
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL TERRITORIO COMUNALE DI FOGGIA (FG)
POTENZA NOMINALE 73,2 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

dr.ssa Anastasia AGNOLI

ing. Giulia MONTRONE

STUDI SPECIALISTICI

IMPIANTI ELETTRICI

ing. Roberto DI MONTE

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Donata SILEO

NATURA E BIODIVERSITÀ

dr. Luigi Raffaele LUPO

STUDIO PEDO-AGRONOMICO

dr. Rocco IACULLO

ARCHEOLOGIA

dr. archeol. Antonio BRUSCELLA

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

R.7 **Disciplinare descrittivo prestazionale
degli elementi tecnici**

REV.	DATA	DESCRIZIONE



INDICE

Art. 1- Introduzione.....	3
Art. 2- Componenti dell'impianto	3
AEROGENERATORI - TORRI DI SOSTEGNO	3
AEROGENERATORE - ROTORE	6
NAVICELLA	7
IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE	8
SISTEMA DI IMBARDATA	8
SISTEMA DI TRASMISSIONE	9
SISTEMA DI CONTROLLO	10
CARATTERISTICHE TECNICHE.....	10
IMPIANTO ELETTRICO AEROGENERATORE	13
Art. 3 - Descrizione del sistema di fondazioni e piazzole aerogeneratori	14
Art. 4 – Cavidotti	15
Art. 5 – Cabina di raccolta.....	17
Art. 6 – Sistema di accumulo energia BESS.....	19
Art. 7 – Ampliamento Stazione Elettrica	21
Art. 8 – Rete di terra.....	21
Art. 9 - Sistema di monitoraggio	21
Art. 10 - Strade.....	22



Art. 11 – Strade – interventi minimi.....	22
Art. 12 - Segnaletica orizzontale	22
1. Pitture all'acqua	22
2. Vernice a base solvente rifrangente	23
3. Visibilità diurna/notturna	23
4. Applicazione della segnaletica orizzontale	23
5. Confezionamento.....	24
6. Accertamenti ed obblighi.....	24
Art. 13 - Materiali in generale.....	24
QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	24
MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	25
MATERIALI DA IMPIEGARSI PER GLI STRATI ANTICAPILLARI, PER LE FONDAZIONI E SOTTOFONDAZIONI STRADALI.	26
1. Sabbia per strati anticapillari	26
2. Misto naturale di ghiaia e sabbia per strati di fondazione/sottofondazione stradale	26
MATERIALI DA IMPIEGARSI PER I CONGLOMERATI BITUMINOSI	27
1. Inerti:.....	27
2. Leganti bituminosi e loro additivi:	28
PROVE SUI MATERIALI.....	29



Art. 1- Introduzione

Il presente disciplinare contiene la descrizione delle caratteristiche, della forma, delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e dei componenti previsti nel progetto, relativo alla realizzazione del parco eolico proposto.

Il progetto è composto da n°11 aerogeneratori, di cui 9 aventi una potenza unitaria di 7,2 MW e 2 aventi una potenza unitaria di 4,2 MW, per una potenza complessiva di 73,2 MW. Gli aerogeneratori con potenza unitaria pari a 7,2 MW avranno un'altezza al mozzo di 150 metri e diametro del rotore di 172 metri, gli aerogeneratori con potenza unitaria pari a 4,2 MW avranno un'altezza al mozzo di 82 metri e diametro del rotore di 136 metri.

L'impianto eolico avrà le seguenti caratteristiche generali:

1. n° 9 aerogeneratori VESTAS V172, avente un diametro del rotore di 172 metri ed un'altezza al mozzo pari a 150 metri, comprensivi al loro interno di trasformazione BT/MT;
2. n° 2 aerogeneratori VESTAS V136, avente un diametro del rotore di 136 metri ed un'altezza al mozzo pari a 82 metri, comprensivi al loro interno di trasformazione BT/MT;
3. Strade di accesso all'impianto e n. 11 piazzole per montaggio e manutenzione degli aerogeneratori;
4. Rete elettrica interrata a 36 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione;
5. Cabina di raccolta e sistema di accumulo energia;
6. Sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT nei pressi del punto di consegna previsto;
7. Rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

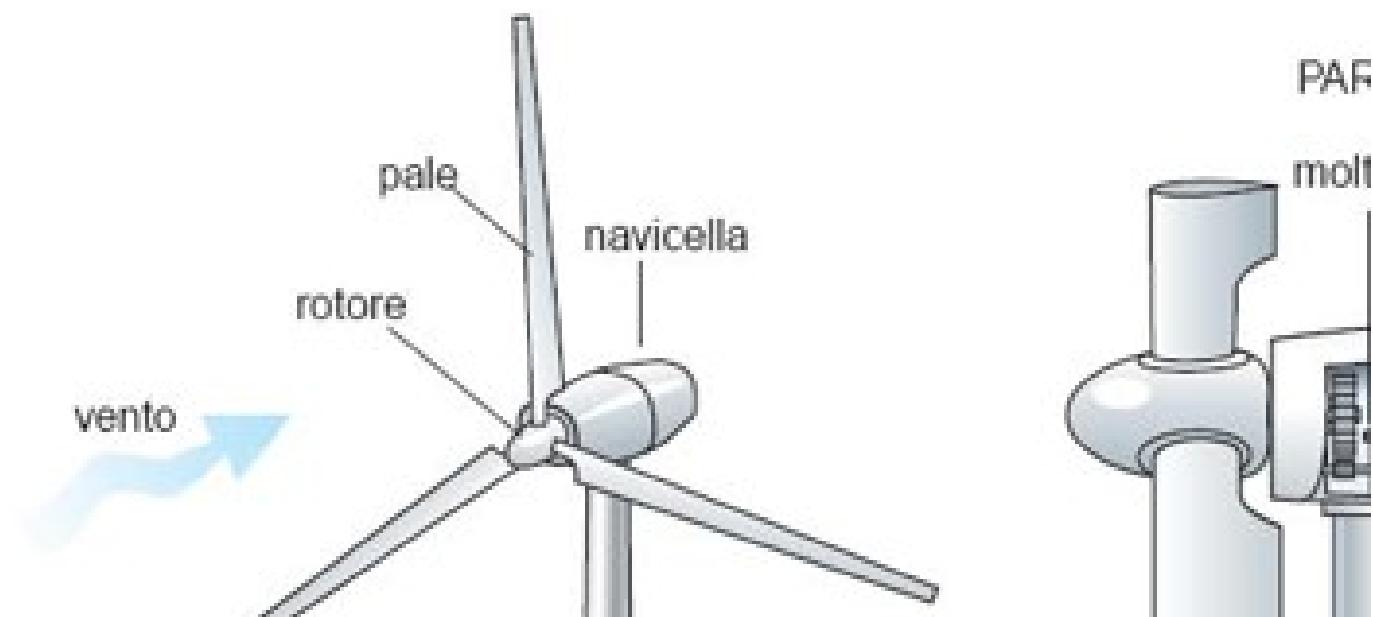
Art. 2- Componenti dell'impianto

AEROGENERATORI - TORRI DI SOSTEGNO

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

1. una torre di sostegno;
2. un rotore a tre pale;
3. una navicella con gli organi meccanici di trasmissione.





Il sostegno degli aerogeneratori è costituito da una torre tubolare di altezza pari a 150m per gli aerogeneratori VESTAS V172, ed altezza pari ad 82m per gli aerogeneratori VESTAS V136 .
La struttura è realizzata in acciaio ed è di forma tronco-conica.



