



IMPIANTO EOLICO "NULVI"

COMUNE DI NULVI

PROPONENTE

Sardegna Nulvi 1 Srl
Via Nazionale n. 39
09024 - Nuraminis (SU)

IMPIANTO EOLICO "NULVI" NEL COMUNE DI NULVI

OGGETTO:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

CODICE ELABORATO

NL_PC_A007

COORDINAMENTO



BIA srl
P.IVA 03983480926
cod. destinatario KRRH6B9
+ 39 347 596 5654
energhiabia@gmail.com
energhiabia@pec.it
piazza dell'Annunziata n. 7
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Giulio Casu
Dott.Archeol. Fabrizio Delussu
Dott. Ing. Ivano Distinto
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.Nat. Vincenzo Ferri
Dott. Ing. Carlo Foddis
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Nat. Giorgio Lai
Dott. Federico Loddo
Dott. Ing. Giovanni Lovigu
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Nat. Nicola Manis
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Federica Zaccheddu

REDATTORE

Dott. Ing. Ivano Distinto
Dott. Ing. Carlo Foddis



00	Novembre 2023	Emissione per procedura VIA
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

Sommario

1. PISTE, PIAZZOLE E CAVIDOTTO INTERNO ALL'IMPIANTO EOLICO	4
1.1 PREMESSA.....	4
1.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	4
1.2.1 Piazzole aerogeneratori	4
1.2.2 Scavi di fondazione.....	5
1.2.3 Vie cavo.....	6
1.2.2 Viabilità interna.....	7
1.3 CONTROLLI	8
2. CAVIDOTTO	9
2.1 PREMESSA.....	9
2.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	9
3. OPERE IN CALCESTRUZZO	11
3.1 PREMESSA.....	11
3.2 SPECIFICHE RELATIVE ALLA FORNITURA DEL CALCESTRUZZO	11
3.3 SPECIFICHE RELATIVE ALLA POSA DEL CALCESTRUZZO	12
3.4 CASSEFORME	15
3.5 STAGIONATURA DEL CLS	17
3.6 TIPOLOGIA STRUTTURALE E CLASSIFICAZIONE CALCESTRUZZO DA FORNIRE.....	20
3.7 PLINTO DI FONDAZIONE	20
3.7.1 Classificazione del calcestruzzo.....	20
3.7.2 Caratteristiche dei costituenti il calcestruzzo.....	20
3.7.3 Controlli Calcestruzzo.....	21
3.8 ARMATURE	23
3.9 CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI	23
3.9.1 Controlli di accettazione dell'acciaio.....	23
4. CAVI ELETTRICI	25
4.1 PREMESSA.....	25
4.2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE	25
4.3 DESCRIZIONE INTERVENTO.....	26
4.4 SPECIFICA CAVI M.T.....	26
4.5 SPECIFICA TERMINAZIONI SCONNETTIBILI.....	27
4.6 SPECIFICA GIUNTI M.T. – CONNETTORI TESTA-TESTA.....	28
5. SISTEMA DI CONTROLLO	29
5.1 PREMESSA.....	29
5.2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE	29
5.3 DESCRIZIONE INTERVENTO.....	29
5.4 INSTALLAZIONE DEL SISTEMA SCADA.....	29
5.5 FORNITURA DEI MATERIALI E ACCESSORI	30
6. IMPIANTO DI TERRA.....	31
6.1 PREMESSA.....	31
6.2 SCOPO DI FORNITURA E NORME TECNICHE	31
6.3 DESCRIZIONE INTERVENTO.....	31
7. CABINA COLLETTORE UTENTE	32

7.1	PREMESSA	32
7.2	SPECIFICA FORNITURA E COLLAUDO APPARECCHIATURE	32
7.2.1	<i>Scopo ed introduzione</i>	33
7.2.2	<i>Norme e documentazione di riferimento</i>	33
7.2.3	<i>Condizioni ambientali</i>	33
7.2.4	<i>Caratteristiche tecniche generali</i>	34
7.3	DESCRIZIONE TECNICA APPARECCHIATURE PRINCIPALI M.T. DI SOTTOSTAZIONE.....	34
7.3.1	<i>Scaricatori M.T.</i>	34
7.3.2	<i>Quadristica</i>	35
7.4	COLLAUDI	39
7.5	DOCUMENTAZIONE TECNICA	39
7.6	SPECIFICA MONTAGGI.....	40
7.6.1	<i>Montaggio apparecchiature MT</i>	40
7.6.12	<i>Montaggi quadri MT</i>	40
7.6.14	<i>Montaggio trsformatori MT/BT</i>	41
7.6.18	<i>Posa in opera di corda di rame</i>	42
7.6.19	<i>Collegamenti in cavo MT</i>	42
7.6.20	<i>Prescrizioni per la posa del cavo</i>	42
7.6.21	<i>Prescrizione per terminali e giunti</i>	43
8.	AEROGENERATORE	44

1. Piste, piazzole e cavidotto interno all'impianto eolico

1.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla esecuzione delle piazzole, degli scavi di fondazione, della viabilità interna e delle vie cavo interne all'area di progetto, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

L'appalto in oggetto è comprensivo, oltre che della costruzione, anche della necessaria manutenzione ordinaria e straordinaria di piste, piazzole e vie cavo, fino all'ultimazione dei lavori di installazione dell'impianto eolico e la smobilitazione del cantiere, per un periodo massimo di 4 mesi dal completamento dei lavori relativi al presente appalto.

