

Parco Eolico "Pizzu Boi"

Comune di Selegas e Guamaggiore (SU)

Proponente



Sorgenia Renewables Srl
via Alessandro Algardi 4, Milano
P.IVA/CF: 10300050969
PEC: sorgenia.renewables@legalmail.it



PIANO DI MANUTENZIONE E GESTIONE DELL' IMPIANTO

Progettista



Tiemes Srl
Via R. Galli 9 – 20148 Milano
tel. 024983104/ fax. 0249631510
www.tiemes.it

| | | | | | | | |
|--|------------|-------------------------|-----------|-----------|-----|-----|----|
| 1 | 03/03/2023 | Revisione 1 | LB | VDA | | | |
| 0 | 31/07/2022 | Prima emissione | AH | VDA | | | |
| Rev. | Data emiss | Descrizione | Preparato | Approvato | | | |
| Origine File: 21056 SLG.PD.D.03-01 – Piano di manutenzione e gestione dell'impianto.docx | | CODICE ELABORATO | | | | | |
| | | Commessa | Proc. | Tipo doc | Num | Rev | |
| | | 21056 | SLG | PD | D | 03 | 01 |
| Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden | | | | | | | |

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Premessa | 4 |
| 2 | Scopo | 5 |
| 3 | Proponente | 5 |
| 4 | Parte generale | 5 |
| 4.1 | Lista anagrafica dei componenti | 5 |
| 4.2 | Scheda tecnica dell'aerogeneratore..... | 6 |
| 4.3 | Gruppo rotore..... | 9 |
| 4.4 | Generatore..... | 10 |
| 4.5 | Protezione antifulmine..... | 10 |
| 4.6 | Torre..... | 10 |
| 4.7 | Gruppo di conversione..... | 11 |
| 4.8 | Sottostazione | 12 |
| 4.9 | Gruppi di misura | 12 |
| 4.10 | Sistemi di controllo..... | 12 |
| 4.11 | Cavi di collegamento e linee elettriche | 13 |
| 5 | Sistema di gestione e manutenzione dell'impianto..... | 14 |
| 6 | Programma di manutenzione | 16 |
| 6.1 | Manutenzione Opere Elettriche | 17 |
| 6.2 | Manutenzione Opere Civili | 18 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| FIGURA 4-1 – SPECIFICHE TECNICHE AEROGENERATORE SG170 | 6 |
| FIGURA 4-2 – SEZIONE NAVICELLA CON COMPONENTI DI IMPIANTO | 7 |
| FIGURA 4-3 – SEZIONI NAVICELLA | 8 |
| FIGURA 4-4 – SPECIFICHE ELETTRICHE AEROGENERATORE SG170 | 9 |
| FIGURA 4-5 – SCHEMA SEMPLIFICATO DEL GRUPPO DI CONVERSIONE E SPECIFICHE TECNICHE TRASFORMATORE (FONTE SIEMENS GAMESA) | 11 |

1 Premessa

La società Sorgenia Renewables Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro dei comuni di Selegas e Guamaggiore.

L'impianto, denominato parco eolico "Pizzu Boi", sarà costituito da 9 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6 MW, per una potenza installata complessiva fino a 54 MW.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un cavidotto interrato in media tensione (30kV), tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di trasformazione AT/MT di proprietà del proponente che sarà collegata in antenna ad una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 380/150/36 kV della RTN, da inserirsi in modalità entra-esce sulla linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 9 aerogeneratori, da 6 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di rete, consistente in una nuova SE di smistamento a 380/150/36 kV della RTN da inserirsi in modalità entra-esce sulla futura linea a 380 kV "Ittiri-Selargius" denominata "Furtei 380";
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione (30kV) interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di trasformazione 150/30 kV di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto a 150 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 176 GWh/anno, che consente di risparmiare almeno 32'970 TEP/anno (*fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh*) e di evitare almeno 87'000 ton/anno di emissioni di CO₂ (*fonte ISPRA, 2020: 493,80 gCO₂/kWh*).

2 Scopo

Scopo del presente documento è descrivere le modalità d'uso e i sistemi di manutenzione dei componenti del parco eolico "Pizzu Boi", che la società Sorgenia Renewables Srl propone di realizzare in agro dei comuni di Selegas e Guamaggiore (SU).

3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Sorgenia Renewables S.r.l., interamente parte del gruppo Sorgenia Spa, uno dei maggiori operatori energetici italiani. Il Gruppo è attivo nella produzione di energia elettrica con oltre 4'750 MW di capacità di generazione installata e oltre 400'000 clienti in fornitura in tutta Italia. Efficienza energetica e attenzione all'ambiente sono le linee guida della sua crescita. Il parco di generazione, distribuito su tutto il territorio nazionale, è costituito dai più avanzati impianti a ciclo combinato e da impianti a fonte rinnovabile, per una capacità di circa 370 MW tra biomassa ed eolico. Nell'ambito delle energie rinnovabili, il Gruppo, nel corso della sua storia, ha anche sviluppato, realizzato e gestito impianti di tipo fotovoltaico (ca. 24 MW), ed idroelettrico (ca.33 MW). In quest'ultimo settore, Sorgenia è attiva con oltre 75 MW di potenza installata gestita tramite la società Tirreno Power, detenuta al 50%. Il Gruppo Sorgenia, tramite le sue controllate, fra le quali Sorgenia Renewables S.r.l., è attualmente impegnata nello sviluppo di un importante portafoglio di progetti rinnovabili di tipo eolico, fotovoltaico, biometano, geotermico ed idroelettrico, caratterizzati dall'impiego delle Best Available Technologies nel pieno rispetto dell'ambiente.

4 Parte generale

L'impianto, inteso come il parco eolico e le relative opere di connessione alla rete elettrica, è costituito da quattro componenti principali:

- Aerogeneratori
- Sottostazione elettrica
- Cavidotti per il collegamento interno ai sottocampi tra aerogeneratori e per il trasporto dell'energia elettrica alla sottostazione elettrica.
- Cavidotto in AT per il collegamento della Sottostazione elettrica alla Stazione elettrica.