La torre è divisa in tronchi prodotti in officina e trasportati singolarmente in cantiere dove vengono assemblati.

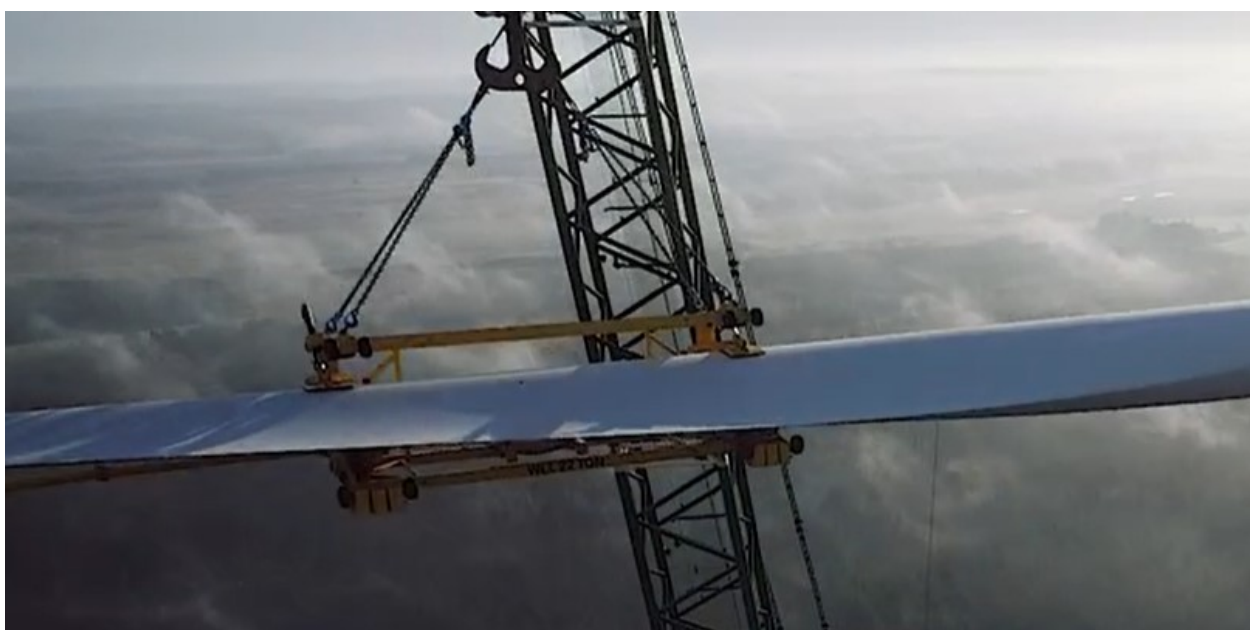


Alla base della torre è posizionata un'apertura che consente l'accesso all'interno. Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di idonei parapetti anticaduta. In corrispondenza di ogni tronco della torre, è prevista una piattaforma di sosta 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 e di comando 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 schermati che scendono in verticale all'interno di una passerella. 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 RAL 7035 o similare.



AEROGENERATORE - ROTORE

Il rotore è costituito da un mozzo, e da 3 pale di lunghezza pari a 86 m per gli aerogeneratori VESTAS V172-7.2, e 68 m per gli aerogeneratori VESTAS V136-4.2 e realizzate in materiale composito formato da fibre di vetro in matrice epossidica.



Associato ad un sistema di regolazione del passo delle pale, il rotore garantisce le migliori prestazioni possibili infatti si può adattare alle specifiche della rete elettrica e, nello stesso tempo, ridurre le emissioni acustiche. Le pale sono costruite con un profilo alare che ottimizza la produzione di energia in funzione della velocità variabile del vento. Per offrire un impatto minore possibile sull'ambiente, le pale saranno verniciate con colore RAL 7035 o similari. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa 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 in ghisa 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 a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale 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.

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. 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 di 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 4 poli, a doppia alimentazione, tensione ai morsetti pari a 690 V e frequenza di 50 Hz. 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.

Gli aerogeneratori saranno equipaggiati, secondo le norme attualmente in vigore, con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente (2000cd) da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna consiste nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE

Il generatore elettrico è un asincrono con statore connesso direttamente con la rete. 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. Il convertitore permette inoltre di compensare totalmente la domanda di reattivo del generatore in modo tale da mantenere il fattore di potenza al valore desiderato. La trasmissione della potenza dall'albero lento al generatore elettrico è realizzata con un moltiplicatore. La strategia di controllo aerodinamico utilizzata è il Pitch-Control 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 ed ha una classe di protezione IP54. Il calore prodotto viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso (PWM). La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, infatti la possibilità di regolare la potenza reattiva, la presenza di una bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche consentono una fornitura di energia eolica di alta qualità. Va sottolineata inoltre, la bassa potenza di cortocircuito che permette una migliore utilizzazione della capacità di rete evitando, in alcuni casi, la necessità di un potenziamento.

SISTEMA DI IMBARDATA

La migliore condizione di funzionamento di un aerogeneratore si verifica quando il rotore risulta perfettamente allineato alla direzione del vento principale. In questa posizione si evitano infatti carichi aggiuntivi, che gravano sulla macchina, e si sfruttano al massimo grado le capacità produttive ottenendo la migliore produzione attesa. Per assumere la posizione ideale in ogni



condizione, l'aerogeneratore è dotato di due banderuole che, attraverso un sensore, rilevano lo scostamento dell'asse dell'aerogeneratore rispetto alla direzione del vento, e azionano un motore che riallinea la navicella. Il basamento del sistema è ancorato alla torre attraverso una ralla a quattro contatti con una dentatura esterna. Il sistema di imbardata della navicella è regolato da un sistema di motoriduttori. Con questo meccanismo, tra un movimento di imbardata e l'altro, gli spostamenti della navicella vengono regolati dal freno d'imbardata, evitando che i sistemi di regolazione di direzione siano sottoposti a forti pressioni causate dal vento. Durante l'imbardata la dentatura potrebbe subire un'inversione di direzione, per evitare ciò e per proteggere il meccanismo, la pressione del freno viene ridotta. La regolazione dei freni di imbardata avviene attraverso una centralina oleodinamica così come avviene per il freno di sicurezza del sistema di trasmissione. Per garantire il funzionamento del sistema frenante in ogni condizione, l'impianto idraulico è dotato di accumulatori che consentono di regolare la pressione dei freni anche nel caso in cui venisse a mancare l'alimentazione.

SISTEMA DI TRASMISSIONE

I carichi del rotore, rappresentati dal peso proprio e dalle azioni esterne che su di esso agiscono, vengono trasferiti alla torre attraverso tre punti collocati sulla flangia superiore della torre.