Sono altresì comprese tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrogeologica eseguite per la formazione di piazzole, strade di servizio (cunette, canali di scolo, fossi di guardia, tubi di attraversamento, pozzetti, opere di contenimento) e qualunque altro intervento si renda necessario alla messa in sicurezza dei luoghi oggetto dei suddetti interventi (recinzioni, segnaletica, barriere di segnalazione e sicurezza).

1.2 Descrizione degli interventi

1.2.1 Piazzole aerogeneratori

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola con superficie pressoché piana o in debole pendenza verso il perimetro (1-2%) della stessa in direzione dei canali di scolo delle acque piovane. Tale piazzola avrà dimensioni variabili in funzione delle caratteristiche geometriche degli aerogeneratori in progetto.

Funzione principale dell'area in oggetto sarà lo stazionamento dei mezzi necessari al sollevamento dell'aerogeneratore, previo assemblaggio dello stesso a terra nelle immediate vicinanze della piazzola, in un'area di dimensioni opportune, adeguatamente livellata ma non necessariamente posta alla stessa quota di progetto della piazzola.

La piazzola sarà realizzata mediante scotico del terreno vegetale per uno spessore minimo di 20 cm, comprensivo dell'estirpazione di eventuali ceppaie, radici e arbusti che, saranno movimentati e accatastati in luogo opportuno. Anche il terreno di scotico, se ritenuto idoneo dal D.L. potrà essere accatastato

nell'ambito del cantiere in modo da poter contribuire alla formazione delle scarpate artificiali, al riempimento delle vie cavo a alla formazione di rilevati. Successivamente saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia a sezione libera ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento della piazzola fino alla quota di progetto ovvero trasportato entro una distanza di 1.500 m. Prima della realizzazione del sottofondo della piazzola dovrà essere effettuata una compattazione del materiale movimentato.

Il fondo della piazzola sarà realizzato con misto di cava secco e parzialmente frantumato (sabbia grossa e ghiaia) con compattazione eseguita a strati successivi.

La D.L. potrà prescrivere la posa di uno strato drenante/anticapillare realizzato con materiale compattato avvolto in geotessile. In tale caso si intende che la posa di suddetto materiale è inclusa nell'appalto.

La piattaforma così realizzata dovrà essere in grado di sostenere una pressione al di sotto delle piastre di distribuzione dei carichi delle gru di sollevamento variabile in funzione delle caratteristiche degli aerogeneratori in progetto.

Al termine del montaggio degli aerogeneratori, per tutta la durata della gestione dell'impianto, l'area attorno all'aerogeneratore, per una superficie pari a quella di proiezione della fondazione (circa 900 mq), dovrà rimanere carrabile per permettere l'ordinaria manutenzione all'interno degli aerogeneratori, mentre la restante area della piazzola verrà ricoperta con circa 10-15 cm di terra vegetale, rinverdata, rivegetata e risagomata lungo il perimetro pur mantenendo la sua configurazione iniziale, al fine di consentire le eventuali operazioni di manutenzione straordinaria dell'aerogeneratore che necessitano dell'utilizzo della gru.

Le scarpate e i bordi risultanti sia dai rilevati che dagli scavi di sbancamento dovranno avere pendenza di 1 verticale su 1 orizzontale (45°).

Al di fuori dell'area interessata dalla piazzola, troverà collocazione la torre di sostegno dell'aerogeneratore con la relativa fondazione, i dispersori di terra e le necessarie vie cavo. Ad ultimazione del getto in c.a. del plinto di fondazione, l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola o del piano di campagna con materiale rinveniente dagli scavi, adeguatamente compattato.

1.2.2 Scavi di fondazione

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore dell'impianto eolico in progetto è prevista l'esecuzione di uno scavo atto ad accogliere il dado di fondazione in terreno compatto;

Lo scavo di fondazione fino alla profondità prevista potrà essere o del tipo in roccia sciolta (argilla, sabbia, ghiaia, pozzolana, lapillo, terreno vegetale e simili) oppure in roccia compatta (roccia da martellone e/o da mina), ed il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il riempimento dello scavo, a seguito dell'esecuzione del plinto, fino alla quota di progetto, ovvero destinato a compenso entro una distanza massima di 1.500 m dallo scavo.

