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

### 3.4. CAVO MT TURBINA

Il cavo di media tensione corre dal trasformatore nella navicella giù per la torre al quadro collocato al fondo della stessa. Il cavo di alta tensione è un cavo con nucleo quadripartito, isolato in gomma, libero da alogeni.

Cavo composto ad alta tensione isolato	Etilpropilene (EP) migliorato, basato su materiali EPR o alto grado di etilpropilene in gomma HEPR
Sezione del conduttore	3 x 70/70 mm <sup>2</sup>
Massimo voltaggio	42 kV per 22.1-35 kV tensione nominal e

### 3.5. QUADRO MT

Il quadro di media tensione per la connessione alla rete interna MT è collocato alla base della torre.

<b>Tipo isolamento</b>	<b>di</b>	Isolato a gas SF6
<b>Frequenza Nominale</b>		50Hz
<b>Tensione Nominale</b>		30 kV
<b>Tensionemassima isolamento</b>	<b>di</b>	36 kV
<b>Corrente</b>	<b>di</b>	25 kA

### 3.6. SISTEMA AUSILIARIO

Il sistema ausiliario è alimentato da un trasformatore 650/400 V separato, localizzato nella navicella. Tutti i motori, le pompe, i ventilatori e i riscaldatori sono alimentati da questo sistema.

Tutti gli apparecchi a 230 V sono alimentati da un trasformatore 400/230 V localizzato alla base della torre.

<b>Monofase (Navicella e piattaforme della torre)</b>	230 V (16 A)/110 V (16 A) 2 x 55 V (16)
---	--

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>Trifase (Navicella e base della torre)</b>	3 x 400 V (16 A)
---	------------------

### 3.7. SENSORI DI VENTO

La turbina è equipaggiata con due anemometri ultrasonici senza parti mobili. I sensori sono incorporati a caldo per minimizzare le interferenze con ghiaccio e neve. I sensori di vento sono ridondanti, e la turbina può operare con un unico sensore.

<b>Tipo</b>	FT02LT
<b>Principio</b>	Risonanza acustica
<b>Incorporato a caldo</b>	99 W

### 3.8. VMP (VESTAS MULTI PROCESSOR) - CONTROLLORE

La turbina è controllata e monitorata da un sistema di controllo VMP6000.

Il VMP6000 è un sistema di controllo multiprocessore costituito da quattro processori principali (base, navicella, mozzo e converter), interconnessi da una rete ottica Mbit ArcNet.

In aggiunta ai quattro processori principali, il VMP6000 è composto da un numero distribuito di moduli I/O interconnessi da una rete CAN a 500 kbit. I moduli I/O sono connessi ai moduli dell'interfaccia CAN da una serie di circuiti CTBus.

Il sistema di controllo VMP6000 serve le seguenti principali funzioni: Monitoraggio e supervisione complessiva delle operazioni.

- Sincronizzazione del generatore alla rete durante le sequenze di connessione.
- Funzionamento della turbina durante varie situazioni di errore. Controllo di passodelle pale.
- Controllo del potere di reazione e operazione di variazione di velocità. Controllo delle emissioni sonore.
- Monitoraggio delle condizioni ambientali. Monitoraggio della rete.
- Monitoraggio del sistema di detenzione dei fumi.

### 3.9. GRUPPO DI CONTINUITA'

L'UPS è equipaggiata con un converter AC/DC; DC/AC e celle di batterie collocate nella stessa cabina del converter. Durante le interruzioni della rete, l'UPS alimenta le unità a 230 V AC. Il tempo di riserva per il sistema UPS è proporzionale al consumo di energia.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori	Formato: A4	
Data: 10/03/2022		Scala: n.a.	

