

REGIONE SARDEGNA

Città metropolitana di Sassari

COMUNE DI SASSARI



1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	26/05/2023	LO PRESTI I.	LO PRESTI I.	FURNO C.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	19/05/2023	LO PRESTI I.	LO PRESTI I.	FURNO C.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente:

SASSARI EOLICA S.R.L.

Via Napo Torriani 17/A – 22100 Como (CO) – P.IVA/C.F. 03921560136 – Pec: sassarieolica@pec.it

Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione



Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409

Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

PARCO EOLICO DI "SASSARI"

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Cesare Furno
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6130 sez. A

Elaborato:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C21002S05-PD-RT-11-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4


Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.




Documento informatico firmato digitalmente
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.2

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. GENERALITA'.....	4
2.1. Descrizione generale	4
2.2. Oggetto dei lavori	4
3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO.....	5
3.1. Scavi.....	5
3.2. Plinto di fondazione.....	5
3.3. Torre di sostegno.....	8
3.4. Navicella	9
3.5. Rotore	11
3.6. Sistema di controllo e sistema elettrico	14
3.7. Sistemi di sicurezza.....	15
3.8. Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC)	15
4. DATI TECNICI TURBINE	16
5. SPECIFICA TECNICA CAVI A 36 kV DI COLLEGAMENTO.....	23
5.1. Messa a terra dello schermo dei cavi a 36 kV	25
5.2. Giunti e terminali per cavi a 36 kV	25
6. SPECIFICA TECNICA CABINA ELETTRICA.....	25
7. SPECIFICA TECNICA QUADRI A 36 kV	26
8. SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO.....	27
9. SISTEMA SERVIZI AUSILIARI	27
10. RETE DI TERRA	27
10.1. Rete di terra aerogeneratori	28
10.2. Rete di terra connessione aerogeneratori	29
10.3. Rete di terra cabina di consegna	29

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.3

1. PREMESSA

Su incarico della SASSARI EOLICA S.r.l., la società Antex Group Srl e la Società Geotech S.r.l. hanno redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nel comune di Sassari (SS), la prima riguardo la progettazione ambientale e civile, la seconda riguardo la progettazione elettrica della connessione in cavo interrato a 36 kV alla Rete di Trasmissione Nazionale del Parco Eolico "Sassari Eolica".

Il Parco Eolico in progetto, da ubicarsi nel Comune di Sassari, sarà costituito da 5 aerogeneratori da 5,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 28 MW.

L'elettrodotto 36 kV in cavo interrato collegherà l'impianto suddetto alla RTN partendo dalla cabina utente 36 kV ubicata nei pressi dell'aerogeneratore 4 e arrivando alla futura SE 150/36 kV della RTN "Fiumesanto 2" in comune di Sassari. Il progetto di tale Stazione Elettrica è in carico ad altro produttore.


Nello specifico la soluzione tecnica minima generale indicata da TERNA per la connessione dell'impianto di produzione "Sassari Eolica" alla RTN per una potenza in immissione pari a 28 MW prevede, come indicato nella lettera P20220091076-18.10.2022, che il Parco Eolico venga collegato in antenna a 36kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto – Porto Torres" di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Le attività di progettazione definitiva civile e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali e pone a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, Antex possiede un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato.

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.4

2. GENERALITA'

2.1. Descrizione generale

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica. Un insieme di più aerogeneratori, dislocati in una determinata area e collegati tra loro tramite una rete di cavidotti, costituisce un parco eolico a sua volta collegato ad una Stazione Elettrica dove viene fatta confluire tutta l'energia prodotta per poi essere distribuita alla Rete Elettrica Nazionale.

L'energia eolica è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia cinetica del vento non provocando emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente.


Gli aerogeneratori previsti in progetto sono costituiti da quattro elementi principali:

- Plinto di fondazione;
- Torre di sostegno;
- Navicella con organi meccanici di trasmissione;
- Rotore a tre pale.

La fondazione ancora la turbina, contribuendo a scaricare su di esso tutte le forze agenti su di esso. La torre sostiene la navicella e smorza le forze provocate dalla rotazione delle pale e dall'orientamento della navicella. La navicella contiene tutte le apparecchiature necessarie alla conversione dell'energia del vento (meccanica) in energia elettrica: l'albero lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il trasformatore, il sistema di controllo e gli ausiliari.

2.2. Oggetto dei lavori

Oggetto del presente documento è la descrizione, sulla base delle specifiche tecniche, di tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.5

3. COMPONENTI DELL'IMPIANTO

3.1. Scavi

L'area interessata dalla realizzazione del parco eolico sarà oggetto di scavi per l'esecuzione delle opere di fondazione delle torri, dei manufatti a servizio dell'impianto, per la posa dei cavi elettrici e dei sottoservizi.

Gli scavi di fondazione delle torri saranno a sezione ampia, di forma parallelepipedica, con base quadrata avente lato di 27,00 m e con profondità di circa 4,50 m.

Gli scavi dei manufatti saranno a sezione ampia e di dimensioni ricavabili dalle tavole di progetto con profondità tale da raggiungere una quota che garantisca la sicurezza del manufatto stesso e da non interessare il terreno vegetale.

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi, avranno profondità di 1,1 metri e larghezza variabile da 0,24 a 1,18 metri, come da progetto, in funzione delle terne presenti nello stesso scavo per i cavi a 36 kV.

Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque rinvenienti dalla superficie non abbiano a riversarsi nei cavi. Ove necessario si adotteranno sbadacchiature ed opere provvisorie per il puntellamento delle pareti, costituite da tavole orizzontali di spessore minimo di 5 cm fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatocchi trasversali contro le pareti dello scavo.

I materiali rinvenienti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere.

Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro.

I materiali rinvenienti dagli scavi a sezione ampia, realizzati per l'esecuzione delle fondazioni, potranno essere utilizzati in parte per la realizzazione delle strade nell'ambito del cantiere, in parte trasportati a rifiuto in discarica autorizzata.

L'armatura sarà realizzata con tavole orizzontali aventi lunghezza minima di 4 m e spessore minimo di 5 cm. Le tavole verranno fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatocchi trasversali contro le pareti dello scavo.


3.2. Plinto di fondazione

Nella progettazione delle opere di fondazione si deve assicurare che il piano di posa sia situato ben al di sotto della coltre del terreno vegetale e dallo strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali; inoltre il piano di posa deve garantire il riparo da fenomeni di erosione superficiale delle opere di fondazione in oggetto. Si sottolinea che le strutture di fondazione in oggetto, non risultando in vicinanza di manufatti esistenti, non influenzeranno il comportamento di altri manufatti.

Il piano di posa sarà opportunamente regolarizzato con conglomerato cementizio magro.

Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

- Azioni dovute al peso proprio;
- Azioni dovute ai carichi permanenti;
- Azione del vento;
- Azione termica;

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.6

- Azione sismica (ai sensi delle NTC 2018).

Ai fini della progettazione delle strutture di fondazione saranno tenute in conto le seguenti combinazioni, per avere i casi di verifica più severi.

- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento.
- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento + azione sismica.

Inoltre per le fondazioni delle torri verranno effettuate:

- la verifica di stabilità a ribaltamento, assicurando che il momento ribaltante sia minore del momento stabilizzante;
- la verifica di stabilità alla traslazione, assicurando che la risultante delle forze alla traslazione siano minori della risultante delle forze che si oppongono alla traslazione;
- la verifica della portanza del terreno di fondazione, assicurando che la portanza del terreno sia maggiore della tensione massima;
- verifica dei cedimenti assoluti e differenziali.