Si intende inclusa la profilatura delle scarpate derivanti dagli scavi di sbancamento e la demolizione e/o movimentazione di trovanti rocciosi. Le scarpate e bordi risultanti dagli scavi dovranno avere pendenza generalmente di 3 verticale su 2 orizzontale (60°) e, comunque, tale da impedire possibili franamenti.

Comunque, se fosse necessario, a protezione degli operatori, saranno adottate idonee sbadacchiature e puntellature in legname o altro materiale che dovranno realizzarsi con tavoloni e puntelli di adeguata sezione, nel rispetto delle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni. Esse saranno mantenute in buono stato fino all'esecuzione dei casseri per il getto di calcestruzzo.

Come indicato nel precedente paragrafo, a seguito della realizzazione della fondazione in c.a., l'appaltatore effettuerà il riempimento dello scavo fino alla quota del sottofondo della piazzola con materiale proveniente dagli scavi, adeguatamente compattato e rifinito con la realizzazione del fondo come sopra descritto.

1.2.3 Vie cavo

Il trasporto di energia avverrà tramite cavi airbag direttamente posati mentre la trasmissione dei segnali tra gli aerogeneratori avverrà attraverso l'uso di vie cavo interrate in HDPE.

Lo scavo avrà larghezza variabile in funzione dei cavi e tubi corrugati che si intende posare ed una profondità pari a circa 1,20 m con l'estradosso dello stesso che sarà collocato, comunque, ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Si intendono compresi giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., da porsi in opera conformemente alle norme tecniche vigenti in materia (Norma CEI 11-17).

Lo scavo a sezione obbligata sarà eseguito in roccia frantumata o compatta e dovrà seguire i percorsi individuati nel progetto definitivo e/o esecutivo e confermati dalla D.L. Gli scavi relativi alle vie cavo saranno eseguiti prima del completato del fondo di piste e piazzole, qualora gli stessi interessino il tracciato di queste ultime.

Il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa degli stessi cavi.

I cavi saranno posati e successivamente rinfiancati con materiali provenienti dagli scavi (previa rimozione degli inerti a maggiore granulometria) compreso il livellamento ed il costipamento degli stessi sino al ricoprimento dello scavo. Se lo scavo è eseguito su roccia, prima di posare i cavi, si dovrà aumentare la profondità dello scavo di 10 cm e realizzare un letto di sabbia o terra vagliata rinfiancati e ricoperti con sabbia o terra vagliata per uno spessore di 10 cm.

Tali materiali saranno posti in opera per strati successivi adeguatamente compattati fino ad ottenere una densità del 95% della massima; nei tratti di cavidotto su terreno vegetale l'ultimo strato sarà composto dallo stesso terreno vegetale.

La posa dei cavidotti include l'onere delle giunzioni che, saranno realizzate entro buche di dimensioni tali da consentire l'agevole operatività degli addetti e per le quali saranno predisposti appositi elementi in resina

per la protezione meccanica dei cavi. Per la successiva individuazione delle giunzioni le stesse verranno segnalate con le Ball Marker e/o eventuali cippi di segnalazione in CLS secondo le indicazioni della DL.

Infine, ad una profondità di 20 cm circa dal piano di campagna, sarà posato un nastro monitore riportante la dicitura "cavi elettrici" o simile, lungo tutto il percorso delle vie cavo.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L., così come l'eventuale riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri.

1.2.2 Viabilità interna

La viabilità interna all'impianto eolico potrà essere costituita da viabilità realizzata ex-novo o da viabilità esistente che, pertanto, dovrà essere oggetto di ammodernamento.

La viabilità esistente, sarà oggetto di interventi di manutenzione straordinaria in maniera da consentire l'agevole accesso dei mezzi d'opera; ove necessario dovrà essere integrata da nuovi tratti di viabilità di servizio in maniera da assicurare l'agevole accesso alle piazzole degli aerogeneratori.

Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna e per l'allargamento della viabilità esistente si effettuerà uno scotico del terreno vegetale che, se ritenuto idoneo dal D.L., potrà essere accatastato nell'ambito di tutto il cantiere (identificato con la realizzazione di tutto il parco eolico) in maniera da contribuire alla formazione delle scarpate artificiali ove necessarie.

Successivamente, ove necessario, saranno effettuati gli scavi di sbancamento in roccia frantumata o da martellone necessari per realizzare il sottofondo stradale. Il materiale di risulta sarà selezionato e riutilizzato per il livellamento delle strade stesse fino alla quota di progetto ovvero trasportato entro una distanza di 1.500 m. Il sottofondo sarà quindi adeguatamente compattato con rullo statico e livellato con pendenza trasversale dell'1-2% a partire dal margine stradale verso i canali di scolo che saranno eseguiti su uno dei due lati della carreggiata mediante scavo a sezione ristretta.