## 4. SISTEMA DI POTEZIONE DELLA TURBINA

### 4.1. CONCETTO DI FRENATA

Il freno principale sulla turbina è aerodinamico. L'arresto della turbina è fatto per mezzo della rotazione delle pale (rotazione individuale per singola pala). Ogni pala ha un accumulatore che fornisce l'energia per la rotazione. La frenata della turbina è inoltre supportata da un resistore di frenata che è connesso al magnete permanente del generatore durante il rallentamento. Questo assicura che il momento è mantenuto, per esempio, durante una situazione di perdita della rete. In aggiunta, c'è un disco per la frenata meccanica sull'albero dell'alta velocità del cambio con un sistema idraulico dedicato. Il freno meccanico è usato solamente come un freno di sosta e quando sono attivi i pulsanti per l'arresto d'emergenza.

### 4.2. PROTEZIONI DA CORTOCIRCUITO

<b>Interruttori</b>	<b>Interruttore per energia ausiliaria T4L 250 A TMD4P 690 V</b>	<b>Interruttore per i moduli del convertitore T7M1200 L PR332/P LSIG !000 A 3P 690 V</b>
<b>Potere d'interruzione nominale nominale di servizio</b>	70 kA@690 V	50 kA@690 V
<b>Potere di interruzione estremo</b>	154 kA@690 V	105 kA@690 V

### 4.3. PROTEZIONE DELLA SOVRAVELOCITA'

Le velocità del generatore e dell'albero veloce sono registrati da sensori ad induzione e calcolati da un controllo del vento per la protezione contro la sovravelocità ed errori di rotazione (eccentricità). In aggiunta, la turbina è equipaggiata con un sistema PLC di sicurezza, un modulo computer indipendente che misura la velocità del rotore. In caso di situazione di fuori giri, il

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

sistema PLC di sicurezza attiva la rotazione delle tre pale in posizione di sicurezza, indipendentemente dal sistema di controllo della turbina.

<b>Tipo dei sensori</b>	Induttivo
<b>Livello di scatto</b>	17.66 (rpm Rotore)/2000 (rpm Generatore)

#### 4.4. PROTEZIONE DI MESSA A TERRA PER LE PALE, LA NAVICELLA, IL MOZZO E LA TORRE

Il Sistema di messa a terra aiuta a proteggere la turbina contro i danni fisici causati dai colpi di fulmine. Il sistema consiste di cinque parti principali:

- Recettori dei fulmini;
- Sistema di conduzione verso il basso;
- Protezione contro la sovra tensione e la sovra corrente;
- Schermatura contro i campi elettrici e elettromagnetici;
- Sistema di messa a terra.

Parametri Progettuali della Protezione di Messa a Terra			Livello di Protezione I
<b>Valore della Corrente di Picco</b>	I max	[kA]	200
<b>Impulso di carica</b>	Q impulso	[C]	100
<b>Durata della carica</b>	Q lunghezza	[C]	200
<b>Carica totale</b>	Q totale	[C]	300
<b>Energia Specifica</b>	W/R	[MJ/Ω]	10
<b>Pendenza media</b>	Di/dt	[kA/μs]	20

#### 4.5. EMC SYSTEM

La turbina ed il relativo equipaggiamento adempiono alla legislazione dettata dal EU Elettromagnetic Compatibility (EMC):

- DIRECTIVE 2004/108/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF
- THE COUNCIL del 15 dicembre 2005 sulla approssimazione delle leggi degli Stati membri circa la compatibilità elettromagnetica che abroga la direttiva 89/336/EEC.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 4.6. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra della Vestas è costituito da un numero di elettrodi di messa a terra individuali interconnessi come un unico sistema. Il sistema di messa a terra della Vestas include il sistema TN e il sistema di protezioni contro i fulmini per ogni singola turbina. Esso funziona come un sistema di distribuzione di media tensione entro la centrale eolica. Il sistema di messa a terra della Vestas è adattato per i differenti tipi di fondazioni delle turbine. Un insieme separato di documenti descrive il sistema di messa a terra in dettaglio, indipendentemente dal tipo di fondazione. In termini di protezione della turbina dai fulmini, Vestas non ha un requisito separato per una certa minima resistenza a terra per questo sistema. L'impianto di terra per il sistema di protezione dai fulmini è basata sul progetto e la costruzione del sistema di messa a terra della Vestas. Una parte primaria del sistema di messa a terra Vestas è il collettore principale di terra posizionata dove tutti i cavi entrano nella turbina. Tutti gli elettrodi di messa a terra sono ad esso connessi. Inoltre sono realizzate delle connessioni equipotenziali per tutti i cavi in entrata o in uscita dalla turbina. Le specifiche richieste dal sistema di messa a terra Vestas e le descrizioni del lavoro sono minime. I requisiti locali e nazionali, così come i requisiti di progetto, possono richiedere misure aggiuntive.