La fondazione di ciascun aerogeneratore sarà costituita da un plinto in calcestruzzo di cls armato di forma tronco-conica con diametro pari a 23,10 m ed altezza pari a 4,3 m (fig. 1)

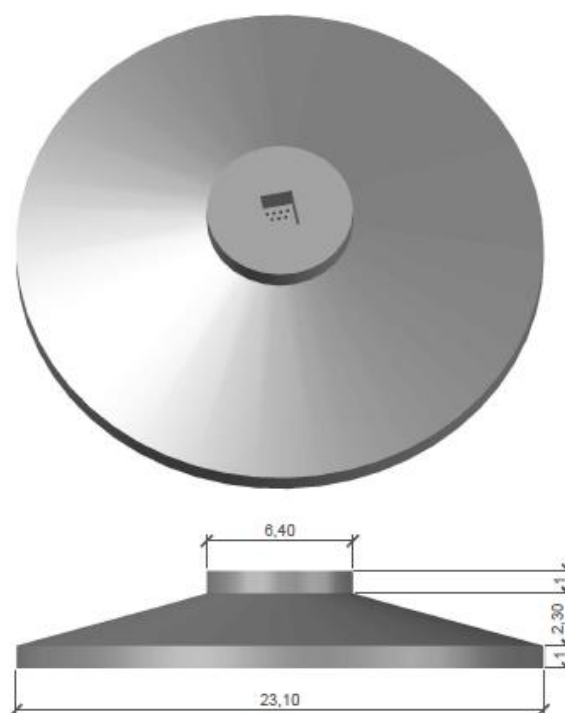



Figura 1 Fondazione Tipo

All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una flangia superiore di ripartizione dei carichi ed una flangia inferiore di ancoraggio (fig. 2). Entrambe le flange sono dotate di due serie concentriche fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza e, a quella superiore tramite un giunto bullonato, verrà unito il modulo tubolare di base della torre stessa.

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.7

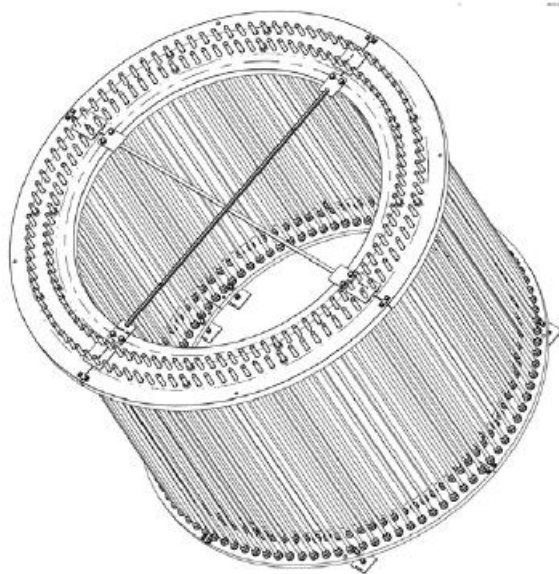


Figura 2 Sistema di ancoraggio della torre annegato nella fondazione

Le dimensioni del plinto scaturiscono da un pre-dimensionamento che dovrà essere opportunamente confermato in sede di progetto esecutivo.

I materiali da utilizzare saranno, salvo diverse prescrizioni del progetto esecutivo:


- Calcestruzzo C 20/25 per il magrone;
- Acciaio per armatura c.a. B450C;
- Calcestruzzo ad alta resistenza C 35/45 additivato per raggiungere una consistenza di grado S5 per il plinto;
- Calcestruzzo ad altissima resistenza C 45/55 additivato per raggiungere una consistenza di grado S4 per il colletto del concio di base;
- Malta cementizia con nanotecnologie ad alta resistenza del tipo Masterflow 9002 per l'inghisaggio della flangia superiore del sistema di ancoraggio di base.

Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra.

Il sito di ciascuna torre sarà oggetto di puntuali indagini finalizzate a determinare la successione stratigrafica, la natura degli strati e le caratteristiche geologiche-geotecniche di ciascuno strato, la presenza di fenomeni carsici e di eventuali sacche di materiale incoerente non compatibile con le sollecitazioni indotte dalle sovrastrutture e necessarie, quindi, di preventiva bonifica.

Per la progettazione si sono applicate le nuove N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modificazioni.

Per quanto attiene i materiali, in particolare la classe della miscela di calcestruzzo da utilizzare, oltre alle caratteristiche di resistenza meccanica necessarie per la sicurezza strutturale in relazione alle sollecitazioni agenti, dovranno considerarsi le caratteristiche dell'ambiente di posa in opera in relazione ai rischi di corrosione delle armature o di attacco chimico

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.8

connesse, per soddisfare i requisiti di durabilità dell'opera.

3.3. Torre di sostegno

La torre di sostegno di tipo tubolare avrà una struttura in acciaio ed un'altezza complessiva fino all'asse del rotore pari a 125 m, con forma tronco-conica, e sarà costituita da sei tronchi. Le diverse sezioni saranno ottimizzate per lunghezza, diametro e peso allo scopo di assicurare anche un peso adeguato al trasporto. Il collegamento tra le singole sezioni sarà realizzato in cantiere tramite flange bullonate fra loro. Il design dei tubi in acciaio è scelto in modo tale da permettere una combinazione modulare dei segmenti alle altezze al mozzo necessarie. Le sezioni di cui si compone la torre saranno realizzate in officina quindi trasportati e montati in cantiere. La protezione dalla corrosione necessaria è realizzata da un rivestimento a più strati da sistemi di verniciatura conformi alla specificazione di protezione dalla corrosione.

Le singole sezioni della torre saranno dotate di relative piattaforme di montaggio, sistemi di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza. Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di dispositivi anticaduta e/o ascensore di servizio.

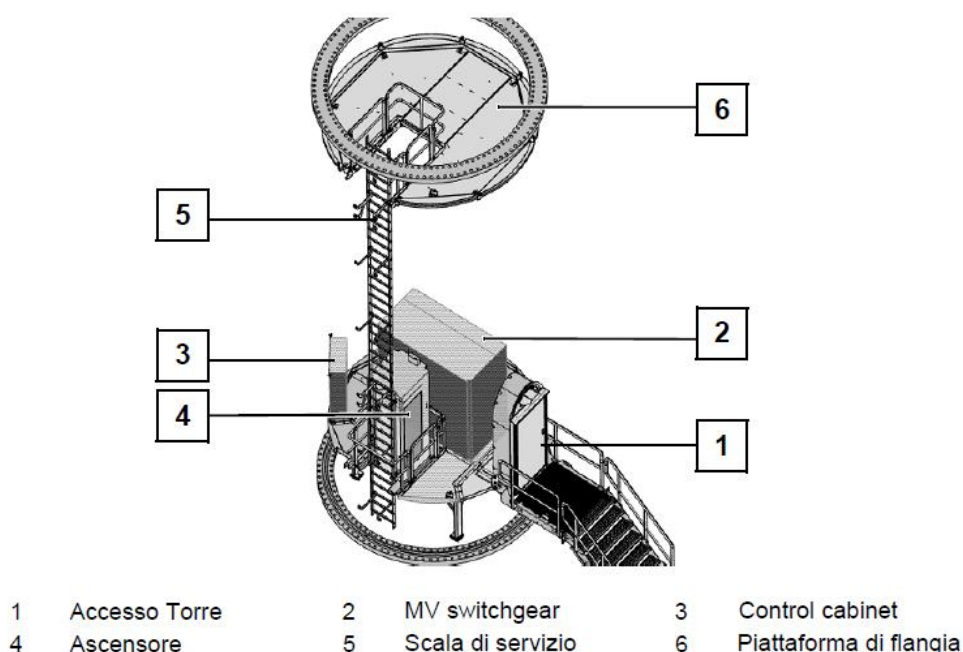



Figura 3 Particolare tipo del primo modulo della torre con apertura per l'accesso

Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di dispositivi anticaduta e/o ascensore di servizio. In corrispondenza di ogni tronco della torre, è prevista una piattaforma di sosta (piattaforma di flangia) che interrompe la salita; internamente l'illuminazione della torre viene garantita con continuità da un sistema di emergenza. Per evitare di raggiungere frequentemente la navicella attraverso la scala, i sistemi di controllo del convertitore (MV switchgear) e di comando (Control Cabinet) dell'aerogeneratore sono posizionati su una piattaforma alla base della torre. Dalla navicella l'energia prodotta viene trasportata ai quadri a base torre attraverso cavi

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.9

schermati che scendono in verticale all'interno di una passerella.