La forma compatta del rotore, la posizione perpendicolare del suo asse rispetto a quello della torre ed il tipo di collegamento ad essa, definiscono un sistema regolare di carichi. Ciò permette di utilizzare materiali comuni per la costruzione di aerogeneratori anziché ricorrere a materiali dalle prestazioni meccaniche eccezionali. Tutti i carichi del rotore vengono trasferiti al basamento, e quindi alla torre, attraverso un cuscinetto fisso, un cuscinetto mobile e le sospensioni elastiche. Il cuscinetto fisso, a rulli oscillanti, è posizionato dal lato rotore, direttamente sul basamento; quello mobile invece è collegato all'albero di trasmissione attraverso un disco calettato a caldo ed è integrato nella scatola ingranaggi. Le sospensioni elastiche, realizzate in gomma, hanno la funzione di trasferire al basamento i carichi che si ripartiscono sulla scatola degli ingranaggi. Il cuscinetto a rulli oscillanti dal lato rotore è inserito, insieme al dispositivo di blocco del rotore, in una sede realizzata in ghisa sferoidale GGG 40.3; viene protetto dalle azioni degli agenti esterni da tenute a labirinto e V-rings e lubrificato con grasso. La posizione in prossimità del rotore consente, durante le fasi di manutenzione, di fissare il rotore bullonandolo. Sull'albero del rotore è forgiata una flangia realizzata in acciaio inossidabile di tipo 30CrNiMo8, e l'estremità dell'albero, in corrispondenza del rotore, è inserita direttamente nell'ingranaggio epicicloidale e fissata alla scatola ingranaggi con disco calettato a caldo. La scatola degli ingranaggi è costituita da due ruote dentate cilindriche e una ruota epicicloidale; la loro dentatura è stata ottimizzata per ridurre al meglio le emissioni acustiche. Sul basamento della scatola degli ingranaggi sono inseriti elementi di sospensione e sono integrate delle bussole elastiche, realizzate con materiali che assicurino una lunga durata. Il sistema di sospensione elastica consente di avere un supporto mobile che, interposto tra il basamento e la scatola ingranaggi, riduce la frequenza delle vibrazioni e quindi la



rumorosità. Nell'accoppiamento elastico tra la scatola ingranaggi e il generatore è stato integrato un freno a disco, con due pinze ad alta resistenza termica, che viene azionato in caso di frenata di emergenza. L'accoppiamento compensa ogni spostamento che si verifichi tra la scatola ingranaggi ed il generatore, causato dalla sospensione elastica della scatola stessa. Infine l'accoppiamento è dotato di una frizione di sicurezza che, in caso di cortocircuito, protegge la scatola ingranaggi prevenendo il trasferimento di momenti torcenti su di essa. Il freno a disco meccanico viene attivato da molle ed un azionamento idraulico, ed ha in realtà la funzione di sistema di sicurezza addizionale. Esso viene attivato solo nel caso di grave malfunzionamento, ad esempio un'avaria dei meccanismi di regolazione delle pale, e quindi crea un ulteriore livello di sicurezza oltre ai sistemi indipendenti di regolazione del passo.

SISTEMA DI CONTROLLO

Ogni funzione dell'aerogeneratore viene monitorata e controllata attraverso un sistema a microprocessori connesso, in tempo reale, ad un'architettura multiprocessore. I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso i sensori di cavi a fibre ottiche. In questo modo il sistema risulta maggiormente protetto contro le correnti vaganti ed i fulmini ed è ottimizzata la velocità di trasferimento del segnale. 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 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 mediante una linea telefonica. 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, che permettono in alcuni casi anche il telecomando dell'aerogeneratore.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Di seguito vengono elencate le caratteristiche tecniche, certificate dal costruttore, degli aerogeneratori previsti in progetto.



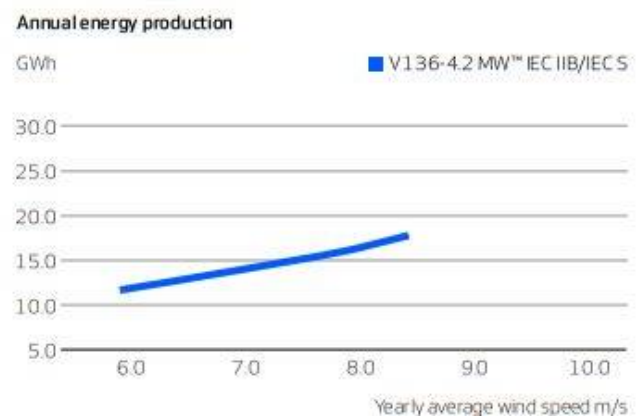
V136-4.2 MW™ IEC IIB/IEC S

Power regulation	Pitch regulated with variable speed
Operating data	
Rated power	4,000kW/4,200kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed	25m/s
Re-cut-in wind speed	23m/s
Wind class	IEC IIB/IEC S
Standard operating temperature range from -20°C* to +45°C with de-rating above 30°C (4,000kW)	
* Subject to different temperature options	
Sound power	
Maximum	103.9dB(A)*
* Sound Optimised Modes dependent on site and country	
Rotor	
Rotor diameter	136m
Swept area	14,527m ²
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders
Electrical	
Frequency	50/60Hz
Converter	full scale
Gearbox	
Type	two planetary stages and one helical stage
Tower	
Hub heights	Site and country specific
Nacelle dimensions	
Height for transport	3.5m
Height installed (incl. CoolerTop*)	8.4m
Length	12.96m
Width	3.98m
Hub dimensions	
Max. transport height	3.5m
Max. transport width	3.7m
Max. transport length	5.5m

Blade dimensions	
Length	66.7m
Max. chord	4.1m
Max. weight per unit for transportation	
	70 metric tonnes

Turbine options	
- 4.2 MW and 4.5 MW Power Optimised Modes (site specific)	
- High Wind Operation	
- Load Optimised Modes down to 3.6 MW	
- Condition Monitoring System	
- Service Personnel Lift	
- Vestas Anti-Icing System	
- Vestas Ice Detection™	
- Low Temperature Operation to -30°C	
- Fire Suppression	
- Shadow detection	
- Vestas Bat Protection System	
- Aviation Lights	
- Aviation Markings on the Blades	
- Vestas IntelliLight®	
- Nacelle Hatch for Air Inlet	

Sustainability	
Carbon Footprint	5.6g CO ₂ e/kWh
Return on energy break-even	6.1 months
Lifetime return on energy	40 times
Recyclability rate	87.4%
Configuration: 11.2m hub height and wind class IEC IIB. Depending on site specific conditions. Metrics are based on an externally reviewed Life Cycle Assessment available on vestas.com	



V172-7.2 MW™ IEC S

Power regulation	Pitch regulated with variable speed	
Operating data		
Standard rated power	7,200kW	
Cut-in wind speed	3m/s	
Cut-out wind speed*	25m/s	
Wind class	IEC S	
Standard operating temperature range from	-20°C to +45°C	
<small>*High Wind Operation available as standard</small>		
Sound power		
Maximum	106.9dB(A)*	
<small>*Sound Optimized Modes available dependent on site and country</small>		
Rotor		
Rotor diameter	172m	
Swept area	23,235m ²	
Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders	
Electrical		
Frequency	50/60Hz	
Converter	full scale	
Gearbox		
Type	two planetary stages	
Tower		
Hub heights*	114m (IEC S)**	
	150m (IEC S)**	
	164m (DIBt)	
	166m (IEC S)	
	175m (DIBt)	
	199m (DIBt)	
<small>*Site specific towers available on request</small>		
<small>**Preliminary</small>		

Turbine options

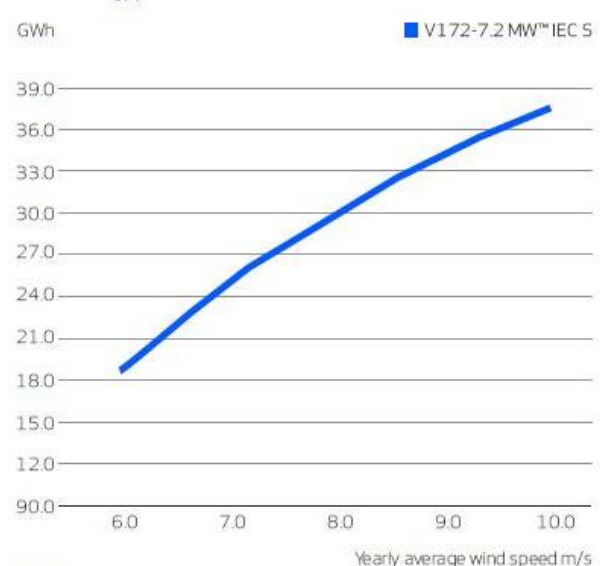
- 6.5 MW Operational Mode
- 6.8 MW Operational Mode
- Oil Debris Monitoring System
- High Temperature Cooler Top
- Service Personnel Lift
- Low Temperature Operation to -30°C
- Vestas Ice Detection™
- Vestas Anti-Icing System™
- Vestas Shadow Flicker Control System
- Aviation Lights
- Aviation Markings
- Fire Suppression System
- Vestas Bat Protection System
- Lightning Detection System