4.1 Lista anagrafica dei componenti

GU1 – aerogeneratore di potenza 6 MW

S2 – aerogeneratore di potenza 6 MW

S3 – aerogeneratore di potenza 6 MW

S4 – aerogeneratore di potenza 6 MW

GU10 – aerogeneratore di potenza 6 MW

GU11 – aerogeneratore di potenza 6 MW

GU12 – aerogeneratore di potenza 6 MW

GU13 – aerogeneratore di potenza 6 MW

GU14 – aerogeneratore di potenza 6 MW

SSE – fabbricato costituito da: locale MT, locale AT, locale gruppo elettrogeno e locale telecontrollo aerogeneratori e piazzale con un montante trasformatore 150/30 kV e un montante AT 150 kV

GRUPPI DI MISURA

SISTEMI DI CONTROLLO

CAVI DI COLLEGAMENTO E LINEE ELETTRICHE – cavo tripolare del tipo ARE4H5E e cavo per posa interrata in AT

4.2 Scheda tecnica dell'aerogeneratore

L'aerogeneratore in progetto ha potenza unitaria fino a 6 MW, diametro del rotore fino a 170 m e torre di altezza fino a 125 m.

Sebbene il modello di aerogeneratore verrà definito in fase esecutiva, sulla base delle offerte di mercato, ai fini del presente documento si considera come aerogeneratore di riferimento il "SG170" da 6 MW, della Siemens-Gamesa.

Technical Specifications

| | | | |
|------------------------------|--|----------------------------|---|
| Rotor | | Generator | |
| Type | 3-bladed, horizontal axis | Type | Asynchronous, DFIG |
| Position | Upwind | | |
| Diameter | 170 m | Grid Terminals (LV) | |
| Swept area | 22,698 m ² | Baseline nominal power .. | 6.0 MW / 6.2 MW |
| Power regulation | Pitch & torque regulation with variable speed | Voltage | 690 V |
| Rotor tilt | 6 degrees | Frequency | 50 Hz or 60 Hz |
| | | Yaw System | |
| Blade | | Type | Active |
| Type | Self-supporting | Yaw bearing | Externally geared |
| Blade length | 83,5 m | Yaw drive | Electric gear motors |
| Max chord | 4.5 m | Yaw brake | Active friction brake |
| Aerodynamic profile | Siemens Gamesa proprietary airfoils | Controller | |
| Material | G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic) | Type | Siemens Integrated Control System (SICS) |
| Surface gloss | Semi-gloss, < 30 / ISO2813 | SCADA system | SGRE SCADA System |
| Surface color | Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 | Tower | |
| | | Type | Tubular steel / Hybrid |
| Aerodynamic Brake | | Hub height | 100 m to 165 m and site-specific |
| Type | Full span pitching | | |
| Activation | Active, hydraulic | Corrosion protection | Painted |
| Load-Supporting Parts | | Surface gloss | Semi-gloss, <30 / ISO-2813 |
| Hub | Nodular cast iron | Color | Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |
| Main shaft | Nodular cast iron | Operational Data | |
| Nacelle bed frame | Nodular cast iron | Cut-in wind speed | 3 m/s |
| | | Rated wind speed | 11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1) |
| Mechanical Brake | | Cut-out wind speed | 25 m/s |
| Type | Hydraulic disc brake | Restart wind speed | 22 m/s |
| Position | Gearbox rear end | Weight | |
| | | Modular approach | Different modules depending on restriction |
| Nacelle Cover | | | |
| Type | Totally enclosed | | |
| Surface gloss | Semi-gloss, <30 / ISO2813 | | |
| Color | Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 | | |

Figura 4-1 – Specifiche tecniche aerogeneratore SG170

Nacelle Arrangement

The design and layout of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development of the product.

| Item | Description | Item | Description |
|------|---------------|------|-----------------------|
| 1 | Canopy | 8 | Blade bearing |
| 2 | Generator | 9 | Converter |
| 3 | Blades | 10 | Cooling |
| 4 | Spinner/hub | 11 | Transformer |
| 5 | Gearbox | 12 | Stator cabinet. |
| 6 | Control panel | 13 | Front Control Cabinet |
| | | 14 | Aviation structure |