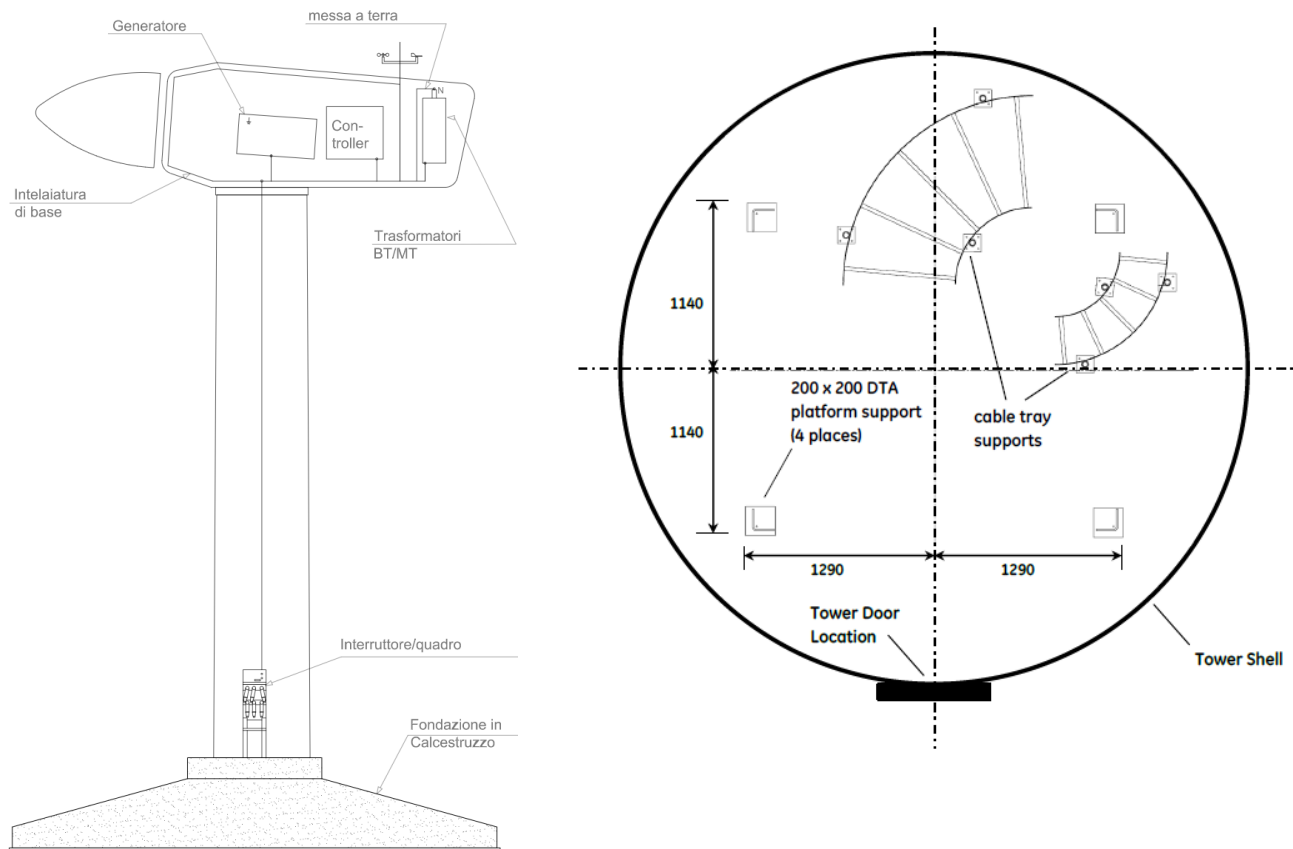


Figura 4 Disposizione tipo degli elementi interni di un aerogeneratore

Tutti i segnali di controllo infine vengono trasmessi alla navicella attraverso cavi a fibre ottiche. Per garantire la protezione alla corrosione, la torre sarà rivestita con un sistema di verniciatura multistrato in conformità alla norma EN ISO 12944; tutte le saldature saranno verificate a raggi X o con equivalenti sistemi ad ultrasuoni. La finitura esterna della struttura sarà di colore chiaro tipo RAL 7035.

3.4. Navicella

La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata.

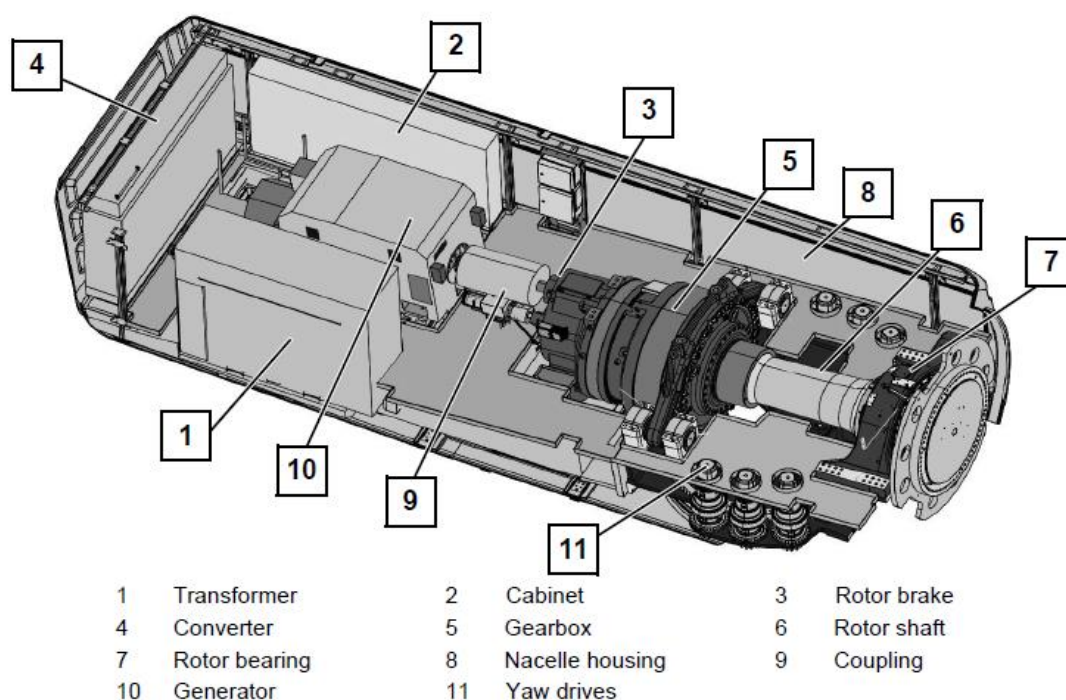


Figura 5 Navicella e sua composizione interna tipo Vestas V162

La sospensione su tre punti del gruppo di trasmissione con un cuscinetto centrale del rotore e due supporti elastici a sostegno della scatola ingranaggi, nella sua configurazione a cono inclinato, permette di ottenere una costruzione leggera e molto compatta del basamento che, seppure in acciaio saldato, ha tuttavia un alto grado di rigidità. L'alta impedenza del basamento rigido apporta un efficace disaccoppiamento dei rumori originati dalla scatola degli ingranaggi. Tutti i componenti sono assemblati modularmente sul basamento. Ciò consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione.