## 4.7. PROTEZIONE DELLA CONNESSIONE

La classificazione della corrosione concorda con la ISO 12944 – 2.

Protezione dalla corrosione	Aree esterne	Aree interne
Navicella	C5	C3 e C4
Mozzo	C5	C3
Torre	C5 - I	C3

## 5. CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO E LINEE GUIDA DELLE PRESTAZIONI.

Il clima e le condizioni del sito comprendono molte variabili e dovrebbero essere considerate nella valutazione delle prestazioni della turbina. Il progetto e i parametri operativi stabiliti in

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

questa sezione non costituiscono garanzie, o rappresentazione delle performance in riferimento ai siti specifici.

## 5.1. CONDIZIONI DEL SITO E CLIMA

Valori riferiti all'altezza del mozzo:

<b>Parametri estremi</b>	
<b>Condizioni climatiche del vento</b>	<b>IEC IIA</b>
<b>Intervallo della Temperatura Ambiente (temperature standard della turbina)</b>	-40° a +5 0°C
<b>Velocità Estrema di Vento (media di 10 minuti)</b>	42,5 m/s
<b>Velocità del vento limite al danno (3 raffiche al secondo)</b>	59,5 m/s

<b>Parametri medi di progetto</b>	
<b>Condizioni climatiche del vento</b>	<b>IEC IIA</b>
<b>Velocità del vento</b>	8,5 m/s
<b>Fattore - A</b>	9,59 m/s
<b>Fattore di forma - C</b>	2,0
<b>Intensità di turbolenza secondo IEC 61400 – 1, inclusa la turbolenza della Wind Farm (@ 15 m/s – 90% quantile)</b>	18%
<b>Vento di taglio</b>	0,20
<b>Angolo di flusso (verticale)</b>	8°

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 5.2. CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO – TEMPERATURA E VENTO

I valori sono riferiti all'altezza del mozzo e sono determinate per mezzo di sensori e del sistema di controllo della turbina.

<b>Intervallo della temperatura Ambiente (Standard)</b>	- 20° a + 40°
<b>Avvio</b>	3 m/s
<b>Arresto</b>	25 m/s
<b>Riavvio (10 minuti di media)</b>	23 m/s

NB: a temperature ambiente superiori + 40°C, la manterrà la produzione, ma l'energiamassima d'uscita sarà ridotta in funzione della temperatura (massimo 1.0 MW@-45°C).

## 5.3. CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO – CONNESSIONE ALLA RETE

I valori sono riferiti all'altezza del mozzo e sono determinate per mezzo di sensori e del sistema di controllo della turbina.

### INVILUPPO OPERATIVO – CONNESSIONE ALLA RETE

<b>Tensione Nominale di fase</b>	[Unp]	650 V
<b>Frequenza Nominale</b>	[fN]	50/60 Hz
<b>Salto di Tensione massimo in Fase Stazionaria</b>	$\pm 2\%$ (dalla turbina) $\pm 4\%$ (dalla rete)	
<b>Gradiente Massimo di Frequenza</b>	$\pm 4$ HZ/sec.	
<b>Tensione massima di sequenza negativa</b>	3% (connessione) 2% (funzionamento)	