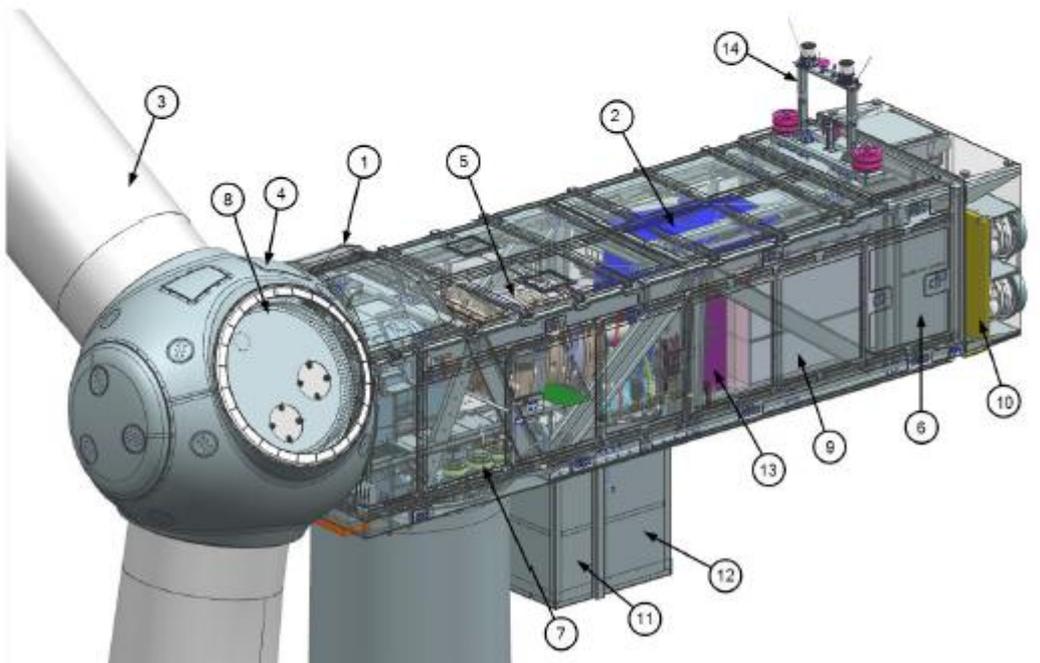
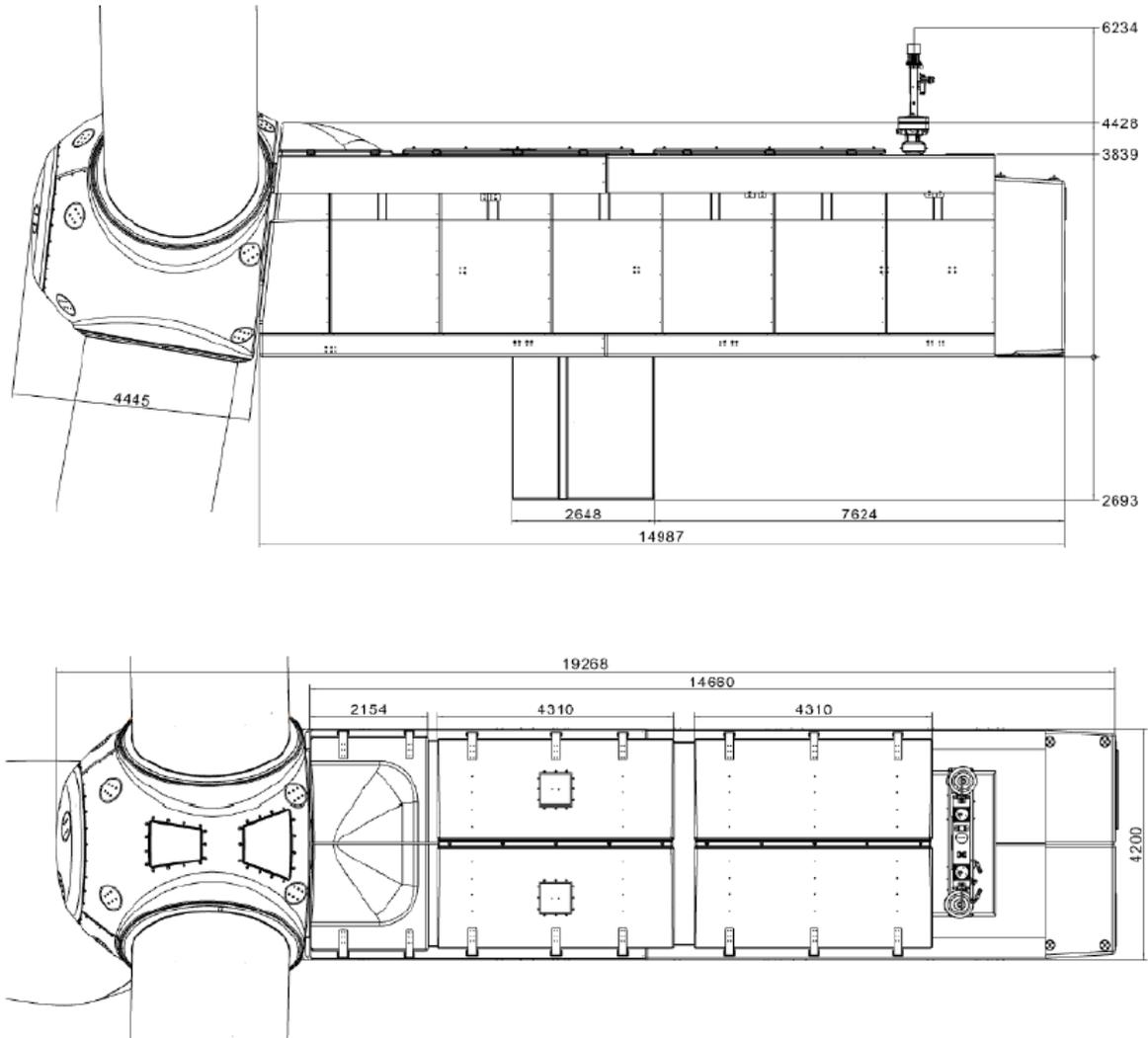


Figura 4-2 – Sezione navicella con componenti di impianto

Nacelle Dimensions

The design and dimensions of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development phases of the product.



Several modularized solutions are designed to optimize nacelle and hub transportation, subject to project specific conditions.

- 3 modules (heaviest module <95t): Hub, nacelle, drive train
- 4 modules (heaviest module <79t): Hub, nacelle, drive train, transformer
- 6 modules (heaviest module <62t): Hub, nacelle, gearbox, main shaft, transformer and generator