La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri; il generatore è del tipo asincrono, a doppia alimentazione, tensione ai morsetti pari a 750 V e frequenza di 50/60 Hz; la potenza nominale massima è di 6000 kW. L'ogiva è grande a sufficienza per consentire di accedere direttamente, dalla navicella, ai sistemi di controllo del passo, situati all'interno del mozzo, per eseguire la manutenzione. Per l'assorbimento acustico l'intera navicella è rivestita di materiale fonoassorbente.

3.5. Rotore

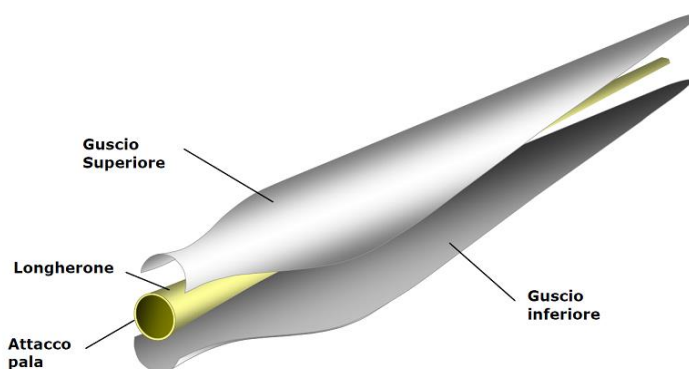
Il rotore è costituito da un mozzo (hub) e da 3 pale ad esso ancorate. Il diametro del rotore, per le macchine in progetto, è pari a 162 m mentre le singole pale hanno una lunghezza di 79,35 m. Queste ultime sono fabbricate in materiale composito formato da fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio rinforzate.

La pala del rotore viene testata staticamente e dinamicamente in conformità alle linee guida IEC 61400-23 e DNVGL-ST-0376(2015).

Blades	V162
Blade Length	79.35 m
Maximum Chord	4.3 m
Chord at 90% blade radius	1.57 m
Type Description	Structural airfoil shell
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)
Blade Connection	Steel roots inserted
Airfoils	High-lift profile

Figura 6 Dati delle pale

Al fine di ottimizzare il livello di rumore, le pale possono essere dotate di dentellature. Tali elementi sono costituiti da più componenti in plastica grigio chiaro con lunghezze comprese tra 0,3 e 0,5 m fissati al bordo posteriore delle lame.



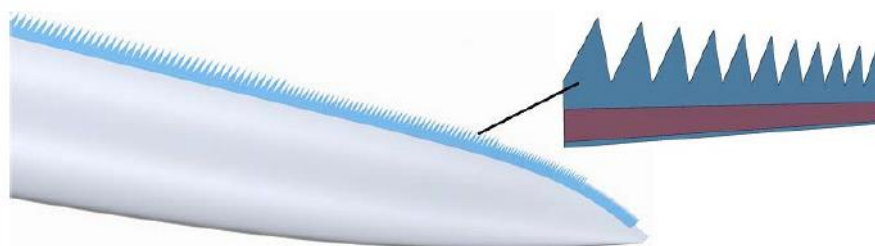


Figura 7 Particolare costruttivo della pala e delle dentellature (opzionali) di ottimizzazione del livello di rumore

La velocità di rotazione prevista va da un minimo di 4,3 rpm ad un massimo di 12,1 rpm. Associato ad un sistema di regolazione del passo delle pale (pitch system), il rotore garantisce le migliori prestazioni possibili, infatti, si può adattare alla specifica della rete elettrica e, nello stesso tempo, ridurre le emissioni acustiche. Il sistema di regolazione del passo serve a regolare l'angolazione delle pale del rotore in funzione dati di input del sistema di controllo.

Rotor	V162
Diameter	162 m
Swept Area	20611 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	4.3-12.1 rpm
Rotational Direction	Clockwise (front view)
Orientation	Upwind
Tilt	6°
Hub Coning	6°
No. of Blades	3
Aerodynamic Brakes	Full feathering

Figura 8 Dati Rotore

Le pale sono costruite con un profilo alare che ottimizza la produzione di energia in funzione della velocità variabile del vento. Per offrire il minore impatto possibile al paesaggio ed all'ambiente, le pale saranno verniciate con colore tipo RAL 7035. Per le segnalazioni di sicurezza aerea e di visibilità, quando previsto, il Tip-End (le estremità delle stesse) delle pale potrà avere una colorazione RAL 2009 (traffic orange) o RAL 3020 (traffic red). È previsto un sistema parafulmine integrato che protegge le pale dalle scariche atmosferiche.

Considerando l'altezza della torre ed il diametro del rotore, in ogni caso, l'altezza totale massima dell'aerogeneratore (TIP) non supererà i 206,00 m circa.

L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto (drive train) è il mozzo (hub).

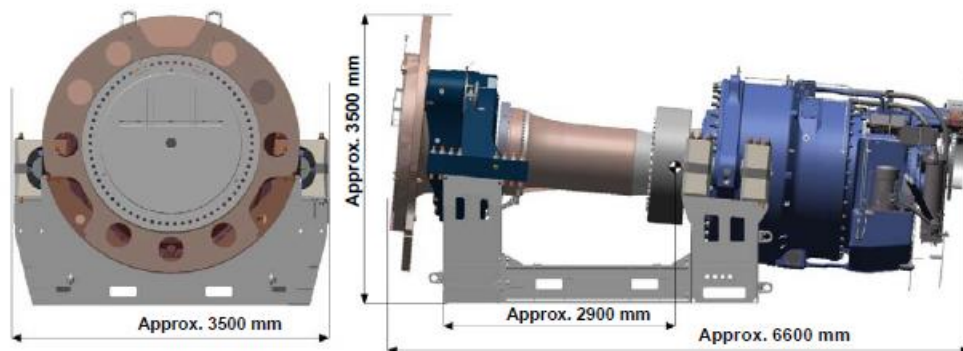


Figura 9 Sistema di trasmissione del moto (Drive Train)

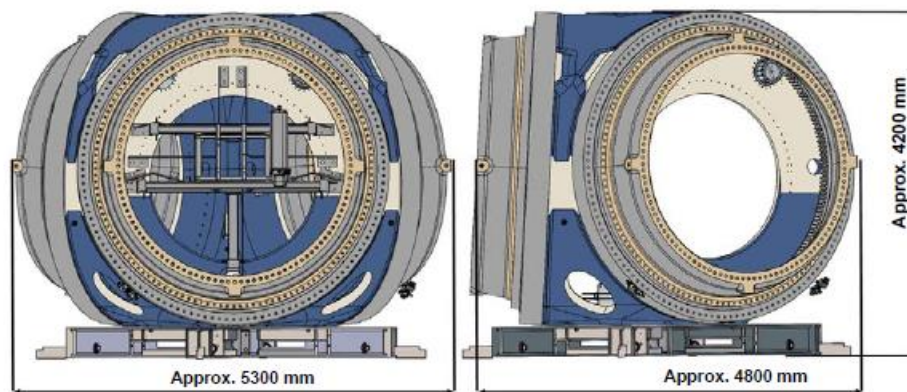


Figura 10 Mozzo (Hub)

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.