Il sottofondo relativo ai nuovi tratti di viabilità interna e all'allargamento della viabilità esistente sarà realizzato con misto di cava secco e parzialmente frantumato (sabbia grossa e ciottoli) stabilizzato con legante naturale, con compattazione per strati successivi, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Ove in buone condizioni il fondo della viabilità esistente sarà mantenuto, salvo essere trattato come un tratto di viabilità nuova su indicazioni della D.L..

Su richiesta della D.L., per punti circoscritti della viabilità di progetto o esistente da ammodernarsi, oggetto di più transiti, la parte superiore delle piste potrà essere rifinita con strato di usura in misto di cava stabilizzato e livellato, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria.

Eventuali rilevati dovranno essere realizzati utilizzando il materiale idoneo di recupero degli scavi ovvero utilizzando materiale arido fornito franco cantiere, steso a strati e compattato con rullo statico fino ad ottenere una densità del 95% della massima, prevedendo altresì la profilatura delle scarpate e dei bordi dei rilevati stessi. Le scarpate e bordi risultanti sia dai rilevati che dagli scavi di sbancamento dovranno avere pendenza di 1 verticale su 1 orizzontale (45°).

La D.L. potrà prescrivere con idoneo preavviso l'esecuzione di piste più larghe, rispetto a quelle in progetto.

1.3 Controlli

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dal D.L. così come il riutilizzo dei materiali e la consistenza dei materiali impiegati per rinterri, rilevati etc.

Particolare attenzione dovrà essere posta al contenuto d'acqua del materiale da compattare. In caso di presenza di materiale di risulta ad alto contenuto d'acqua, la D.L. potrà prescrivere la sospensione delle attività di rinterro o di esecuzione dei rilevati fino all'essiccamento del materiale stesso, oppure il miscelamento con materiale arido.

Durante l'esecuzione delle lavorazioni la D.L. potrà altresì disporre prove di carico su piastra, ovvero rullatura e compattazione secondo modalità diverse da quanto sopra indicato, al fine di verificare il grado di resistenza e/o consistenza del rilevato.

2. Cavidotto

2.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura in opera del cavidotto da realizzarsi lungo Strade Provinciali e/o Strade Comunali, a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

2.2 Descrizione degli interventi

L'energia prodotta dagli aerogeneratori dell'impianto eolico verrà trasportata, a seguito di trasformazione in media tensione, attraverso una serie di vie cavo interrate, verso la sottostazione utente.

I cavidotti interni all'impianto eolico, cioè quelli di collegamento tra un aerogeneratore e l'altro e fra gli stessi e la sottostazione, saranno altresì destinati alla trasmissione dei segnali. Essi saranno costituiti da un idoneo numero cavi airbag di sezione e caratteristi che dipenderanno dalla tipologia degli aerogeneratori in progetto e un tritubo in HDPE atto ad accogliere i cavi di segnalazione.

Tali cavi saranno posati sul fondo dello scavo ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Essi saranno posti in opera, compreso giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., conformemente alle norme tecniche in materia (Norma CEI 11-17).

I cavidotti seguiranno il tracciato previsto in sede di progettazione esecutiva ed autorizzato dalle Amministrazioni competenti, nonché confermato dalla D.L. fiancheggiando e, ove previsto, attraversando le strade provinciale e/o comunali al di fuori del piano viabile o sotto lo stesso. In tal senso, le modalità realizzative di tali fiancheggiamenti ed attraversamenti, dovranno attenersi scrupolosamente alle prescrizioni fornite dall'Ente gestore della viabilità interessata, precisando, altresì, che il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa dei cavi.

Il reale posizionamento del cavidotto rispetto alla sede stradale dovrà essere opportunamente definito in sede di progetto esecutivo, privilegiando il suo posizionamento al lato del nastro stradale in modo da evitare il taglio del manto bituminoso. Qualora nella realizzazione dello scavo per il passaggio dei cavidotti dovessero essere interessati manufatti di ogni tipo (manto stradale, cunette in cemento e non, guardrail ecc.) dovrà essere previsto il loro ripristino ante opera.

Si riportano di seguito le caratteristiche generali dell'elettrodotta interrato di parco:

scavo della profondità di circa 1,20 m e larghezza della base da 60 a 140 cm a seconda del numero di cavi che ospita;

se lo scavo è eseguito su roccia, prima di posare i cavi, si dovrà realizzare un letto di sabbia o terra vagliata dello spessore di 10 cm, altrimenti si potrà posare direttamente il cavo nello scavo;

se il materiale di risulta è costituito da pietrame si dovrà ricoprire i cavi con un primo strato circa 10 cm di sabbia o terreno di scavo vagliato, altrimenti si potrà utilizzare la terra dello scavo;

posa del nastro monitore;

Nel tracciato stradale che interconnette i soli aerogeneratori lo scavo dovrà contenere una corda in Cu nuda da 50 mm² per tutta la sua lunghezza, collegata all'anello della rete di terra di ciascuna torre presente nel parco.