Figura 4-3 – Sezioni navicella

Electrical Specifications

| | | | |
|---|---|--|--|
| Nominal output and grid conditions | | Grid Capabilities Specification | |
| Nominal power | 8200 kW | Nominal grid frequency | 50 or 60 Hz |
| Nominal voltage | 690 V | Minimum voltage..... | 85 % of nominal |
| Power factor correction..... | Frequency converter control | Maximum voltage..... | 113 % of nominal |
| Power factor range..... | 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage | Minimum frequency..... | 92 % of nominal |
| | | Maximum frequency..... | 108 % of nominal |
| | | Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage) | ≤5 % |
| Generator | | Max short circuit level at controller's grid | |
| Type | DFIG Asynchronous | Terminals (690 V) | 82 kA |
| Maximum power..... | 6350 kW @30°C ext. ambient | | |
| | | Power Consumption from Grid (approximately) | |
| Nominal speed | 1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz) | At stand-by, No yawing | 10 kW |
| | | At stand-by, yawing..... | 50 kW |
| Generator Protection | | Controller back-up | |
| Insulation class | Stator H/H Rotor H/H | UPS Controller system..... | Online UPS, Li battery |
| Winding temperatures | 6 Pt 100 sensors | Back-up time | 1 min |
| Bearing temperatures..... | 3 Pt 100 | Back-up time Scada..... | Depend on configuration |
| Slip Rings | 1 Pt 100 | | |
| Grounding brush..... | On side no coupling | Transformer Specification | |
| Generator Cooling | | Transformer impedance requirement..... | 8.5 % - 10.5% |
| Cooling system | Air cooling | Secondary voltage..... | 690 V |
| Internal ventilation..... | Air | Vector group..... | Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed) |
| Control parameter | Winding, Air, Bearings temperatures | | |
| Frequency Converter | | Earthing Specification | |
| Operation..... | 4Q B2B Partial Load | Earthing system..... | Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010 |
| Switching | PWM | Foundation reinforcement . | Must be connected to earth electrodes |
| Switching freq., grid side... | 2.5 kHz | Foundation terminals | Acc. to SGRE Standard |
| Cooling | Liquid/Air | | |
| Main Circuit Protection | | HV connection | HV cable shield shall be connected to earthing system |
| Short circuit protection..... | Circuit breaker | | |
| Surge arrester..... | varistors | | |
| Peak Power Levels | | | |
| 10 min average | Limited to nominal | | |

Figura 4-4 – Specifiche elettriche aerogeneratore SG170

4.3 Gruppo rotore

Il gruppo rotore sarà costituito da tre pale in fibra, connesse ad un mozzo centrale tramite cuscinetti di sostegno. La velocità di rotazione del rotore sarà regolata tramite un sistema di controllo dell'inclinazione delle pale e dell'imbardata in funzione della velocità del vento in modo da massimizzare la potenza erogabile dall'aerogeneratore stesso. Tale sistema, di tipo aerodinamico, costituirà il principale sistema frenante, ottenuto dal posizionamento delle pale "a bandiera". Il gruppo sarà inoltre dotato di un freno meccanico di emergenza che consenta un arresto e bloccaggio sicuro del rotore.

4.4 Generatore

Il tipo di generatore (asincrono o sincrono) e conseguentemente le sue caratteristiche specifiche (sistema di raffreddamento, tipo di convertitore, velocità di rotazione, etc.), saranno stabilite in base al produttore alla tipologia specifica di aerogeneratori da installare, che verrà definita al termine dell'iter autorizzativo in base ad una gara tra i diversi produttori di aerogeneratori presenti sul mercato (ad esempio Enercon, Vestas, Siemens Gamesa, REpower, Nordex, General Electric, PowerWind).

Tabella 4.1 – Specifiche tecniche del generatore

| | |
|-----------------------------|------|
| Potenza nominale, kW | 6000 |
| Tensione nominale, V ac | 690 |
| Classe di protezione minima | IP44 |

4.5 Protezione antifulmine

La protezione antifulmine del sistema elettrico di ogni singolo aerogeneratore sarà realizzata secondo lo standard IEC 61024. Tutti gli altri sottosistemi elettrici, come ad esempio il sistema di controllo, saranno situati all'interno della struttura di acciaio portante, che dovrà assicurare una protezione antifulmine ottimale

4.6 Torre

La torre sarà costituita da segmenti tubolari conici in acciaio di dimensione variabile a seconda del produttore; l'altezza al mozzo della torre non sarà comunque superiore a 125 m. Per l'aerogeneratore di riferimento, Siemens Gamesa SG 6.0-170 da 6.0 MW, la torre sarà composta di n.5 conci. Indicativamente i conci della torre potranno avere le seguenti caratteristiche:

Tabella 4.2 – Specifiche torre tubolare dell'aerogeneratore SG 170 (fonte Siemens Gamesa)

| | Section 1 | Section 2 | Section 3 | Section 4 | Section 5 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| External diameter upper flange (m) | 4.700 | 4.436 | 4.427 | 4.021 | 3.503 |
| External diameter lower flange (m) | 4.700 | 4.700 | 4.436 | 4.427 | 4.021 |
| Section's height (m) | 13.564 | 18.200 | 23.800 | 26.880 | 29.970 |
| Total weight (T) | 84.958 | 84.328 | 84.548 | 71.771 | 63.863 |
| Volume (CBM) | 228 | 363 | 470 | 584 | 498 |

La porta di accesso, il trasformatore (se non inserito nella navicella) e la sala controllo con il convertitore saranno poste nel segmento inferiore della torre. Dall'interno della torre sarà possibile accedere alla navicella mediante scala o mediante ascensore di servizio installato all'interno della stessa.