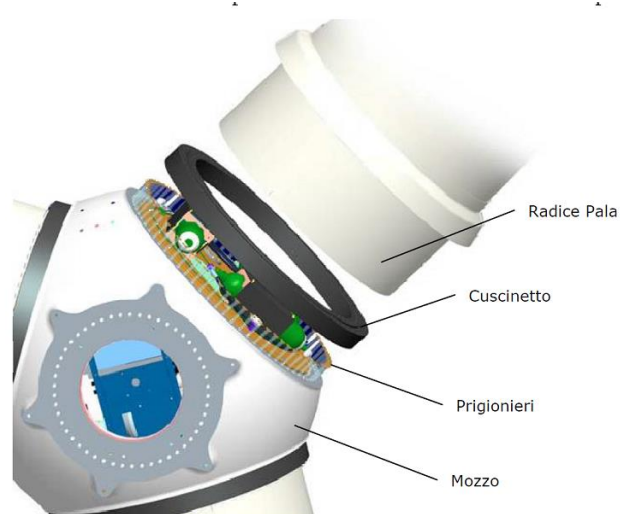



Figura 11 Particolare del collegamento tra il mozzo e la pala

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.14

Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato con una struttura in unica fusione a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute. La costruzione sferoidale combina elevata resistenza meccanica e duttilità.

Durante il funzionamento, i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Nel caso in cui la velocità del vento sia bassa il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante.

Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità.

Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua e agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti tramite un ingranaggio a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso.


Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio, i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. In condizioni climatiche di bufera, il sistema di controllo posiziona le pale del rotore nella configurazione a bandiera, ad incidenza aerodinamica nulla. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre.

3.6. Sistema di controllo e sistema elettrico

Ogni funzione dell'aerogeneratore viene monitorata e controllata attraverso un sistema connesso in tempo reale ad un Programmable Logic Controller (PLC). I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso sensori di cavi a fibre ottiche. I dati raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.15

quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo. Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. Con questo tipo di sistema di controllo, è possibile monitorare tutte le componenti l'impianto anche a distanza, attraverso un computer collegato in remoto. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto. Il sistema di controllo è inoltre strutturato a vari livelli, ognuno protetto da password.

Tra il rotore e lo statore è collegato un convertitore tramite il quale viene variata la frequenza delle grandezze rotoriche in modo da realizzare il funzionamento a velocità variabile. La trasmissione della potenza dall'albero lento al generatore elettrico avviene tramite un moltiplicatore. La strategia di controllo aerodinamico utilizzata è il Pitch System che consente di ottimizzare la potenza erogata diminuendo o aumentando l'efficienza aerodinamica delle pale a seconda delle condizioni di ventosità.

Il generatore è protetto da una capsula che lo riveste completamente. Il calore prodotto viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti. Il convertitore è controllato da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso.

3.7. Sistemi di sicurezza

Le turbine eoliche Vestas sono dotate di attrezzature e accessori completi per la sicurezza personale e della turbina garantendone il funzionamento continuo. L'intera turbina è progettata in conformità alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e certificata secondo la norma IEC 61400.

Se vengono superati alcuni parametri relativi alla sicurezza del sistema i sensori di sicurezza trasmettono i dati al sistema di controllo tramite un sistema bus per la loro valutazione. Da lì, il sistema viene fermato tramite attuatori e posto in sicurezza.


A seconda della causa dello spegnimento vengono attivati diversi programmi di frenatura. In caso di cause esterne, come una velocità troppo elevata del vento o la temperatura di funzionamento scesa al di sotto del valore minimo, il sistema viene lentamente rallentato tramite la regolazione del passo della pala del rotore.

Altre opzioni di sicurezza sono utilizzate per disattivare in modo sicuro gli ingranaggi per lavori di manutenzione.

3.8. Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC)

La protezione contro i fulmini o le sovratensioni della turbina eolica si basa sul concetto di zona di protezione dai fulmini conforme all'EMC, che comprende l'implementazione di sistemi integrati di protezione dai fulmini in considerazione della norma IEC 61400-24.

La turbina eolica ricade nel livello di protezione I dai fulmini: tutti i componenti di protezione interna ed esterna sono progettati in conformità a questo livello di protezione.

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.16

La turbina eolica con le proprie apparecchiature elettriche, gli strumenti di misura e controllo, protezione, informazione e telecomunicazione soddisfa i requisiti EMC secondo IEC 61000-6-2 e IEC 61000-6-4.

4. DATI TECNICI TURBINE


Di seguito sono riportate le tabelle con le principali caratteristiche tecniche dimensionali e di funzionamento della macchina in oggetto "Vestas V162":

Rotor	V162
Diameter	162 m
Swept Area	20611 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	4.3-12.1 rpm
Rotational Direction	Clockwise (front view)
Orientation	Upwind
Tilt	6°
Hub Coning	6°
No. of Blades	3
Aerodynamic Brakes	Full feathering

Blades	V162
Blade Length	79.35 m
Maximum Chord	4.3 m
Chord at 90% blade radius	1.57 m
Type Description	Structural airfoil shell
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)
Blade Connection	Steel roots inserted
Airfoils	High-lift profile

Blade Bearing	
Blade bearing type	High-capacity slewing bearing
Lubrication	Manual grease lubrication

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 cylinder per blade
Range	-5° to 95°

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.17

Hydraulic System	
Main Pump	Redundant internal-gear oil pumps
Pressure	Max. 260 bar
Filtration	3 µm (absolute) 40 µm in line

Hub	
Type	Ball shell hub
Material	Cast iron


Main Shaft	
Type Description	Hollow shaft
Material	Cast iron

Gearbox	
Type	2 Planetary stages
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication
Total Gear Oil Volume	800-1000 L
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12

Generator Bearing	
Type	Rolling bearings
Lubrication	Oil circulation

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yaw gear type	Multiple stages planetary gear
Yawing Speed (50 Hz)	Approx. 0.4°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	Approx. 0.5°/sec.

Crane	
Lifting Capacity	HH<149 m max 500 kg HH>149 m max 800 kg


SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.18

Towers	
Type	Tubular steel towers Larger diameter steel towers

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P _N]	Up to 5850 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f _N]	0-138 Hz
Voltage, Stator [U _{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-460 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	TBD
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54


Converter	
Rated Apparent Power [S _N]	6850 kVA
Rated Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current	5500 A
Enclosure	IP54

Transformer	
Type description	Ecodesign liquid immersed transformer.
Basic layout	3 phase, 3 limb, 2 winding transformer.
Applied standards	IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1
Cooling method	KF/WF
Rated power	7000 kVA
Rated voltage, turbine side	
U _m 1.1kV	0.720 kV
Rated voltage, grid side	
U _m 24.0kV	19.1-22.0 kV
U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U _m 1.1kV	3 / - / - kV
U _m 24.0kV	50 / 125 / 138 kV

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.19

Transformer	
U_m 36.0kV	70 / 170 / 187 kV
U_m 40.5kV	80 / 200 / 220 kV
Off-circuit tap changer	None
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn11
No-load current	~ 0.5 % ¹
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 75°C	9.9 % ^{1,2}
Positive sequence short-circuit resistance@ rated power, 75°C	~1.0 % ¹
Zero sequence short-circuit impedance@ rated power, 75°C	~9.0 % ¹
Zero sequence short-circuit resistance@ rated power, 75°C	~1.0 % ¹
No-load reactive power	~35 kVAr ¹
Full load reactive power	~700 kVAr ¹
Inrush peak current	5-8 x I _n ¹
Half crest time	~ 0.6 s ¹
Sound power level	≤ 80 dB(A) ¹
Max altitude	2000 m ¹
Insulation system	Hybrid insulation system. Winding insulation: 120 (E), Thermally Upgrader Paper 130 (B), High temperature insulation Other materials can have different class.
Average winding temperature rise	Class 120 (E) ≤75 K ¹ Class 130 (B) ≤85 K ¹
Insulation liquid, Type/Fire point	Synthetic ester, biodegradable/ K-class (>300°C)
Insulation liquid, Amount	≤ 3000 kg ¹
Corrosion class	C3 ¹
Weight	≤11000 kg ¹
Overvoltage protection	Plug-in surge arresters on HV bushings ¹
High voltage bushings	Outer cone, interface C1 ¹