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

<b>Livello Minimo di Corto</b>	15 MVA
<b>Circuito</b>	
<b>Contributo Massimo di corto</b>	1.05 p.u. (Continuo) 1.45 p.u. (Picco)
<b>circuito</b>	
<b>Impostazioni delle protezioni</b>	
<b>Tensione Nominale oltre il 110% per 60 sec.</b>	715 V
<b>Tensione Nominale oltre il 115% per 2 sec.</b>	748 V
<b>Tensione Nominale oltre il 120% per 0,08 sec.</b>	780 V
<b>Tensione Nominale oltre il 125% per 0.005 sec.</b>	812 V
<b>Tensione Nominale sotto il 90% per 60 sec.</b>	585 V
<b>Tensione Nominale sotto il 85% per 11 sec.</b>	552 V
<b>Frequenza oltre il 106% per 0,2 sec.</b>	53/63,6 Hz
<b>Frequenza oltre il 94% per 0,2 sec.</b>	47/56,4 Hz

#### **5.4. CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO – POTENZA DI CAPACITA' REATTIVA**

La potenza di capacità reattiva a pieno carico sul lato dell'alta tensione del trasformatore MT è approssimativamente: 0,90/0,90 capacitivo/induttivo.

L'energia reattiva è prodotta dal convertitore completo. I tradizionali condensatori, quindi, non sono usati nella turbina.

NB: l'energia reattiva in condizioni di funzionamento a vuoto potrebbe essere ridotta fino al 50% a causa dei vincoli del sistema di raffreddamento.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori	Formato: A4	
Data: 10/03/2022		Scala: n.a.	

## 5.5. AUTOCONSUMO

Il consumo di energia elettrica da parte della turbina è definito come l'energia usata dalla stessa quando non è provvista di energia dalla rete. Ciò è definito nel sistema di controllo come Produzione 0. I seguenti componenti hanno ampia influenza sull'auto consumo:

<b>Motore idraulico</b>	2 x 15 kW
<b>Motori di imbardata 8 x 2,2 kW</b>	17,6 kW
<b>Riscaldamento acqua</b>	10 kW
<b>Pompe dell'acqua</b>	2,2 + 5,5 kW
<b>Riscaldamento olio</b>	7,9 kW
<b>Pompa d'olio per la lubrificazione della scatola del cambio</b>	10 kW
<b>Tutti gli altri controlli</b>	Massimo approssimativamente 3 kW
<b>Perdita del trasformatore HV a non pieno carico</b>	Massimo 6,6 kW

## 5.6. CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO – CONDIZIONI PER LA CURVA DI POTENZA E I VALORI DI CT ALL'ALTEZZA DEL MOZZO

<b>Vento di taglio</b>	0,00 – 0,30 (10 minuti di media)
<b>Intensità di turbolenza</b>	6 – 12% (10 minuti di media)
<b>Pale</b>	pulite
<b>Pioggia</b>	No
<b>Ghiaccio o Neve sulle Pale</b>	No
<b>Bordo principale</b>	Nessun danno
<b>Terreno</b>	IEC 61400 – 2 - 1
<b>Angolo di flusso Verticale</b>	0 ± 2°
<b>Frequenza di rete</b>	Frequenza nominale ± 0,5 Hz

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

## 6. FONDAZIONI TURBINE

Particolare importanza riveste la fondazione che deve sopportare le notevoli sollecitazioni statiche e dinamiche prodotte dalle turbine. Oltre al considerevole peso che gli aerogeneratori concentrano su una superficie molto piccola, sono rilevanti le tensioni orizzontali prodotte sul terreno dovute alla spinta orizzontale del vento su una superficie pari a quella spazzata dalle pale, provenendo il vento da ogni direzione. A queste condizioni di carico si sommano quelle dovute ai probabili eventi sismici; pertanto la fondazione è costituita da un plinto armato tale da evitare fenomeni di punzonamento, dimensionato per resistere agli sforzi di slittamento e di ribaltamento (cfr. elaborati grafici di progetto).