Sustainability

Carbon Footprint	6.4g CO ₂ e/kWh
Return on energy break-even	6.9 months
Lifetime return on energy	34 times
Recyclability rate	86.6%

Configuration: 166m hub height, Vavg=7.4m/s, k=2.48. Depending on site-specific conditions. Metrics are based on an internal site specific assessment. An externally reviewed Life Cycle Assessment will be made available on vestas.com once finalised.

Annual energy production



IMPIANTO ELETTRICO AEROGENERATORE

Tale specifica racchiude le caratteristiche necessarie al dimensionamento dell'impianto all'interno dell'aerogeneratore comprensivo di:

- Dati tecnici sistema di conversione (trasformatore);
- Dati tecnici del quadro MT;
- Scomparto arrivo/partenza cavi MT di collegamento aerogeneratori.
- Dati tecnici del dispositivo di generatore in Bt

Trasformatore

Il trasformatore utilizzato è del tipo in resina del tipo trifase. In caso di guasto del trasformatore, questo può essere facilmente smontato e riparato all'interno della torre.

Quadro MT

Per ogni aerogeneratore si prevede l'installazione di Quadro MT a bordo macchina per la connessione elettrica alla linea di raccolta interna al parco eolico, nella configurazione a singolo o doppio ingresso, secondo quanto previsto nello schema elettrico unifilare di progetto. Ogni aerogeneratore è dotato di uno o più quadri per l'arrivo/partenza di una o più linee di connessione secondo lo schema elettrico unifilare al fine di minimizzare la lunghezza della linea MT e di migliorare la continuità di servizio.

Scomparto arrivo/partenza cavi MT (collegamento aerogeneratori)

Ogni aerogeneratore è dotato di uno o più quadri per l'arrivo/partenza di una o più linee di connessione secondo lo schema elettrico unifilare al fine di minimizzare la lunghezza della linea MT e di migliorare la continuità di servizio.

Dispositivo di generatore bt

Per dispositivo di generatore si intende quel dispositivo in grado di escludere ciascun gruppo di generazione ed è posto solitamente a monte del generatore asincrono. Tale dispositivo rientra tra i dispositivi riconosciuti come "metal enclosed" in accordo alle norme di riferimento dei costruttori: DIN EN 60439.

Sistema di ventilazione

All'interno della torre sono evidenziabili 3 piattaforme posizionate a quote diverse in funzione delle apparecchiature montate e connesse tra loro da un sistema di ventilazione forzato;

Sono riconoscibili:

- Piattaforma "bassa" (posizionamento trasformatore)
- Piattaforma "intermedia" (quadri media tensione)
- Piattaforma "alta" (sistema di conversione)



La parete della torre in corrispondenza della piattaforma intermedia presenta una cavità per l'areazione del sistema di ventilazione proveniente dal vano trasformatore. Quest'ultimo è dotato di 3 "fan coil" in corrispondenza delle tre colonne che vengono azionati da un sistema di controllo per la dissipazione del calore, mediante misurazione della differenza di temperatura tra la camera del trasformatore e gli avvolgimenti dotati di 3 termosonde PT100. Per quanto riguarda il sistema di conversione, è previsto all'interno del convertitore un sistema di estrazione e ventilazione dell'aria che viene azionato in relazione allo stato di funzionamento del dispositivo.

Art. 3 - Descrizione del sistema di fondazioni e piazzole aerogeneratori

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola "definitiva" pressoché pianeggiante delle dimensioni all'incirca pari all'area di fondazione, dove troveranno collocazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore e la relativa fondazione, i dispersori di terra ed i necessari cavidotti interrati. La funzione della piazzola è anche quella di accogliere i mezzi di servizio durante la vita dell'impianto.

In corrispondenza di ogni aerogeneratore si prevede anche la realizzazione di una "piazzola provvisoria di lavoro" in brecciato (di dimensioni come da elaborati grafici pari a 40 x 50 mq), per il montaggio dello stesso aerogeneratore, prevista solo per la fase di cantiere e sarà poi dismessa al termine del montaggio.

Per consentire il montaggio degli aerogeneratori dovrà predisporre lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione di piazzola di lavoro, comprendente pure la piazzola definitiva.

Le torri eoliche sono ancorate stabilmente al suolo mediante delle fondazioni dirette o indirette in funzione dei risultati dei sondaggi puntuali che saranno effettuati in fase di progettazione esecutiva. Le fondazioni saranno in c.a. di forma tronco-conica e se indirette poggeranno su pali. In questa fase la fondazione prevista per le turbine in progetto è costituita da una in calcestruzzo armato, con pianta di forma circolare di diametro $D_e = 28$ m, a spessore variabile da un minimo di 0.5 m, sul bordo esterno, ad un massimo di 3m in corrispondenza della zona centrale di attacco della parte in elevazione della torre. Tale struttura poggia su una corona di 12 pali trivellati del diametro di 120cm ciascuno.

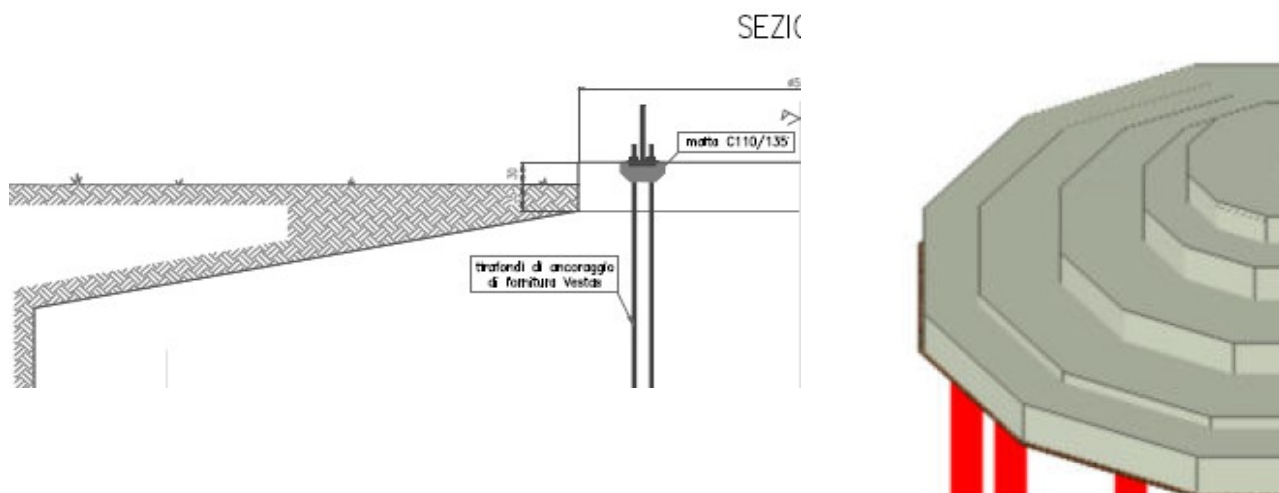
La base della torre è solidarizzata alla struttura fondale mediante un sistema di tirafondi pre-tesi ed annegati nel getto del plinto di fondazione.