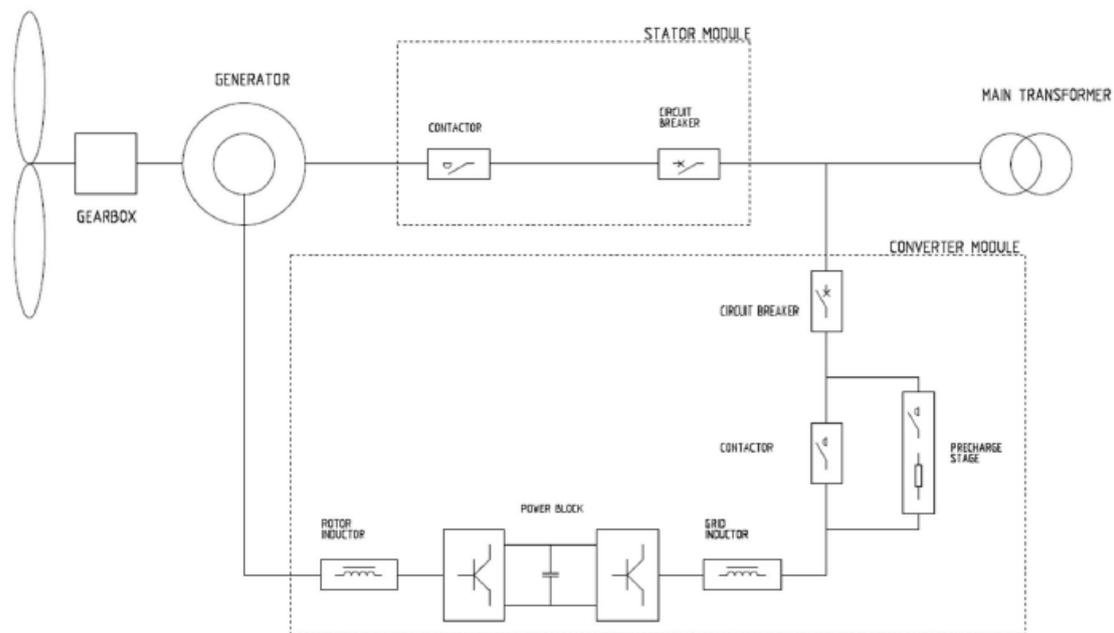
4.7 Gruppo di conversione

Il convertitore sarà in grado di estrarre dal generatore sempre la potenza elettrica ottimale, convertendola in uscita a valori di tensione e frequenza compatibili con la rete:

- frequenza 50 Hz
- tensione 690 V ± 10%

Verrà inoltre installato un trasformatore MT/BT in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco, pari a 30 kV, le cui caratteristiche principali sono riportate nella seguente figura.

Simplified Single Line Diagram



Transformer Specifications ECO 30 kV

Transformer

| | |
|---|---|
| Type | Liquid filled |
| Max Current | 7.11 kA + harmonics at nominal voltage ± 10 % |
| Nominal voltage | 30/0.69 kV |
| Frequency | 50 Hz |
| Impedance voltage | 9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA |
| Loss (P ₀ / P _{k75°C}) | 4.77/84.24 kW |
| Vector group | Dyn11 |
| Standard | IEC 60076 ECO Design Directive |

Transformer Cooling

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Cooling type..... | KFWF |
| Liquid inside transformer | K-class liquid |
| Cooling liquid at heat exchanger | Glysantin |

Transformer Monitoring

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Top oil temperature..... | PT100 sensor |
| Oil level monitoring sensor... | Digital input |
| Overpressure relay..... | Digital input |

Transformer Earthing

| | |
|------------------|---|
| Star point | The star point of the transformer is connected to earth |
|------------------|---|

Figura 4-5 – Schema semplificato del gruppo di conversione e specifiche tecniche trasformatore (fonte Siemens Gamesa)

4.8 Sottostazione

La SSE sarà predisposta per l'eventuale condivisione con altri operatori, essa sarà infatti formata da:

- area produttore di proprietà del Proponente;
- sbarre comuni a 150kV sulle quali potranno afferire differenti aree produttori;
- stallo di consegna comune a 150 kV.

L'area produttore ricoprirà una superficie di circa 950 mq e sarà predisposta con:

- fabbricati, suddivisi in locali tecnici distinti, che a seconda della funzione ospiteranno i contatori di misura dell'energia prodotta, i quadri in MT, i quadri in BT, il gruppo elettrogeno (GE), ecc...;
- un piazzale con un montante trasformatore 150/30 kV e lo stallo di protezione a 150 kV;
- gli impianti a servizio del fabbricato e dell'intera sottostazione.

Lo stallo di protezione sarà al minimo composto da:

- uno scaricatore (SC) per ciascuna fase;
- un trasformatore di corrente (TA) per ciascuna fase;
- un interruttore automatico isolato in SF6 con comando unipolare per ciascuna fase (152T);
- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare con lame a terra;
- un trasformatore di tensione induttivo (TV) per ciascuna fase;
- un trasformatore di tensione capacitivo (TVC) per ciascuna fase;
- n. 3 terminali per cavo AT esterno.

Le sbarre comuni a 150 kV convoglieranno l'energia elettrica proveniente dagli stalli di protezione delle eventuali varie aree produttori allo stallo di consegna comune.

Lo stallo di consegna comune a 150 kV sarà costituito da:

- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare;
- un sezionatore di isolamento rotativo tripolare con lame a terra;
- un interruttore automatico isolato in SF6 con comando tripolare (152T);
- un trasformatore di corrente (TA) per ciascuna fase;
- un trasformatore di tensione capacitivo (TVC) per ciascuna fase;
- n.3 terminali per interrimento del cavo in AT.

Da tale stallo partirà il collegamento, realizzato mediante elettrodoto interrato in AT, allo stallo a 150kV della nuova SE della RTN.

4.9 Gruppi di misura

L'installazione e la manutenzione degli apparecchi di misura di energia sul punto di connessione verrà effettuata, secondo quanto previsto dal Preventivo di connessione alla rete AT, dal gestore, che provvedere inoltre alla raccolta, validazione e registrazione delle letture.

4.10 Sistemi di controllo

Il sistema di controllo sarà basato su un sistema multiprocessore che, sulla base delle informazioni ricevute da sensori che trasmettono la velocità e la direzione del vento, la pressione e la densità dell'aria, gestisce automaticamente tutte le funzioni della turbina quali l'avvio, l'arresto, la produzione, la disponibilità dei sottosistemi. Tramite questo sistema sarà possibile il controllo a

distanza degli aerogeneratori. Ogni pala sarà dotata di sistema di comando e regolazione indipendente.

4.11 Cavi di collegamento e linee elettriche

L'elettrodotto di collegamento tra gli aerogeneratori e la SSE di trasformazione avrà una tensione di 30 kV e sarà costituito da cavi di tipo unipolare o tripolare conduttori in alluminio, isolati in XLPE, con guaina in polietilene (tipo ARE4H5E). Tale tipologia di cavo è indicata all'installazione di impianti eolici, al trasporto di energia e alla posa interrata.

Per la realizzazione dell'elettrodotto interrato in MT saranno necessari:

- circa 7'990 m di cavidotto composto da terna di cavi con conduttore di sezione 150 mmq;
- circa 60'649 m di cavidotto composto da terna di cavi con conduttore di sezione 500 mmq;
- circa 17'012 m di cavidotto composto da terna di cavi con conduttore di sezione 630 mmq.