### 6.1. PLINTO DI FONDAZIONE

Negli elaborati grafici è rappresentato il tipologico della fondazione calcolata per la turbina VESTAS V150 da 4,2 MW con mozzo a 105 metri di altezza. Il calcolo e il progetto sono realizzati partendo da alcune assunzioni di base. Assunzioni per il terreno:

- Angolo di attrito di 35°. Densità minima di 18.8 KN/m<sup>3</sup>.
- Coesione = 0 KPa;
- Assenza di acqua superficiale.
- Rigidezza rotazionale minima: 30 GNM/barra eguale a un modulo dinamico di elasticità di 8000 KN/ m<sup>2</sup> (v = 0.35) per la sabbia, o di 4000 KN/ m<sup>2</sup> (v = 0.340) per l'argilla.
- Massima compressione plastica: 303 KN/ m<sup>2</sup>, costante sull'area di sostituzione, con un PSF di 1.35 sul vento, 0.9 sul peso della torre e del rinterro, 1.0 sul peso della fondazione.
- Massima compressione elastica del terreno di 250 KN/ m<sup>2</sup> con PSF uguale a 1.0 per tutti i carichi.

Specifiche:

- Tutti i lavori sono effettuati in accordo all'Euro Codice 2: "EN 1992-1-1-2004 Progettazione di Strutture in Calcestruzzo", e l'Euro Codice 7: "EN 1997-1 Progettazione geotecnica"

La gabbia d'ancoraggio, tra torre e fondazione, inclusi i bulloni, viene fornita dalla Vestas come unità montata. La gabbia d'ancoraggio è impostata sul livello di pulizia e regolata per l'aggiustamento della posizione, verticale e orizzontale, per mezzo di bulloni di aggiustamento al livello della flangia più bassa. Durante la colata, che può essere fatta simultaneamente dentro e fuori la gabbia, molta attenzione dev'essere impiegata perché la gabbia non si sposti e che la flangia in basso sia a completo contatto con il calcestruzzo. Il peso della flangia è di 10325 kg.

### 6.2. CALCESTRUZZO

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 - Brindisi (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System Unipersonale S.r.l. Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: RT 2.22	Relazione Tecnica – Caratteristiche Aereogeneratori		Formato: A4
Data: 10/03/2022			Scala: n.a.

I lavori in calcestruzzo sono in accordo con l'ENV 13670 – 1 “Esecuzione Delle Strutture In Calcestruzzo – Parte I” Il calcestruzzo dev'essere composto, mescolato e preparato in accordo con l'EN 206 – 1-

- Classe di resistenza: C30/37 per il plinto; C45/55 per il piedistallo.
- Classe di esposizione: xC4 / xD1/ xS1 / xF3 / xA2.
- Taglia massima della ghiaia: 32 mm.
- Densità del calcestruzzo minima richiesta per la stabilità: 2221 kg/m<sup>3</sup>.
- Rivestimento: C<sub>nom</sub> = 65+/-10 contro forma o livello di pulizia, e C<sub>nom</sub> = 100+/-10 controterra.
- Il controllo di qualità del calcestruzzo dev'essere in accordo alla EN

206-1.Rinforzi.

5500 classe B o C in accordo con la EN 10080 con un F<sub>yk</sub> minimo = 500 N/mm<sup>2</sup>.Malta.

Malta non termoretraibile con una resistenza minima a compressione di 100 N/mm<sup>2</sup>. La resistenza minima a compressione di post tensione di 92 N/mm<sup>2</sup>, a dopo un giorno: 10 N/mm<sup>2</sup> (Malta2).

La Malta 2 e la sigillatura sono fornite dalla Vestas.  
Condizioni del terreno che devono essere soddisfatte.

- Densità di riempimento di 16.2 KN/m<sup>3</sup>.
- Il peso del riempimento è incluso nella stabilità e non deve essere rimosso.
- Il massimo livello di acqua superficiale deve essere uguale a 0. Nessun drenaggio è richiesto.

Il tipo della fondazione descritto ha forma circolare. Più frequentemente il plinto di fondazione adoperato ha forma quadrangolare o ottagonale.

Il plinto in oggetto ha forma circolare. A scopo esemplificativo si veda la “Relazione preliminare sulle strutture”, che riporta il calcolo preliminare della fondazione tipo dell'aerogeneratore VESTAS V150 da 4,2 MW, adottato in questo progetto.