Il progetto scaturisce dalle azioni provenienti dalle strutture in elevazione – torri eoliche – e dalla caratterizzazione geologica del sito sulle quali dovranno essere edificate.

Il piano di posa delle stesse è situato a circa 3mt dal piano campagna, ben al di sotto della coltre del terreno vegetale, ed altresì dello strato interessato da gelo e/o significative variazioni di umidità stagionali; a tale profondità inoltre il piano di posa garantisce il riparo da fenomeni di erosione superficiale. Il piano di posa sarà opportunamente regolarizzato con conglomerato



magro. La base della torre è ancorata al plinto mediante un sistema di barre in acciaio pre-tese che vengono annegate all'interno del getto.



La fondazione viene poi armata e successivamente gettato il calcestruzzo in opera. Le caratteristiche meccaniche degli elementi strutturali sono determinate nella fase esecutiva del progetto.

L'area interessata dalla realizzazione del parco eolico sarà interessata dalla costruzione delle opere di fondazione degli altri manufatti a servizio dell'impianto - stazione di trasformazione MT/AT.

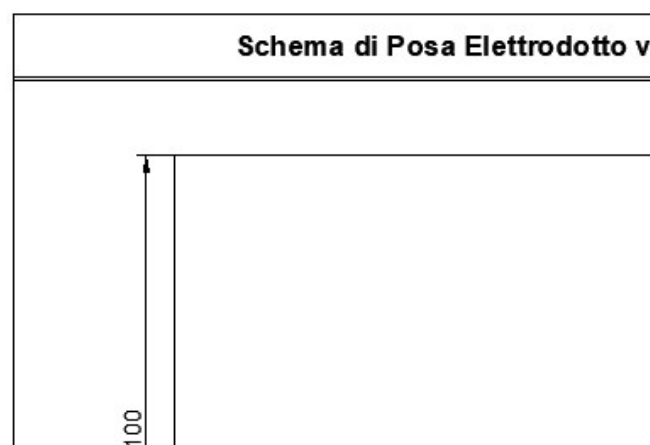
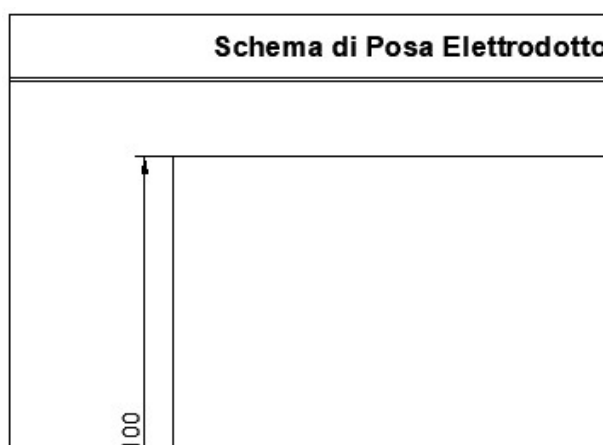
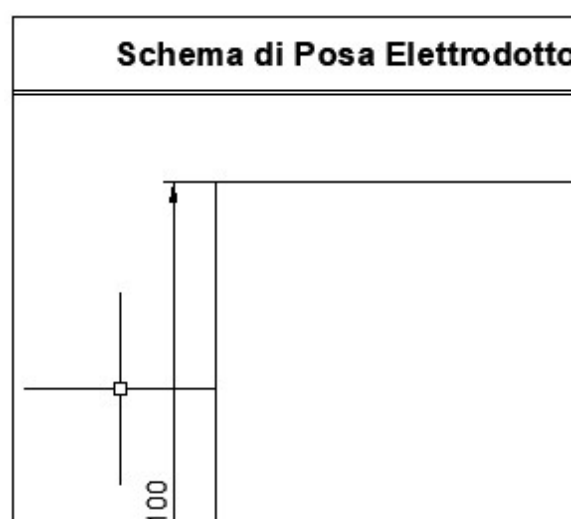
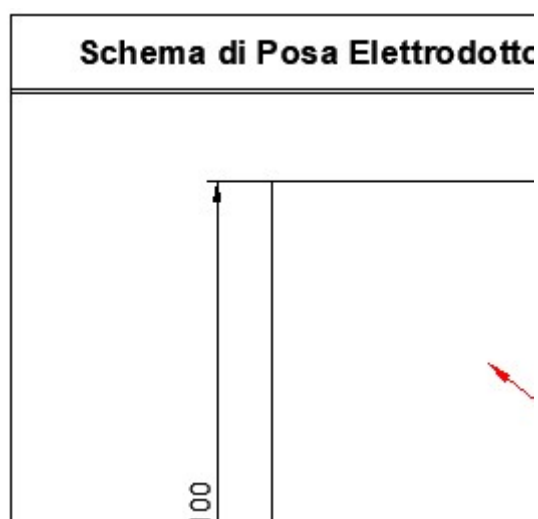
Le fondazioni di questi manufatti avranno dimensioni variabili, a seconda di quanto riportato sulle tavole di progetto esecutivo, e avranno profondità tale da raggiungere una quota che garantisca la sicurezza del manufatto stesso e da non interessare il terreno vegetale.

Art. 4 – Cavidotti

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione viene trasformata nelle singole cabine di trasformazione poste all'interno delle navicelle o delle basi delle torri e portata a media tensione (36 kV). Dopo la trasformazione l'energia viene trasportata fino alla Cabina di Raccolta atta a raccogliere l'energia prodotta dai gruppi dell'impianto eolico per vettorarla con tre terne di cavi MT a 36 kV interrati verso la SE RTN.

Il trasporto di energia in MT avviene tutta mediante cavi interrati alla profondità di 1.2m all'interno di uno scavo a sezione ristretta, posti su di un letto di sabbia o terreno vagliato. All'interno dello scavo verrà installata anche la tubazione per la fibra ottica e una ulteriore tubazione vuota come predisposizione per eventuali sviluppi futuri. Si procederà quindi al ripristino delle pavimentazioni stradali interessate dai lavori.





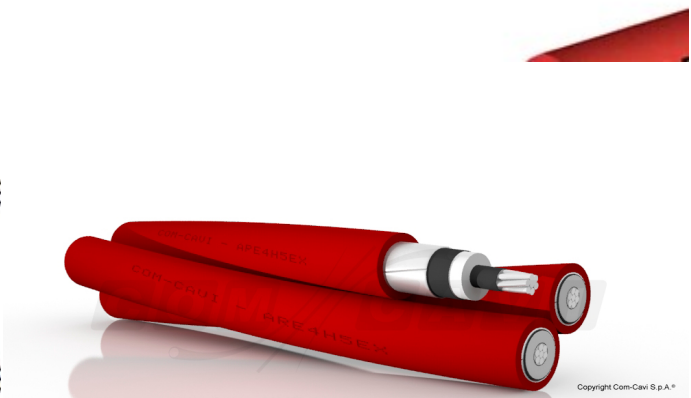
Sezioni tipiche del cavidotto

I tratti di strade vicinali interessati verranno adeguatamente transennati e verrà posta regolare segnaletica relativa ai lavori in corso, così come prescritto dalle vigenti norme di legge e dal Codice della Strada. All'occorrenza verranno eseguiti dei sovrappassi e sottopassi, a qualsiasi profondità ed in qualsiasi condizione, di linee elettriche e telefoniche, di acquedotti o tubazioni varie, di cunicoli e/o di qualsiasi altro ostacolo non meglio identificato e che non debba essere manomesso. Tutto il materiale scavato verrà caricato su automezzo e trasportato alle pubbliche discariche autorizzate. Per i lavori in corrispondenza di terreni di campagna, si provvederà, nei limiti della striscia di terreno messa a disposizione, alla formazione di una pista di lavoro tale da consentire la transitabilità del tracciato. Tali operazioni verranno effettuate con la massima cura in modo da arrecare il minor danno possibile alla proprietà interessate. I materiali e le coltivazioni rimossi verranno adeguatamente sistemati ed accantonati per essere riutilizzati.