In eventuali punti di incrocio o parallelismi tra il cavidotto interrato e servizi o sottoservizi presenti nell'area saranno rispettate le distanze prescritte dalla normativa di riferimento, in particolare dalle norme CEI 11-17. Per maggiori dettagli riguardo a parallelismi o interferenze con servizi o sottoservizi presenti si rimanda all'elaborato "21056 SLG.PD.R.13-01" (relazione specialistica sulle interferenze).

I cavi saranno direttamente interrati in trincee di sezione variabile compresa tra i 50 cm e 145 cm, rispettivamente per la posa da una a quattro terne di conduttori in parallelo, ad una profondità di scavo minima di 1,20 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre di cemento armato, o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori, secondo i tipici illustrati nell'elaborato "21056 SLG.PD.T.41-01" (Tipici di posa del cavidotto). I rinterri, dopo la posa dei cavi, saranno effettuati in parte con sabbia vagliata e in parte con terreno di riporto proveniente dagli scavi effettuati in sito.

Per agevolare le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sui cavidotti si prevede che le giunzioni tra conduttori siano realizzate mediante connettori adatti alla congiunzione di cavi in alluminio, e accessibili da pozzetti di nuova realizzazione. I pozzetti di giunzione avranno dimensione indicativa di 1,50 m x 1,50 m e saranno posizionati lungo il percorso dell'elettrodotto interrato distanziati circa 800/1000 m uno dall'altro. In ogni caso i pozzetti dovranno essere realizzati in modo tale da non recare danno alle guaine in fase di posa o estrazione dei cavi.

L'elettrodotto interrato in AT, a 150kV, consentirà il collegamento elettrico tra la sottostazione elettrica di trasformazione 150/30kV e le sbarre dello stallo produttori in alta tensione ubicato all'interno della nuova SE della RTN in agro del comune di Sanluri (SU). Tale elettrodotto si svilupperà sotto terreno agricolo, fatta eccezione della porzione di cavidotto interno alla Stazione Elettrica, necessario al raggiungimento dello stallo per una lunghezza pari a circa 421 m. I conduttori sono dimensionati per garantire una portata di corrente adeguata e una caduta di tensione sulla linea inferiore al 4%. Il cavidotto sarà quindi composto da una terna di conduttori unipolari di sezione 400 mmq, realizzati in alluminio, schermati, con isolamento in XLPE e tensione massima pari a 170 kV. I tre cavi saranno posati a trifoglio e direttamente interrati in una trincea di sezione 80 cm, ad una profondità di scavo minima di 1,50 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compatta; la protezione superiore sarà costituita da piastre di cemento armato, o da un elemento protettivo in resina. Tale protezione sarà opportunamente segnalata con cartelli o blocchi monitori.

5 Sistema di gestione e manutenzione dell'impianto

L'impianto in esame sarà gestito dal fornitore degli aerogeneratori con un contratto di operazione e manutenzione (O&M) stipulato dal proponente. Pertanto il sistema di gestione sarà definito dal fornitore e in questa sede si può unicamente delinearne le principali caratteristiche che il proponente si riserva di discutere con il fornitore prima di arrivare alla formulazione definitiva.

Gli obiettivi fondamentali dell'organizzazione della manutenzione dell'impianto possono essere considerati i seguenti:

1. Conservare il patrimonio per l'intera vita utile
2. Garantire la sicurezza delle persone e la tutela ambientale
3. Minimizzare i costi di gestione complessivi

Le moderne turbine eoliche superano le 120.000 ore di funzionamento nella loro vita utile di 20 anni senza manutenzioni straordinarie: infatti i produttori dei componenti, particolarmente quelli rotanti, devono garantire che i loro prodotti abbiano limitatissime probabilità di rottura prima dei 20 anni di funzionamento a ritmi di 6000 ore/anno. La vita utile effettiva delle turbine eoliche si considera dell'ordine dei 30 anni, ma la sua entità dipende molto dalle condizioni di funzionamento e dalla qualità della manutenzione straordinaria che viene effettuata.

Le attività di manutenzione verranno definite nel dettaglio dal costruttore in sede di approvvigionamento per il progetto esecutivo; nel seguito si riassumono le principali che ci si attende saranno incluse in tutti i programmi di manutenzione proposti.

Come dettagliato al par.4, la manutenzione preventiva leggera verrà eseguita mensilmente, mentre le principali operazioni avranno luogo 2 volte l'anno e comprenderanno, tra l'altro:

- ispezione di cuscinetti ed ingranaggi
- verifica ed eventuale cambio olio motoriduttore,
- pulizia delle pale,
- verifica della tensione dei bulloni e controllo dell'inclinazione delle pale sul mozzo,
- pulizia del generatore, cambio delle parti soggette ad attriti.

Tali operazioni dureranno 12-24 ore per turbina e verranno effettuate su una turbina alla volta, in modo da minimizzare la produzione perduta. Vi sarà inoltre, di preferenza in estate, periodo di minore produzione, una fermata complessiva dell'impianto di 6-12 ore per la manutenzione della cabina di connessione, da concordarsi anche con le esigenze di manutenzione dell'impianto di rete per la connessione e della linea elettrica di collegamento.

La manutenzione predittiva si avvarrà dello SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) che permetterà di conoscere in tempo reale l'evoluzione dei principali parametri di controllo, tra cui, p.es. le vibrazioni, che possono dare indicazioni sulla necessità di manutenzione di organi rotanti. Inoltre il prelievo di campioni dalle parti lubrificate ed ingrassate durante le manutenzioni preventive permetterà di rilevare con analisi chimico-fisiche, eventuali degradazioni e ricercarne l'origine in parti meccaniche od elettriche da sorvegliare o sottoporre a manutenzione.