Nel corso dei lavori della posa dell'elettrodotto interrato, l'impresa dovrà assicurare la circolazione stradale e mantenere agibili i transiti e gli accessi carrai o pedonali lungo il tracciato. Le aree di lavoro dovranno essere delimitate secondo le disposizioni previste dal Codice della Strada e/o da particolari regolamenti imposti dalle Vigilanze Comunali competenti e dovranno essere complete di segnalazioni sia diurne che notturne segnalanti l'esistenza di scavi aperti.

3. Opere in calcestruzzo

3.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi all'esecuzione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori costituenti un impianto destinato alla produzione di energia da fonte eolica. Sono comprese nell'appalto tutte le necessarie opere d'arte di salvaguardia geomorfologica ed idrologica eseguite per la realizzazione delle fondazioni e ogni intervento necessario per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi.

3.2 Specifiche relative alla fornitura del calcestruzzo

Nel seguito viene descritta la specifica cui l'appaltatore dovrà attenersi nell'esecuzione dei lavori relativi al presente appalto.

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dello stesso. Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori. Comunque alla fine di ogni getto, copia di detta documentazione dovrà essere consegnata al D.L. o al suo incaricato.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato. La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

3.3 Specifiche relative alla posa del calcestruzzo

La posa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme. Per assicurare la migliore riuscita del getto, si eseguiranno una serie di verifiche preventive, oltreché sulle casseforme e i ferri d'armatura, anche sull'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Per la movimentazione del calcestruzzo dal mezzo di trasporto al punto di messa in opera sarà utilizzata la pompa. All'estremità della tubazione metallica di pompaggio sarà inserito un tubo atto a facilitare la distribuzione del calcestruzzo entro le casseforme. Si dovrà evitare, tuttavia, di sottoporre la tubazione flessibile a curve strette, ponendo attenzione ai possibili repentini scuotimenti dovuti ad aumenti della pressione di pompaggio. Per evitare pericolose espulsioni di calcestruzzo dovute a cedimenti delle tubazioni in pressione, dovrà essere verificato sistematicamente lo stato delle stesse e, in modo particolare, il loro stato di usura, nonché il corretto fissaggio degli elementi di congiunzione. Prima di iniziare il pompaggio, la superficie interna della tubazione dovrà essere lubrificata con boiaccia cementizia o apposito additivo compatibile con il calcestruzzo. Affinché l'operazione di pompaggio possa procedere in modo soddisfacente, l'impasto dovrà essere alimentato in modo continuo così che il calcestruzzo risulti uniforme, di buona qualità, omogeneamente mescolato e correttamente dosato, con aggregati di adeguato assortimento granulometrico. Nel caso in cui, a seguito delle esigenze di posa in opera, sia necessario interrompere il pompaggio, per impedirne l'intasamento, l'operatore della pompa dovrà operare brevi ed alterni movimenti di spinta ed aspirazione del calcestruzzo; ove tale interruzione si protragga oltre 10÷20 minuti, in relazione alla temperatura dell'ambiente, sarà necessario effettuare la pulizia del sistema. La pompa dovrà essere disposta, specialmente in condizioni di clima caldo, il più possibile prossima al sito di messa in opera.

Il mezzo idoneo allo scarico, deve essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, la distanza tra il punto d'arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la velocità d'avanzamento prevista.

Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori abbia verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali vie cavi corrugate;
- posizione degli inserti (concio di fondazione, giunti, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive. In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti, mentre, i ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

Salvo specifica autorizzazione del Direttore dei Lavori, è esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto. Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione.

Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze. Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche antidilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di + 5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5 °C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo e, per evitare il congelamento, tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di - 5C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del Calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una eventuale carota estratta dal getto in opera presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto prelevato per la preparazione dei provini cubici o cilindrici in corso d'opera. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 3 giorni dal getto e comunque per il tempo necessario, in funzione delle varie condizioni ambientali.

La durata del periodo di stagionatura sarà valutata in funzione delle condizioni ambientali e meteorologiche in cui avviene; per il magrone di sottofondazione dovrà essere pari ad almeno 2 giorni (48 ore) prima della posa del concio di fondazione.

Il calcestruzzo sarà gettato in opera per livelli successivi aventi spessore di circa $20 \div 30$ cm con l'ausilio di vibratori (almeno un vibratore per $10 \text{ m}^3/\text{h}$ di getto) e da personale qualificato. Ogni strato di calcestruzzo fresco dovrà saldarsi con quello sottostante, pertanto, nel corso della compattazione, il vibratore sarà immerso per ca. $15 \div 20$ cm nella massa di cls per essere ritirati lentamente in modo che il cemento si fonda e il foro creatosi si richiuda rapidamente. Fra uno strato di cls ed il successivo sarà opportuno attendere circa un'ora per permettere la perfetta ricompattazione della massa.