I cavi utilizzati avranno la sigla di riferimento ARE4H5(AR)E e saranno del tipo con conduttori a corda rotonda compatta in alluminio, con isolamento in mescola di polietilene reticolato provvisti



di strati semiconduttivi esterni all'isolante primario. Le caratteristiche tecniche di tali cavi sono descritte nella scheda tecnica seguente:

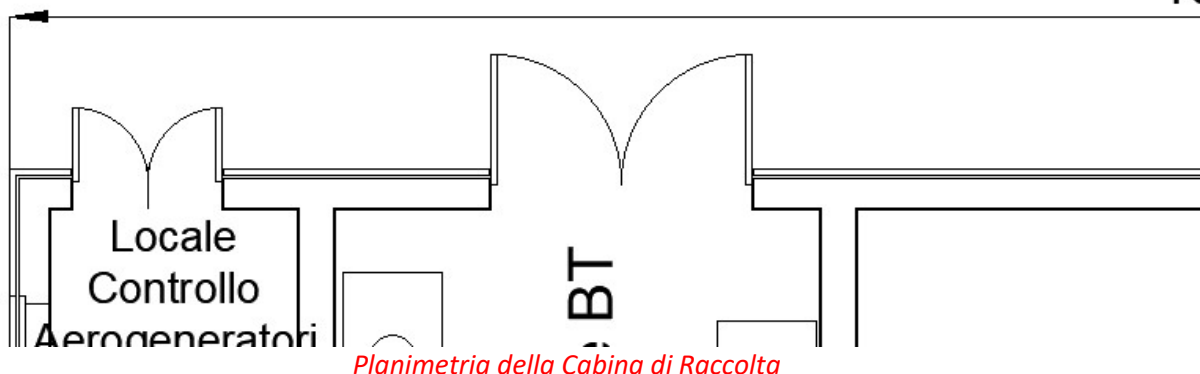
<p>Norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2</p> <p>Descrizione del cavo Anima Conduttore a corda rotonda Semiconduttivo interno Mescola estrusa Isolante Mescola di polietilene reticolata Semiconduttivo esterno Mescola estrusa Rivestimento protettivo Nastro semiconduttore igroscopico Schermatura Nastro di alluminio avvolto a spirale ($R_{max} \leq 3 \Omega / Km$)</p>	
---	---

Art. 5 – Cabina di raccolta

La Cabina di Raccolta a MT sarà composta da:

- locale MT
- locale BT
- locale gruppo elettrogeno;
- locale per misure
- locale aerogeneratori;





La cabina sarà formata da un unico corpo, suddiviso in modo tale da contenere i quadri MT di raccolta, gli apparati di teleoperazione, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari e i contatori di produzione.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Una piccola parte del fabbricato con accesso da strada sarà adibito a locale misure. All'interno saranno posizionati i contatori per contabilizzare tutta l'energia prodotta e l'energia consumata dai servizi ausiliari.

La sezione a MT include il montante, in uscita dal quadro elettrico MT sarà composto da scomparti per arrivi linea, per partenza verso vettoriamento verso la RTN, per protezione linea servizi ausiliari, per protezione del TV di sbarra;

All'interno della cabina di raccolta saranno alloggiati i sistemi ausiliari di centrale. Il sistema di distribuzione sarà così composto:


- Raddrizzatore/Caricabatteria;
- Batteria ermetica di accumulatori al piombo;
- Quadro BT servizi ausiliari.

Il raddrizzatore/caricabatteria svolge la duplice funzione di fornire l'alimentazione stabilizzata alle utenze a 110 V_{CC} e contemporaneamente di ricaricare la batteria.



Art. 6 – Sistema di accumulo energia BESS

Per accumulare l'energia prodotta dall'impianto quando la rete non può riceverla, verranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LFP: litio-ferro-fosfatato) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale. Le batterie verranno alloggiare all'interno di container e saranno raggruppate in stringhe. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Box di parallelo che consente l'interfaccia con il PCS. Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio. Di seguito si riportano i dati della singola cella:



Battery Pack		
General		
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Cell Material	LFP	LFP
Pack Configuration	16S 1P	18S 1P
Rated Voltage	51.2 V	57.6 V
Nominal Capacity	320 Ah / 16.38 kWh	280 Ah / 16.13 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm


Caratteristiche generali Battery Pack

Le celle sono collegate in serie (16 oppure 18) per raggiungere la tensione massima in corrente continua al PCS (inverter bidirezionali CC/CA) e parallelati per raggiungere la potenza e la capacità di progetto (2 MWh per Container)

Il PCS (Power Conversion System), oltre alle batterie di accumulo elettrochimico, è un componente fondamentale per il sistema di accumulo, esso fa da "ponte" tra gli accumulatori e la rete elettrica. Il PCS serve per controllare e gestire i flussi bidirezionali di energia permettendo alle batterie di caricarsi o scaricarsi secondo le diverse esigenze, attraverso le conversioni AC/DC e viceversa.

Il PCS nel caso specifico sarà formato da 5 inverter bidirezionali montati su un BOX DC di parallelo dove il lato CC sarà collegato alle batterie e l'altra parte in AC sarà collegata al quadro di parallelo BT prima della trasformazione BT/MT e il collegamento alla rete.



LUNA2000-200KTL-H0 Technical Specifications	
	
Electrical	
Max. Input Voltage	1,500 V
Nominal Input Voltage	1,200 V
Max. Branch Current for Battery Rack Side	321 A
Max. Branch Current for PCS Side	193 A
Number of DC Circuit Breaker	14
Max. Input Number of Battery Rack	9
Max. Input Number of PCS	5
Max. Convergence Capacity	5 x 193 A
Protection	
DC Overcurrent Protection	Yes
Environment	
Operating Temperature Range	-30°C ~ 60°C
Relative Humidity	0 ~ 100%
Max. Operating Altitude	4,000 m
General	
Cable Entries	Top in for PCS & Bottom in for Battery Rack
Dimensions (W x H x D)	2,040 x 1,415 x 975 mm
Weight (Without Smart PCS)	≤ 750 kg
DC Connector / AC Connector	OT Terminal
Protection Degree	IP55
Installation Options	Grounding
Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
DC Side	
Rated DC Voltage	1,180 V
Max. DC Voltage	1,500 V
Operating DC Voltage Range	1,180 V ~ 1,500 V
Max. DC Current	207.6 A
Max. Number of Inputs	1
AC Side	
Rated AC Active Power	200,000 W @40°C
Rated AC Voltage	800 V
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. AC Current	173.2 A
Adjustable Power Factor Range	-1 ... +1
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Protection	Yes
DC Surge Protection ¹	Type II
AC Surge Protection ¹	Type II
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
Ethernet	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	875 x 820 x 365 mm
Weight	≤ 85 kg
Operating Temperature Range	-35°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	OT/DT Terminal
AC Connector	OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Dati PCS con n. 5 inverter