Il sistema SCADA utilizzato avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Supervisione e controllo accessibile on-line con protocollo di tunneling
- Acquisizione e archiviazione dei dati in apposito data-base storico
- Storage locale per la temporanea memorizzazione dei dati delle turbine quando non è possibile trasferirli direttamente al data-base storico
- Accesso al sistema tramite browser, senza necessità di software o licenze dedicate

- A ciascun utente deve essere assegnata una password e username e l'amministratore può assegnare differenti "livelli di autorità" a ciascun utente al fine di incrementarne la sicurezza di utilizzo
- Impostazione di invio e-mail e/o SMS in caso di segnalazione di allarme proveniente sia dagli aerogeneratori sia dalla sottostazione
- Sistema di interfaccia per il controllo remoto della potenza prodotta e regolazione dei parametri correlati, ad esempio Potenza / Tensione / Frequenza / Ramp rate
- Interfaccia per l'integrazione del sistema di monitoraggio e controllo con i dispositivi e le apparecchiature presenti nella sottostazione elettrica
- Interfaccia per il monitoraggio della potenza reattiva e controllo del sistema compensazione
- Supporto integrato per il controllo dell'impatto ambientale, ovvero controllo delle emissioni sonore, dell'effetto shadow/flicker, di presenza avifauna e chiroterro fauna, dell'effetto icing
- Monitoraggio delle condizioni integrato con il controllo delle turbine, per mezzo di un server designato
- Sistema Ethernet con interfacce di sicurezza compatibili (OPC UA / IEC 60870-5-104) per l'accesso online ai dati
- Protezione Anti-Virus
- Back-up and restore

Ciascun aerogeneratore sarà dotato di un sistema di controllo individuale e locale, SICS. Tale sistema permette di regolare il funzionamento della turbina indipendentemente dallo SCADA. In questo modo anche in caso di danneggiamento al sistema di comunicazione, ad esempio dovuto all'interruzione di un cavo di segnale, la turbina può essere mantenuta in funzione e regolata autonomamente. I dati monitorati saranno quindi momentaneamente memorizzati nello storage locale per poi essere archiviati nel data-base storico una volta ripristinato il sistema di comunicazione con lo SCADA.

Il sistema di comunicazione sarà costituito da cavi in fibra ottica che verranno posati e distribuiti per mezzo delle stesse trincee scavate per la posa dei cavi di potenza.

Al fine di rendere l'O&M funzionale e adeguato al suo scopo, sono previsti, oltre allo SCADA, i seguenti elementi:

- Formazione tecnica del personale. Anche la manutenzione ordinaria di tipo visivo e le ispezioni di routine annuali (ad esempio controllo dei serraggi, pulizia delle parti fondamentali dell'impianto quali scale, ascensori, navicella.., organizzazione prove antincendio e di emergenza..) dovranno essere svolte da personale competente.
- Utilizzo di mezzi idonei, quali vetture, gru, piattaforme, bilici di trasporto.
- Reperibilità del personale operativo, al fine di garantire tempi di intervento adeguati.
- Predisposizione di magazzini con disponibilità di ricambi.
- Comunicazione immediata in caso di allarme via SMS e e-mail.
- Garantire una buona e sicura viabilità e accessibilità agli impianti in ogni periodo dell'anno.
- Coordinamento ottimale delle attività e gestione delle interferenze.
- Monitoraggio continuo dei fenomeni e dei dissesti idrogeologici.
- Assicurare un buon rapporto con il territorio e la popolazione locale.

6 Programma di manutenzione

Durante la vita dell'impianto tutte le apparecchiature saranno sottoposte a cicli di manutenzione con interventi periodici (manutenzione ordinaria) e specifici (manutenzione straordinaria).

I costi di manutenzione e gestione di un parco eolico incidono significativamente sul bilancio economico complessivo, ne consegue l'esigenza di realizzare una attività di monitoraggio da affiancare alla normale manutenzione preventiva a cadenza semestrale, che solitamente è inclusa nel rapporto di global service fra fornitore e gestore.

Il programma di manutenzione è diviso secondo i seguenti punti:

- manutenzione programmata
- manutenzione ordinaria
- manutenzione straordinaria

La manutenzione programmata è di natura preventiva quando riguarda la struttura impiantistica, le strutture edili e gli spazi esterni.

La manutenzione ordinaria comprende l'attività di controllo e di intervento di tutte le unità che fanno parte dell'impianto eolico.

La manutenzione straordinaria include gli interventi che non possono essere preventivamente programmati e che sono finalizzati a ripristinare il funzionamento delle componenti impiantistiche che manifestano guasti e/o anomalie.

Si riporta nel seguito un programma di base di manutenzione preventiva che include attività di ispezione visiva, di test, di verifica serraggio (per i bulloni e i morsetti) e usura (p.es. per i freni), di prelievo e analisi olio, di sostituzione e di pulizia. La manutenzione predittiva è basata sulle segnalazioni provenienti dal sistema SCADA che saranno trasmesse in remoto alla più vicina stazione presidiata 24/7 del costruttore che svolgerà tale servizio per il proponente.

Ne risulta che il programma mensile richiederà la presenza di 5 operatori specializzati per 3 giorni. A cui si dovranno aggiungere 2 operatori per la manutenzione semestrale, altri 2 per quella annuale e altri 4 per quella triennale. Inoltre su base annuale saranno necessarie 2 elettricisti specializzati per la manutenzione della sottostazione elettrica, di preferenza in concomitanza con la manutenzione organizzata da Terna sulla linea e l'impianto di rete per la connessione.

In merito agli interventi di manutenzione straordinaria, da un'analisi delle componenti critiche dell'impianto emerge che potranno principalmente interessare:

- Generatori / moltiplicatori di giri degli aerogeneratori.
- Sistemi meccanici e oleodinamici.
- Pale.
- Trasformatori MT/BT.
- Trasformatore AT/MT.
- Apparecchiature AT in SSE.
- Eventuali dissesti da frane.

6.1 Manutenzione Opere Elettriche

La manutenzione delle opere elettriche prevede interventi di:

- manutenzione preventiva che comprende tutte le attività ordinarie di manutenzione atte a conservare l'impianto in efficienza;
- manutenzione predittiva utile ad organizzare eventuali interventi di manutenzione utili a prevenire guasti o inefficienze, sulla base del monitoraggio periodico delle variabili di impianto;
- manutenzione correttiva (manutenzione straordinaria per guasti). La manutenzione straordinaria, o correttiva, risulta necessaria in caso di guasti o rotture. A titolo esemplificativo e non esaustivo, può comprendere la sostituzione di apparecchiature elettriche, parti di cavi o trasformatori e tutte le attività espletate per riportare l'impianto in efficienza dopo un guasto.