Particolare attenzione sarà posta nell'esecuzione del getto a ridosso del concio di fondazione avendo cura di verificare la perfetta aderenza fra lo stesso e la massa di cls.

3.4 Casseforme

Le casseforme dovranno essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di cassetta a perdere inglobata nell'opera si dovrà verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità, se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866 [16], disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. È vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto. I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto, tali giunti dovranno essere evidenziati e le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; dovranno eventualmente essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo. Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare l'adozione di altri sistemi di fissaggio dei casseri, se proposti dal Progettista, prescrivendo le cautele da adottare a totale carico dell'Appaltatore. È vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto. È vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta

cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori quali: giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, conci di fondazione ecc. Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n° 1086 [1]. Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore dei Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione. Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti previsti del presente capitolato al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;

la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante;

il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista;

si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse. Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

3.5 Stagionatura del CLS

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella 1.1 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 1.1 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
I) Non esposto ad insolazione diretta; Umidità relativa UR dell'aria circostante 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR >50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR <50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in tabella 1.2.

Tabella 1.2 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe di resistenza del cemento
Rapida	≤ 0.45	42.5 R
Media	≤ 0.55	42.5 R 32.5 R – 42.5 N
Lenta	$\leq 0,60$	32,5 N
Molto Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura di tabella 1.1 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1. Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti. Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termogravimetriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127.

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera. Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

3.6 Tipologia strutturale e classificazione calcestruzzo da fornire

L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, nonché dalla presente specifica, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche.

Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione di quanto sopra descritto si intendono compresi nelle voci di capitolato.

3.7 Plinto di fondazione

3.7.1 Classificazione del calcestruzzo

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

- **Resistenza caratteristica R_{ck}** : Secondo le indicazioni del progetto esecutivo
- **Classe di esposizione**: Secondo le indicazioni del progetto esecutivo (determinata secondo UNI 206-1/UNI 11104)
- Classe di consistenza: **Secondo le indicazioni del progetto esecutivo**
- **Diametro max. aggregati**: Secondo le indicazioni del progetto esecutivo

3.7.2 Caratteristiche dei costituenti il calcestruzzo

Cemento

I cementi prescritti devono essere conformi alla UNI-EN 197/1, controllati e certificati secondo la normativa vigente.

Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo devono risultare conformi alle caratteristiche previste dalla norma UNI 8520 parte 2.

Per la struttura in oggetto si dovranno impiegare aggregati naturali o frantumati con diametro massimo secondo le indicazioni del progetto esecutivo. Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Acqua

L'acqua dell'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

Additivi

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI 7101. Trattandosi di CLS esposto al gelo si prescrive aria aggiunta al 6%

Si prescrive l'impiego di Additivo Superfluidificante

3.7.3 Controlli Calcestruzzo

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto, secondo le disposizioni tecniche di cui all'All. 2 del D.M. 09/01/96 e ss.mm.ii..

Qualora le variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, è obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee al momento della posa in opera nei casseri ed è costituito da due provini; la media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo".

In funzione del quantitativo di conglomerato accettato, si distinguono:

- controlli tipo A;
- controlli tipo B

CONTROLLO TIPO A:

È riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R1, R2, R3 le tre resistenze di prelievo, con: $R1 \leq R2 \leq R3$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad R1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Con R_m resistenza media dei tre prelievi.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

CONTROLLO TIPO B:

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4s \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più prelievi ed s lo scarto quadratico medio.

Il Direttore dei Lavori dovrà procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che dovranno essere effettuate da laboratori accreditati. Il Laboratorio provvederà alla maturazione ed alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione allo scadere del tempo previsto dal Direttore dei Lavori, secondo quanto stabilito dalla norma EN 12390. Nel corso del prelievo dei provini sarà redatto apposito verbale e disposta l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

I certificati emessi dai laboratori dovranno obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e dati di emissione) su ciascuna pagina;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella UNI 6127 così come revisionato dalle successive UNI EN 12390: "Prova sul calcestruzzo indurito".

In sintesi dovranno rispettarsi le seguenti indicazioni:

- prelievo in cantiere al momento del getto;
- utilizzo di stampi di dimensioni e tolleranze specificate dalla UNI-EN 12390-1;
- riempimento degli stampi e compattazione degli stessi a rifiuto per l'eliminazione dell'aria nell'impasto;
- conservazione dei provini in ambiente a temperatura e umidità controllata ($T = 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- U.R. > 95 %); nel caso in cui il getto sia eseguito in periodo freddo, potrà essere opportuno, per esigenze di cantiere, specificare un valore caratteristico a compressione su provini maturati a temperatura diversa da $20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- maturazione per 28 giorni (in accordo alla UNI-EN 12390-2);
- alla scadenza del periodo di maturazione effettuazione di prove di schiacciamento in accordo alla UNI-EN 12390-3 e 4.
- Per quel che riguarda la centrale di betonaggio, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica applicabile (L. 1086/71, norme tecniche UNI EN 206-1 e UNI 11104).