Dati Inverter

LUNA2000-2.0MWH-1H0/2H1
 Smart String ESS



More Energy



Optimal Investment



Simple O&M



Safe & Reliable

Battery Container		
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-2H1
DC Rated Voltage	1,200 V	1,250 V
DC Max. Voltage	1,500 V	1,500 V
Nominal Energy Capacity	2,064 kWh	2,032 kWh
Rated Power	344 kW * 6	338.7 kW * 3
Container Configuration (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm	6,058 x 2,896 x 2,438 mm
Container Weight	≤ 30 t	≤ 30 t
Operation Temperature Range	-30°C ~ 55°C	-30°C ~ 55°C
Storage Temperature Range	-40°C ~ 60°C	-40°C ~ 60°C
Operation Humidity Range	0 ~ 100% (Without Condensation)	0 ~ 100% (Without Condensation)
Max. Operating Altitude	4,000 m	4,000 m
Cooling Method	Smart Air Cooling	Smart Air Cooling
Configuration of HVAC	8 HVACs	6 HVACs
Fire Suppression Agent	FM-200 / Novec 1230™	FM-200 / Novec 1230™
Communication Interface	Ethernet / SFP	Ethernet / SFP
Communication Protocol	Modbus TCP / IEC104	Modbus TCP / IEC104
Protection Degree	IP55	IP55
Certificates (more available upon request)		
Environment	RoHS6	
Safety & Electrical	IEC62477-1, IEC62040-1, IEC61000-6-2, EN55011, UL9540A, IEC62619, UN3536, etc.	

Dati Accumulo Container



L'impianto di accumulo sarà costituito da 48 Container Batteria ognuno di capacità pari a 2 MWh, disposti ed assemblati per dare una potenza complessiva pari a 24 MW.

Nel particolare, si formeranno piazzole composte da 2 trasformatori da 6,8 MVA e 12 PCS formati ognuno da 5 inverter da 200 kW di potenza da 1 MW dove saranno collegati 24 container accumulo distribuiti sui 12 PCS.

Art. 7 – Ampliamento Stazione Elettrica

Come da proposta progettuale definita nell'ambito del tavolo tecnico indetto da TERNA, verrà realizzato l'ampliamento della Stazione Elettrica di Manfredonia con una nuova sezione a 36 kV. Verrà realizzata una stazione satellite collocata in area separata dalla Stazione Elettrica esistente e ad essa connessa in doppia antenna. Per consentire, inoltre, il collegamento tra le due stazioni si prevede di ampliare la sezione a 380 kV della Stazione Elettrica esistente per alloggiare due stalli di arrivo linea. Tale opera di rete è in corso di progettazione a cura della società Energia Levante srl proponente di un altro impianto eolico.

Art. 8 – Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della guida 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione opportuna, interrati ad una profondità di almeno 0.7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione opportuna.

Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico stagnata per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della SSE e degli aerogeneratori.

Art. 9 - Sistema di monitoraggio

Una rete di fibre ottiche consentirà di monitorare il funzionamento dell'impianto eolico, sia dalla sottostazione, sia da una postazione remota di monitoraggio e controllo. Il sistema di monitoraggio e controllo a distanza (Remote Monitoring and Control – RM&C), permette di rilevare, in pochi secondi, un messaggio di avviso o di errore da parte dell'impianto. Il servizio di RM&C è attivo 24 h su 24 h per 365 giorni all'anno ed è in grado di provvedere alla risoluzione dei problemi, direttamente on-line quando possibile, oppure mediante interventi diretti sull'impianto da parte di tecnici.



Art. 10 - Strade

Nella fase di realizzazione dell'impianto sono previsti adeguamenti della viabilità esistente per il transito di mezzi pesanti e dei trasporti eccezionali, solo in minima parte, poiché tutti i siti in cui verranno sistemati gli aerogeneratori sono accessibili dalle strade vicinali già esistenti.

L'adeguamento consisterà nel ripristino del piano viabile esistente mediante la stesa di materiale brecciato a granulometria variabile per uno spessore di 5 cm.

Dette stradine saranno in futuro utilizzate per la manutenzione degli aerogeneratori e verranno realizzate seguendo l'andamento topo-orografico esistente del sito, cercando di ridurre al minimo eventuali movimenti di terra.

Art. 11 – Strade – interventi minimi

Nel presente appalto al fine della sistemazione di brevi tratti che interessano piccole superfici stradali ammalorate, dove le situazioni sono più critiche e cioè quelle in cui risulta più difficile e non regolare la circolazione stradale a causa della presenza sulla carreggiata di cedimenti, deformazioni, avvallamenti, buche, ragnature, ecc., sono previsti interventi minimi della superficie inferiori a mq 50,00. Gli interventi riguarderanno:

- la fresatura del manto d'usura, del manto d'usura e dello strato di collegamento binder e/o altro e successiva ricostruzione degli strati di conglomerato bituminoso e la relativa ricostruzione della segnaletica orizzontale,
- la sola posa di nuovo manto di usura e/o la rasatura e/o la risagomatura su manto d'usura esistente e la relativa ricostruzione della segnaletica orizzontale.

Pertanto, nessuna maggiorazione o compenso verrà riconosciuta all'Appaltatore per l'esecuzione degli interventi di cui sopra su superfici stradali inferiore a mq 50,00.

Art. 12 - Segnaletica orizzontale

1. Pitture all'acqua

Le pitture spartitraffico all'acqua premiscelate devono essere formulate a base di resina acrilica pura per migliorare l'adesione delle microperline di vetro e per una migliore ritenzione del colore al fine di ottenere una migliore e più duratura rifrangenza.

Le microperline di vetro devono avere un diametro compreso tra mm. 0,060 e mm. 0,215 (metodo A.S.T.M. D 1214) la loro quantità in peso non deve essere inferiore al 30% del rapporto MICROPERLINE/(RESINE+PIGMENTI).

Il potere coprente dello spartitraffico all'acqua deve essere compreso tra 800 g/mq oppure 96 g/ml su striscia da cm 12.

Le pitture devono essere tali da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, devono avere una buona resistenza all'usura sia del traffico che degli agenti atmosferici e devono presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti sino alla completa consumazione.



L'essiccazione della pittura all'acqua dovrà avere tempi piuttosto brevi per consentire la riapertura della strada al traffico.

La quantità di biossido di titanio per il colore bianco RAL n°9016, non deve essere inferiore al 14% in peso.

2. Vernice a base solvente rifrangente

Le vernici devono essere costituite da pigmento di biossido di titanio per vernice bianco RAL. N° 9016, per una percentuale non inferiore al 14% in peso; il liquido portante deve essere del tipo oleoresinose, con parte resinosa sintetica, le vernici rifrangenti devono essere del tipo con perline di vetro premiscelate.

I solventi e gli essiccanti devono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio.

Le perline di vetro contenute nelle vernici rifrangenti, devono essere incolori ed avere un diametro compreso tra mm. 0,006 e mm. 0,20; la loro quantità in peso contenuta nella vernice deve essere tra il 30 e il 33%.

Il potere coprente delle vernici deve essere compreso tra 1,20 e 1,50 mq/kg.

Le vernici devono essere tali da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione stradale, devono avere una buona resistenza all'usura sia del traffico che agli agenti atmosferici e devono presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti sino alla completa consumazione.

3. Visibilità diurna/notturna

La riflessione alla luce del giorno viene definita dal valore del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd .

Tale valore deve essere per tutta la vita utile $>130 \text{ mcd.lux}^{-1} \text{ m}^{-2}$

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore di retroriflessione.

Il valore di retroriflessione, deve essere per tutta la vita utile $>150 \text{ mcd.lux}^{-1} \text{ m}^{-2}$

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, deve essere per tutta la vita utile $>50\text{SRT}$ (British portable Skid resistance Tester)

4. Applicazione della segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale, con pittura o vernice spartitraffico, dovrà essere applicata trascorsi **non meno di cinque giorni** dalla fine delle bitumature di ogni singolo tratto, salvo deroga del D.L., su una superficie scevra da impurità, cioè con fondo stradale ben pulito prima della posa.



5. Confezionamento

Le pitture all'acqua, la vernice spartitraffico banca/gialla e il solvente dovranno essere forniti in confezioni idonee, sigillate, a perfetta tenuta e a prova d'evaporazione; contrassegnati con l'apposita etichettatura prevista dalle direttive emanate dal Consiglio e dalla Commissione della Comunità Europea approvata con il D.M. del 03/12/85 e 25/07/87 n°555 e successive modifiche ed integrazioni.

6. Accertamenti ed obblighi

A richiesta della Direzione Lavori i sopra detti materiali potranno essere sottoposti a verifica nei laboratori autorizzati e idonei allo scopo.

Tutte le confezioni dei prodotti impiegati dovranno portare stampigliato il numero di matricola del lotto di fabbricazione.

L'Appaltatore è obbligato a fornire le schede di sicurezza dei prodotti dalle quali sia possibile garantire l'incolumità del personale addetto.

In ogni caso la segnaletica orizzontale dovrà essere nel rispetto dei parametri qualitativi minimi previsti dalla Norma UNI EN 1436 Dicembre 2008.

Art. 13 - Materiali in generale

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le forniture, i componenti, ecc. oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto definitivo-esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegato allo stesso Capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e, l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente l'art.167 del Regolamento DPR n. 207/2010 e gli artt. 16 e 17 del Capitolato Generale (D.M. n. 145/00).

2. I materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza; purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.



Quando la Direzione Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta, a suo insindacabile giudizio, non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: - Calce comune in pasta - Sabbia	0,45 m ³ 0,90 m ³
2°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): - Malta idraulica - Pietrisco o ghiaia	0,45 m ³ 0,90 m ³
3°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): - Cemento normale (a lenta presa) - Sabbia - Pietrisco o ghiaia	200 kg 0,400 m ³ 0,800 m ³
4°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: - Cemento - Sabbia - Pietrisco e ghiaia	300 kg 0,400 m ³ 0,800 m ³

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua



possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

MATERIALI DA IMPIEGARSI PER GLI STRATI ANTICAPILLARI, PER LE FONDAZIONI E SOTTOFONDAZIONI STRADALI.

1. Sabbia per strati anticapillari

Dovrà essere ben pulita, scevra da materie estranee, proveniente da cava o da fiume e di qualità non inferiore alla classe A3 (classificazione CNR –UNI-10006) con indice di gruppo non superiore a 4. Potrà essere impiegata solo dopo l'accettazione della Direzione Lavori.

2. Misto naturale di ghiaia e sabbia per strati di fondazione/sottofondazione stradale

Dovrà essere costituito da un miscuglio di ghiaia e sabbia, con prevalenza di ghiaia in assortimento granulometrico continuo avente pezzatura massima di cm15.

Dovrà contenere una proporzionata parte di legante naturale (aggregato finissimo) ed essere scevra da materie estranee e da terra (limi-argille).



Dovrà in ogni caso non essere suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile e non plasticizzabile). Potrà essere impiegata solo dopo l'accettazione della Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare prove di laboratorio per controllare le caratteristiche di portanza, la granulometria e i relativi limiti d'Atterberg.

MATERIALI DA IMPIEGARSI PER I CONGLOMERATI BITUMINOSI

1. *Inerti:*

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali previste dalle norme UNI EN 13043 ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

In particolare:

- a. *Pietrisco*: dovrà provenire dalle spezzature di rocce dure di natura calcarea, dovrà essere scevro da materie terrose e sabbia. Qualora il pietrisco derivi dalla frantumazione di ghiaia di fiume o di cava, gli elementi lapidei a facce rotondeggianti dovranno essere in quantità non superiore al 25%; quelli a forma lamellare dovranno essere rotti od eliminati. Le pezzature dovranno essere quelle prescritte caso per caso dalla Direzione Lavori.
- b. *Graniglie e pietrischetto*: la graniglia ed il pietrischetto da impiegare nei lavori di bitumatura dovranno provenire dalle migliori cave, essere ad elementi poliedrici accuratamente vagliati e lavati e dovranno in ogni modo essere di gradimento alla Direzione Lavori, anche per quanto riguarda la pezzatura.

L'Appaltatore ha l'obbligo di precisare le cave prescelte che la Direzione Lavori avrà il diritto di visitare per verificare la qualità del materiale, vigilare la regolarità della frantumazione e della vagliatura e seguire il progresso degli approvvigionamenti.

Qualora i materiali non fossero della qualità, grossezza e purezza prescritte, la Direzione Lavori sarà in diritto di rifiutarli, facendone sospendere la condotta ed il fornitore sarà obbligato alle operazioni di scarico, rivagliatura, rifornitura nel termine che gli sarà comunicato con raccomandata.

- c. *Misti naturali di cava per conglomerati bituminosi*: dovranno essere costituiti da una miscela di ghiaia e sabbia in assortimento granulometrico continuo, da ottenersi anche con l'aggiunta di materiali frantumati, tale da soddisfare le caratteristiche richieste per ogni tipo di conglomerato.

I materiali impiegati dovranno essere sani, non fessurati e assolutamente privi di sostanze organiche e plasticizzabili (limi, argille, ecc.).



2. Leganti bituminosi e loro additivi:

a. - Emulsioni bituminose per mano di attacco (cationiche non modificate)

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, tra base e binder, tra binder e manti d'usura normali (per manti d'usura non aperti). Negli altri casi si usa bitume modificato hard;

EMULSIONI CATIONICHE		
Caratteristiche	U.M.	
Contenuto d'acqua	% in peso	
Contenuto di bitume	% in peso	
Grado di acidità (pH)		

b. - Emulsioni bituminose modificate

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo i parametri della tabella precedente.

L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia impiegata.

EMULSIONI CATIONICHE		
Caratteristiche	U.M.	
Contenuto d'acqua	% in peso	
Contenuto di bitume	% in peso	
Grado di acidità (pH)		
Polarità delle particelle		



–
c. - Bitume

Dovrà rispondere ai requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591:2002 *“Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”* e più specificatamente dovranno avere le caratteristiche di cui alle tabelle:

C =bitume di base semisolidi per uso stradale, sono quelli di normale produzione

D =bitume di base di tipo 70 - 100, potrà essere modificato in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele, si utilizza il migliore:

d. Attivanti Chimici Funzionali (ACF)

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.

Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della Direzione Lavori ed in accordo con i Laboratori accreditati; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.

I prodotti devono essere approvati dalla Direzione Lavori sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati al fine del dosaggio e dell'efficacia.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla Direzione Lavori le bolle di consegna.

PROVE SUI MATERIALI

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle dei campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto e/o Laboratorio debitamente riconosciuto.



Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità. La Direzione Lavori si riserva di effettuare sopralluoghi e verifiche nei cantieri di confezionamento dei conglomerati bituminosi e prelevare campioni per le analisi.