Transformer losses				
Applied standards	Commission Regulation No 548/2014.			
Peak Efficiency Index (PEI)	≥ 99.580			
Loss variant 1				
No-load loss	3.50 kW			
Load loss @ power, 75°C	@7000kVA ≤61.73kW	@5600kVA ≤39.51kW ³	@5400kVA ≤36.74kW ³	@5000kVA ≤31.50kW ³
Loss variant 2				
No-load loss	3.70 kW			
Load loss @ power, 75°C	@7000kVA ≤58.40kW	@5600kVA ≤37.38kW ³	@5400kVA ≤34.75kW ³	@5000kVA ≤29.80kW ³

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.20

HV Cables	
High-Voltage Cable Insulation Compound	Improved ethylene-propylene (EP) based material-EPR or high modulus or hard grade ethylene-propylene rubber-HEPR
Pre-terminated	T-Connector Type-C in transformer end. T-Connector Type-C in switchgear end.
Maximum Voltage	24 kV for 19.1-22.0 kV rated voltage 42 kV for 22.1-36.0 kV rated voltage
Conductor Cross Sections	3x70 + 70 mm ² (Single PE core) 3x70 + 3x70/3 mm ² (Split PE core)

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
U _r 24.0kV	19.1-22.0 kV
U _r 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _r 40.5kV	33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC // LI Common value / across isolation distance	
U _r 24.0kV	50 / 60 // 125 / 145 kV
U _r 36.0kV	70 / 80 // 170 / 195 kV
U _r 40.5kV	85 / 90 // 185 / 215 kV
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated normal current	630 A
Rated Short-time withstand current	
U _r 24.0kV	20 kA
U _r 36.0kV	25 kA
U _r 40.5kV	25 kA

HV Switchgear	
Rated peak withstand current 50 / 60 Hz	
U _r 24.0kV	50 / 52 kA
U _r 36.0kV	62.5 / 65 kA
U _r 40.5kV	62.5 / 65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	
U _r 24.0kV	IAC A FLR 20 kA, 1 s
U _r 36.0kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
U _r 40.5kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface	Outside cone plug-in bushings, IEC interface C1.
Loss of service continuity category	LSC2
Ingress protection	
Gas tank	IP 65
Enclosure	IP 2X
LV cabinet	IP 3X
Corrosion class	C3

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.21


Design Codes	
Nacelle and Hub	IEC 61400-1 Edition 4 EN 50308
Tower	IEC 61400-1 Edition 4
Blades	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 and 23) DEFU R25 DS/EN ISO 12944-2
Gearbox	IEC 61400-4
Generator	IEC 60034 (relevant parts)
Transformer	IEC 60076-11, IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1
Lightning Protection	IEC 61400-24:2010
Safety of Machinery, Safety-related Parts of Control Systems	IEC 13849-1
Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines	IEC 60204-1

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Nacelle Colour	RAL 7035 (light grey)
Standard Logo	Vestas

Colour of Vestas Tower Section		
	External:	Internal:
Standard Tower Colour	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)

Blade Colour	
Standard Blade Colour	RAL 7035 (light grey). All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
Tip-End Colour Variants	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
Gloss	< 30% ISO 2813

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (Standard Turbine)	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature Turbine)	-30° to +45°C

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.22

Operational Envelope – Grid Connection		
Nominal Phase Voltage	[U _{NP}]	720 V
Nominal Frequency	[f _N]	50/60 Hz
Maximum Frequency Gradient	±4 Hz/sec.	
Maximum Negative Sequence Voltage	3% (connection) 2% (operation)	
Minimum Required Short Circuit Ratio at Turbine HV Connection	5.0 (contact Vestas for lower SCR levels)	
Maximum Short Circuit Current Contribution	1.05 p.u. (continuous) 1.45 p.u. (peak)	

Protection Settings	
Voltage Above 110%** of Nominal for 1800 Seconds	792 V
Voltage Above 116% of Nominal for 60 Seconds	835 V
Voltage Above 125% of Nominal for 2 Seconds	900 V
Voltage Above 136% of Nominal for 0.150 Seconds	979 V
Voltage Below 90%** of Nominal for 180 Seconds (FRT)	648 V
Voltage Below 85% of Nominal for 12 Seconds (FRT)	612 V
Voltage Below 80% of Nominal for 4.8 Seconds (FRT)	576 V
Frequency is Above 106% of Nominal for 0.2 Seconds	53/63.6 Hz
Frequency is Below 94% of Nominal for 0.2 Seconds	47/56.4 Hz

5. SPECIFICA TECNICA CAVI A 36 kV DI COLLEGAMENTO

I generatori eolici saranno connessi fra loro, mediante connessione in cavo interrato a 36 kV, suddivisi in una serie di sottocampi (Sottocampo 1: SS01 – SS02 – SS03 – Sottocampo 2: SS04 – Sottocampo 3: SS05) e la Cabina utente. Lo sviluppo totale di tali cavidotti è pari a 11,5 km circa. Il percorso dei cavi interesserà per la gran parte del tracciato la viabilità pubblica o interpodereale oltre a dei piccoli tratti su proprietà private

La rete di cavi interrati a 36 kV di sezione adeguata alla potenza di trasporto delle diverse linee elettriche seguirà il seguente schema:

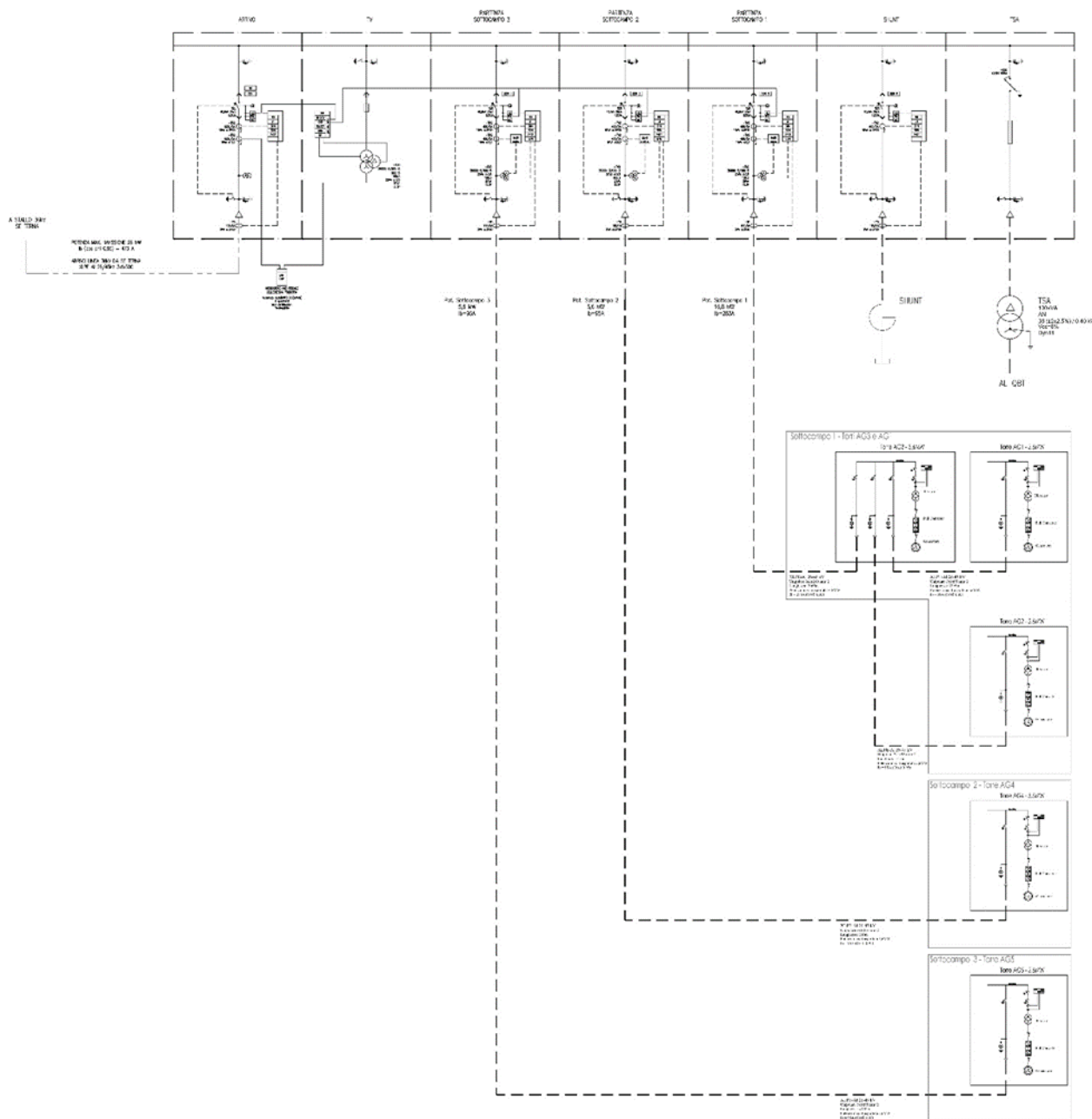



Figura 12 Schema elettrico a 36 kV aerogeneratori di progetto

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.24

Il primo sottocampo è costituito dai collegamenti 36 kV tra i seguenti aerogeneratori:

- SS01-SS03 effettuato con scavo in trincea su strade interpoderali e su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 3,3 km;
- SS02-SS03 effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 500 m;
- SS03-Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli e viabilità pubblica per una lunghezza totale di circa 3 km. Tale collegamento, trasferisce alla Cabina Utente anche la potenza prodotta degli aerogeneratori SS01 e SS02.

Il secondo sottocampo è costituito dal collegamento 36 kV tra l'aerogeneratore SS04 e la Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 230 m.

Il terzo sottocampo è costituito dal collegamento 36 kV tra l'aerogeneratore SS05 e la Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli, strade interpoderali e viabilità pubblica per una lunghezza totale di circa 4,4 km.

Infine, dalla Cabina Utente 36 kV parte un cavo interrato che, passando su viabilità pubblica, principalmente lungo la S.P. 42 "dei Due Mari", per uno sviluppo totale di circa 1,7 km, arriva alla futura SE Terna "Fiumesanto 2".

L'intero elettrodotto interrato sarà costituito dai seguenti componenti: conduttori di energia, giunti da prevedere ogni circa 500-600 m, terminali per l'attestazione dei cavi ai quadri ubicati nella cabina utente e nella SE TERNA e sistema di telecomunicazioni.

Il collegamento sarà realizzato con una linea interrata 36 kV. Vista la corrente d'impiego prevista, calcolata con riferimento alla massima potenza richiesta in immissione pari a 28 MW corrispondente a 473 A, verrà impiegato un conduttore rivestito in XLPE con schermo in rame e conduttore in alluminio.

Ciascun cavo d'energia avente tensione d'impiego U0/U 26/45kV e tensione Umax 52kV sarà pertanto costituito da un conduttore in alluminio con sezione variabile da 95 a 500 mm² a seconda del numero di aerogeneratori del sottocampo.

Di seguito si riporta a titolo illustrativo lo schema tipo del cavo che verrà utilizzato.

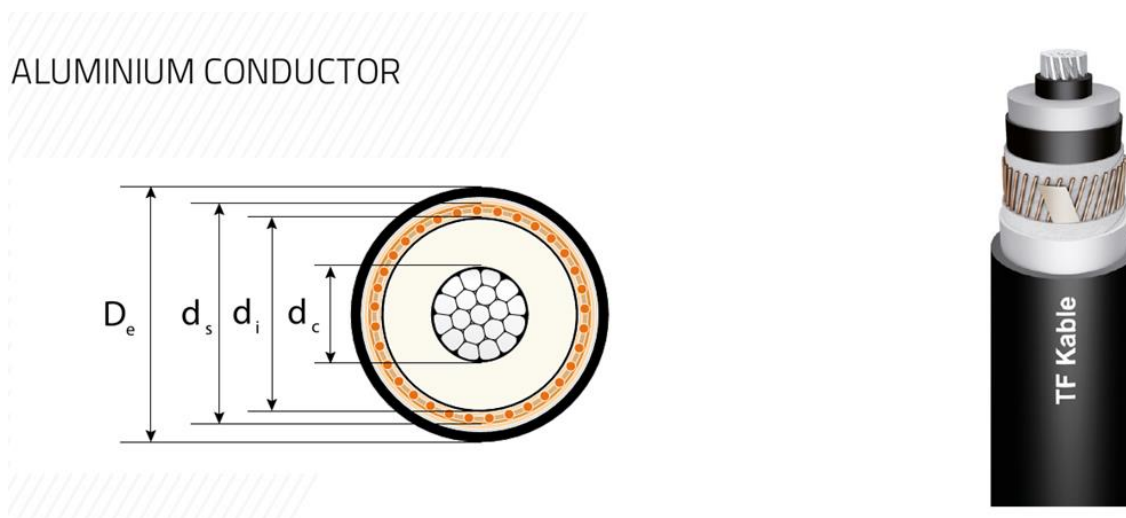



Figura 13 Tipo di Cavi a 36 kV

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.25

5.1. Messa a terra dello schermo dei cavi a 36 kV

Lo schermo dei circuiti a 36 kV va collegato a terra ad entrambe le estremità, ed è inoltre consigliato collegare a terra lo schermo in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori a 5 km.

Tuttavia, la norma consente di collegare a terra lo schermo di un cavo, lungo fino a 1 Km, ad una sola estremità nei casi in cui:

- lo schermo, se accessibile, sia considerato a tensione pericolosa all'estremità non collegata a terra e nelle giunzioni
- la guaina di materiale isolante che ricopre lo schermo sopporti la tensione totale dell'impianto di terra al quale è collegata l'altra estremità.

Nel caso di impianti eolici, poiché gli aerogeneratori sono dotati del proprio impianto di terra, è consigliabile collegare allo stesso entrambe le estremità del cavo al fine di realizzare una globale equipotenzialità in caso di guasto a terra.

Inoltre, lo schermo del cavo che collega due impianti di terra separati deve essere in grado di portare la parte della corrente di guasto che si stabilisce tra i due impianti di terra.

5.2. Giunti e terminali per cavi a 36 kV

I giunti e i terminali sui cavi vanno eseguiti secondo le istruzioni del fabbricante e da personale appositamente istruito. Il giunto e il terminale alterano il campo elettrico radiale nel cavo e costituiscono un punto critico nella tenuta dielettrica. L'interruzione dello schermo e del semiconduttore ad esso collegato sull'isolante ha un elevato campo elettrico "effetto punta" che potrebbe provocare in breve tempo il cedimento dell'isolante stesso. Si riduce il campo elettrico mediante una guaina di materiale con costante dielettrica maggiore di quella dell'isolante primario del cavo.


6. SPECIFICA TECNICA CABINA ELETTRICA

Il parco eolico in progetto prevede l'installazione di 5 aerogeneratori con potenza nominale pari a 5,6 MW per una potenza complessiva pari a 28 MW.

Elettricamente gli aerogeneratori saranno collegati tra loro con la modalità "entra-esce" secondo gli schemi allegati di progetto. In tutto ci saranno 3 diverse linee che collegheranno le turbine, dapprima alla Cabina utente 36 kV che sarà poi collegata alla stessa tensione, tramite cavidotto interrato, alla futura stazione di smistamento "Fiumesanto".