3.8 Armature

Per quel che riguarda l'esecuzione delle armature in acciaio, di cui sarà trasmessa idonea certificazione relativa ai controlli in stabilimento con marchio di identificazione, l'appaltatore dovrà attenersi alla normativa tecnica e disposizioni legislative applicabili (EN 100021, EN 10080, UNI 564, UNI 6407-69, D.M. 09/01/1996, D.M. 14/09/05). L'appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle norme tecniche applicabili, così come quelli integrativi richiesti dalla D.L. o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

3.9 Classificazione degli acciai

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un acciaio del tipo laminato a caldo avente caratteristiche come da progetto esecutivo.

Per l'armatura del magrone di sottofondazione è necessaria la posa in opera sul fronte inferiore di una rete in acciaio elettrosaldato a maglia quadrata avente caratteristiche come da progetto esecutivo.

3.9.1 Controlli di accettazione dell'acciaio

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 gg dalla data di consegna del materiale, a cura di un Laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del **Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia** che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

I valori minimi della resistenza e dell'allungamento, accertati in accordo con quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2 da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, sono i seguenti:

Valori Limite di Accettazione

Caratteristiche	Valore limite
fy minimo	425 N/mm ²
fy massimo	572 N/mm ²
Agt minimo	≥ 5.0% (per acciai laminati a caldo)
Agt minimo	≥ 5.0% (per acciai trafilati a freddo)
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$ (per acciai laminati a caldo)
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$ per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche per tutti

4. Cavi elettrici

4.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi elettrici a servizio dell'impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Sono altresì compresi tutti gli interventi necessari per la messa in sicurezza dei luoghi oggetto degli interventi (segnaletica, barriere di segnalazione etc.) ovvero gli oneri per la sicurezza ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Tutte le lavorazioni dovranno rispettare quanto previsto nel progetto definitivo e/o esecutivo e dovranno essere approvate dalla D.L.

4.2 Scopo di fornitura e norme tecniche

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere le condizioni di fornitura, installazione e collaudo di cavi elettrici a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

La fornitura dovrà intendersi nella formula "chiavi in mano" e dovrà, pertanto, comprendere la:

Fornitura, posa in opera, prove, collaudi e messa in esercizio di cavi elettrici, comprensivi di giunzioni, connessioni, e terminazioni fino ai limiti di fornitura (quadri di cabina e di aerogeneratori);

Fornitura di planimetrie e particolari di esecuzione (ubicazione giunzioni), sia su supporto cartaceo, sia su supporto informatico, redatti nella versione "as built", ovvero secondo quanto concordato in fase realizzativa con la committente;

Esecuzione di tutte le prove e verifiche preliminari all'attivazione dell'impianto consistenti in verifiche funzionali. A fine prove dovrà essere rilasciata la documentazione tecnica e normativa relativa alle prove effettuate (bollettini di prove, ecc..).

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo:

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di i e ii categoria
CEI 61400	Sistemi di generazione a turbina eolica – parte 1: prescrizioni di sicurezza
DPR 547/55	Prevenzione degli infortuni sui luoghi di lavoro, con successive varianti e integrazioni

4.3 Descrizione intervento

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione verrà trasformata a 36 kV (MT) nelle singole cabine di trasformazione poste all'interno di ciascuna torre. Il cavo che conetterà gli aerogeneratori fino alla cabina collettore utente è del tipo ARE4H5(AR)E/X 20,8/36 kV. Per la consegna alla rete elettrica di tutta l'energia prodotta dal campo eolico sarà costruito un cavidotto interrato dalla cabina collettore alla stazione Terna di nuova realizzazione. Per questo cavidotto il cavo adottato sarà del tipo ARE4H5(AR)E 20,8/36 kV.

I cavidotti di collegamento tra un aerogeneratore e l'altro, fra gli stessi e la Cabina Collettore Utente e tra la cabina collettore e la stazione Terna di nuova realizzazione, saranno altresì destinati alla trasmissione dei segnali. Essi saranno costituiti da un idoneo numero cavi airbag di sezione e caratteristiche che dipenderanno dalla tipologia degli aerogeneratori in progetto e un tritubo in HDPE atto ad accogliere i cavi di segnalazione. Tali cavi saranno posati sul fondo dello scavo ad una profondità non inferiore a 1 m dal piano campagna. Essi saranno posti in opera, compreso giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio ecc., conformemente alle norme tecniche in materia (Norma CEI 11-17).