Si riassumono di seguito le principali apparecchiature per le quali è richiesta la manutenzione:

- apparecchiature in alta tensione (interruttori, sezionatori, scaricatori, TV, TA);
- trasformatori (AT/MT, MT/BT, BT/BT);
- quadri di media tensione;
- apparecchiature di media tensione (interruttori, sezionatori, TA, TV);
- apparecchiature di bassa tensione (interruttori, sezionatori, fusibili, TA.);
- quadri di bassa tensione;
- cavi elettrici;
- quadri di comando e controllo;
- quadri protezione;
- apparecchi di illuminazione;

Di seguito vengono riportati alcuni interventi di manutenzione predittiva che interessano le apparecchiature di SSE:

- Prova di isolamento, secondo le modalità stabilite dalle norme CEI, dei cavidotti di collegamento tra il quadro MT di SSE e il quadro MT di impianto.
- Misura delle resistenze e della tensione delle singole batterie del quadro raddrizzatore.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di apertura e chiusura degli interruttori MT.
- Misura della resistenza di contatto degli interruttori MT.
- Misura della resistenza d'isolamento degli avvolgimenti del trasformatore MT/BT.
- Prelievo olio per analisi gascromatografica completa e misura della rigidità dielettrica come da normativa CEI per il trasformatore AT/MT.
- Misura di resistenza dei contatti principali dei sezionatori AT di sbarra e di interfaccia.
Misura delle correnti residue sugli scaricatori AT

Inoltre saranno espletate le attività periodiche richieste ai sensi della normativa vigente come la verifica dei dispositivi di protezione di interfaccia, la verifica della rete di terre, la taratura dei misuratori..ecc.

6.2 Manutenzione Opere Civili

Le attività di manutenzione delle opere civili riguardano le strade, le piazzole, le fondazioni, l'area della sottostazione.

La manutenzione ordinaria prevede le seguenti attività:

- taglio erba intorno alla viabilità, alle piazzole e all'area della SSE;
- periodico riporto di misto granulare sulle aree transitabili, ove occorrente, e costipazione dello stesso per consentire transito regolare dei mezzi;
- pulizia delle cunette e pozzetti di raccolta acque meteoriche;
- manutenzione dei manufatti in cls quali cabine di macchina, ed edifici della sottostazione;
- tinteggiature, manutenzione serramenti, coperture e finiture superficiali edificio di sottostazione;

Programma di manutenzione

| | | ogni mese | ore uomo | ogni 6 mesi | ore uomo | ogni anno | ore uomo | ogni 3 anni | ore uomo |
|--------------------|----------------------------------|-----------|----------|-------------|----------|-----------|----------|-------------|----------|
| Torre | <i>Fondazione</i> | I | 0,5 | | | | | | |
| | <i>Flange</i> | X | 2 | | | | | | |
| | <i>Scala interna</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Linea di sicurezza</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Cremagliera di rotazione</i> | X | 2 | M | 2 | | | | |
| | <i>Piattaforme</i> | X | 1 | | | | | | |
| | <i>Olio trasformatore</i> | I | 1 | I | 1 | O | 3 | Z | 8 |
| | <i>Cavi e morsetti</i> | I | 1 | | | | | | |
| Rotore | <i>Regolazione angolo pale</i> | T | 2 | | | | | | |
| | <i>Pulizia pale</i> | I | 0,5 | C | 4 | | | | |
| | <i>Cuscinetti mozzo</i> | M | 1 | | | | | | |
| | <i>Cuscinetti pale</i> | M | 1 | | | | | | |
| | <i>Sincronizzazione pale</i> | I | 2 | | | M | 2 | | |
| | <i>Blocco antiritorno</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Molle</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Guarnizioni</i> | I | 2 | | | | | Z | 8 |
| | <i>Bulloni</i> | X | 2 | | | | | | |
| Navicella | <i>Coperchio</i> | X | 2 | | | | | | |
| | <i>Olio Motoriduttore</i> | I | 1 | | | O | 3 | Z | 8 |
| | <i>Generatore</i> | I | 2 | M | 3 | C | 4 | | |
| | <i>Sensore di sbilanciamento</i> | I | 1 | | | T | 2 | | |
| | <i>Bulloni</i> | X | 1 | | | | | | |
| | <i>Cavi e morsetti</i> | I | 1 | | | | | | |
| Controllo | <i>Cuscinetto rotazione</i> | I | 1 | M | 2 | | | | |
| | <i>Motoriduttore</i> | X | 1 | | | | | | |
| | <i>Freni</i> | X | 1 | | | | | | |
| | <i>Finecorsa rotazione</i> | I | 0,5 | | | | | T | 3 |
| | <i>Anemometro</i> | I | 0,5 | | | | | T | 3 |
| | Totale ore-uomo | | 34 | | 12 | | 14 | | 30 |
| N.operatori | | 5 | | 2 | | 2 | | 4 | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|---|-----|-----|--|--|--|--|--|
| Cabina | <i>Bulloni</i> | X | 0,5 | | | | | | |
| | <i>Cavi e morsetti</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Quadri elettrici</i> | I | 1 | | | | | | |
| | <i>Ventilazione</i> | I | 0,5 | | | | | | |
| | <i>Illuminazione ed ausiliari</i> | I | 0,5 | | | | | | |
| | Totale ore-uomo | | | 3,5 | | | | | |
| N.operatori | | | 1 | | | | | | |

| Legenda | | | |
|----------------|------------------------------------|---|---------------------|
| I | <i>ispezione</i> | Z | <i>sostituzione</i> |
| X | <i>verifica serraggio o usura</i> | T | <i>test</i> |
| M | <i>ingrassaggio</i> | C | <i>pulizia</i> |
| O | <i>prelievo campione e analisi</i> | | |