La cabina utente sarà realizzata a un centinaio di metri dall'aerogeneratore SS04, su un terreno agricolo ubicato a Nord di Via Macomer, in comune di Sassari. Nella cabina saranno presenti le linee a 36 kV provenienti dagli aerogeneratori e la linea a 36 kV in partenza per la connessione alla RTN, tutte le apparecchiature elettriche di potenza (interruttori, sezionatori, ecc...), i dispositivi di comando e controllo e protezione per l'interfaccia con la RTN.

L'edificio costituente la cabina sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta circa 24,7 x 7,6 m e altezza al colmo di 5,630 m. La superficie occupata sarà di circa 200 m² con un volume di circa 1.100 m³. La struttura portante, interamente prefabbricata in stabilimento, sarà costituita da pilastri in c.a. e travi in c.a.p. I pilastri verranno posati in opera per incastro su plinti di fondazione del tipo a bicchiere mediante getti di inghisaggio e completamento. Le travi di copertura saranno

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.26

anch'esse prefabbricate. Su tutta la superficie della copertura, sarà realizzato uno strato termocoibente, finito con opportuna coibentazione ed impermeabilizzazione. I serramenti esterni saranno in PVC/alluminio preverniciato.

All'interno l'edificio sarà suddiviso in quattro locali:

- "Locale MT" tale porzione di edificio, la più grande, ha dimensioni nette (14,00m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere il quadro generale 36kV;
- "Locale BT" tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (5,00m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere i quadri elettrici per l'alimentazione dei servizi ausiliari e tutti gli armadi con le apparecchiature di comando e controllo;
- "Locale Misure" tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (1,50m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere il gruppo di misura dell'energia prodotta. L'ubicazione del misuratore è stata pensata in apposito locale in modo che sia eventualmente accessibile anche dal gestore di rete se necessario;
- "Locali per TR Aux e Reattanza shunt" tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (3,30m x 7,00m x h 4,00m) ed è divisa in due parti chiuse, lato esterno con delle griglie per agevolare l'aerazione. Nei due vani verranno posizionati il trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari e la reattanza shunt per la compensazione della potenza reattiva.


7. SPECIFICA TECNICA QUADRI A 36 kV

Il quadro generale con tensione nominale 40,5 kV è costituito da un insieme di unità prefabbricate per interno di tipo modulare, componibili, isolate in aria ed equipaggiate con apparecchiature di sezionamento e interruzione isolate in SF6. Complessivamente il quadro è costituito da n°9 scomparti di seguito, precisamente;

- n° 1 scomparto partenza linea verso SE TERNA;
- n° 1 scomparto con TV per segnali di misura e protezione;
- n° 3 scomparti linea a cui si attestano le linee provenienti dai 3 sottocampi eolici;
- n° 1 scomparto per l'alimentazione del reattore shunt;
- n° 1 scomparto per l'alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari.

Ogni scomparto sarà equipaggiato, interruttore, sezionatore con lame di terra e TA per protezioni e misure.

Le protezioni implementate da ciascun relè' saranno conformi a quanto richiesto dall'allegato A.68 del codice di rete, l'interruttore dello scomparto arrivo linea assolve alla funzione di dispositivo generale d'impianto e di dispositivo di interfaccia.

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.27

8. SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO

All'interno del locale BT saranno installate tutte le apparecchiature necessarie per il controllo e il monitoraggio dell'impianto. Saranno allestiti anche tutti i sistemi previsti dal codice di rete necessari per l'interfaccia con la RTN al fine di permettere la telemisura e il telescatto quali l'apparato UPDM e RTU.

9. SISTEMA SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sarà prevista una fonte principale direttamente derivata dalla sbarra del quadro MT della cabina. In caso di necessità nel quadro generale BT verrà previsto apposito interruttore per il collegamento di un generatore portatile di emergenza.

Le principali utenze in c.a. saranno le seguenti:

- Raddrizzatori;
- Illuminazione e f.m.;
- Motori per il comando degli interruttori;
- Raddrizzatori delle teletrasmissioni.
- Impianto di climatizzazione
- Impianti speciali

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un doppio sistema di alimentazione e batterie tampone. In presenza della sorgente di tensione in corrente alternata dei servizi ausiliari (durante il servizio normale), le batterie saranno mantenute in carica da appositi caricabatteria automatici ridondati; in caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria assicurerà il corretto funzionamento dei circuiti alimentati per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, e comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

Le principali utenze in c.c. saranno le seguenti:

- Protezioni elettriche;
- Comando e controllo delle apparecchiature;
- Misure;
- Motori di manovra dei sezionatori;
- Apparecchiature di diagnostica.


10. RETE DI TERRA

Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare, si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<p align="center">PARCO EOLICO DI "SASSARI"</p> <p align="center">DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI</p>	 <p align="center">Ingegneria & Innovazione</p>		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.28

Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

Dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 Amm-2s^{1/2} (rame)

β = 234,5 °C

Θ_i = temperatura iniziale in °C

Θ_f = temperatura finale in °C

Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto definitivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure;

In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.


In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

10.1. Rete di terra aerogeneratori

Il trasformatore elevatore di tensione avrà il primario collegato a stella, con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica. La connessione alla rete elettrica dovrà quindi essere eseguita in configurazione TN-S.

L'impianto di messa a terra deve essere predisposto in sede di realizzazione delle fondazioni e con collegamento ai ferri d'armatura. Esso sarà costituito da un conduttore di rame nudo da almeno 50 mmq posto orizzontalmente ad un metro di distanza dalla fondazione e ad un metro di profondità, che segue il perimetro della struttura fino a richiudersi su se stesso; esso sarà inoltre integrato con due picchetti di messa a terra in acciaio ramato della lunghezza di 6 m ciascuno e del diametro di almeno 14 mm, piantati verticalmente in posizioni diametralmente opposte rispetto alla torre. Il conduttore

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" DISCIPLINARE DESCRITTIVO ELEMENTI TECNICI	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.29

circolare viene collegato a due perni di fissaggio alla fondazione, sui lati opposti della torre, ed agli stessi punti si conetterà il quadro di controllo a base torre.

La disposizione dell'impianto di messa a terra ad anello chiuso attorno alla struttura limita la tensione di passo e contatto per le persone eventualmente presenti alla base della torre in caso di fulminazione diretta della struttura stessa ed, allo stesso tempo, i picchetti verticali accoppiati al medesimo impianto facilitano l'ottenimento di un basso valore della resistenza complessiva di terra.

10.2. Rete di terra connessione aerogeneratori

All'interno della canalizzazione per la posa dei cavi a 36 kV interrati per il collegamento "entra - esci" fra gli aerogeneratori, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mmq per la connessione tra le diverse reti di terra degli aerogeneratori.

10.3. Rete di terra cabina di consegna

Per la progettazione dell'impianto di terra si deve fare riferimento ad un insieme di dati che dipendono dalle caratteristiche di alimentazione e di quelle del sito di installazione della cabina.

L'impianto sarà realizzato così come indicato negli elaborati grafici allegati, al fine di:

- disperdere nel terreno correnti sia in regime normale che perturbato, senza danni;
- assicurare che quanto sopra si effettui in sicurezza senza pericolo di folgorazione.

L'impianto di terra verrà dimensionato in base alle Norme CEI EN 61936-1 e 50522 CEI 99-3 con riferimento al valore della corrente di guasto, e al tempo di eliminazione del guasto, comunicati da TERNA.

In prima analisi si prevede che l'impianto di terra della cabina sarà realizzato tramite anello interrato esterno (posto ad 1 m dal perimetro della cabina) in treccia in rame di sez. 35 mm² e n. 4 picchetti di terra in profilato di acciaio, sezione a T, di lunghezza 1600 mm. All'interno della cabina tutte le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra.

In fase di progetto esecutivo, una volta disponibili i valori della corrente di guasto, si provvederà al dimensionamento e alla definizione dell'impianto di terra.