I cavidotti seguiranno il tracciato previsto in sede di progettazione esecutiva ed autorizzato dalle Amministrazioni competenti, nonché confermato dalla D.L. fiancheggiando e, ove previsto, attraversando le strade provinciale e/o comunali al di fuori del piano viabile. In tal senso, le modalità realizzative di tali fiancheggiamenti ed attraversamenti, dovranno attenersi scrupolosamente alle prescrizioni fornite dall'Ente gestore della viabilità interessata, precisando, altresì, che il fondo dello scavo sarà adeguatamente pulito da roccia frantumata e sostanze organiche, nonché liberato da eventuali accumuli o ristagni di acqua prima della posa dei cavi.

Il reale posizionamento del cavidotto rispetto alla sede stradale dovrà essere opportunamente definito in sede di progetto esecutivo, privilegiando il suo posizionamento al lato del nastro stradale in modo da evitare il taglio del manto bituminoso. Qualora nella realizzazione dello scavo per il passaggio dei cavidotti dovessero essere interessati manufatti di ogni tipo (manto stradale, cunette in cemento e non, guardrail ecc.) dovrà essere previsto il loro ripristino ante opera.

4.4 Specifica cavi M.T.

Il cavo sarà del tipo ARE4H5(AR)E o ARE4H5(AR)EX 20,8/36 kV le cui caratteristiche sono conformi alla norma HD 620/IEC 60502-2 con la seguente composizione: anima costituita da conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttore interno in mescola estrusa, isolante in mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8), semiconduttore interno in mescola estrusa, semiconduttore esterno in mescola estrusa, rivestimento protettivo in nastro semiconduttore igroespandente, schermatura a nastri di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, protezione meccanica in materiale Polimerico (AirBag) e guaina in polietilene colore rosso

(qualità DMP 2). I cavi sopra descritti hanno una temperatura massima di funzionamento in condizioni ordinarie di 90°C ed una temperatura massima ammissibile in corto circuito di 250°C.

4.5 Specifica terminazioni sconnettabili

Segue una specifica tecnica esemplificativa delle terminazioni che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

FMCTs - 400 **formfit**

Sconnettibile fino a 36 kV
Separable connector up to 36 kV



Norme di riferimento

Risponde ai requisiti delle norme
VDE 0287 - C 33-051 - C 33-001 - HD 629-1 - IEC 60502-4

Descrizione

1. Vite di contatto

Componente in rame filettato ad entrambe le estremità per collegare: presa, tappo isolante e accessori. In tutte le differenti combinazioni viene garantita una pressione costante

2. Capicorda

Crimpato, a punzonatura profonda o meccanico con viti a frattura prestabilita. La connessione della vite di contatto avviene attraverso il foro dell'occhiello

3. Schermo interno semi-conduttivo

Schermo semi-conduttivo in EPDM che racchiude il capicorda al fine di impedire la ionizzazione dell'aria al suo interno

4. Rivestimento esterno semi-conduttivo

Rivestimento semi-conduttivo in EPDM. Il particolare disegno costruttivo garantisce una protezione nei confronti di stress elettrici, al pari dello schermo del cavo. La connessione del rivestimento semiconduttivo allo schermo del cavo assicura che l'insieme sia mantenuto al potenziale di terra

5. Isolamento

Realizzato in gomma EPDM per una ricostruzione integrale dell'isolante. Mantiene una pressione costante sull'isolamento del cavo e sui punti di unione, impedendo all'umidità di penetrare all'interno

6. Adattatore

Realizzato in gomma EPDM. Adatta il corpo del terminale alle differenti sezioni di cavo

7. Tappo isolante

Realizzato in resina epossidica con inglobato l'inserto metallico per il bloccaggio della vite di contatto

8. Presa capacitiva

Partitore di tensione in grado di verificare l'assenza di tensione prima della rimozione del terminale

9. Cappuccio

Realizzato in gomma EPDM semi-conduttiva. Protegge e realizza il collegamento a terra della presa capacitiva durante il normale funzionamento

Standards

Generally meets the requirements of
VDE 0278 - C 33-051 - C 33-001 - HD 629-1 - IEC 60502-4

Description

1. Clamping screw

Steel silver-plated component threaded at both ends for attachment of the mating items: bushing, insulating plug, accessories. A uniform contact pressure is maintained for any combination

2. Conductor lug

Crimped, deep indented or bolted type.

Connection of clamping screw through the flat hole

3. Semi-conducting inner screen

Insert of moulded semi-conducting EPDM enclosing the conductor lug so that ionization of the air remaining trapped inside is prevented

4. Semi-conducting outer envelope

Jacket made of semi-conducting EPDM. Its design provides relief of electrical stress as does a cable screen.

Its connection to the cable screen ensures that the assembly is maintained at earth potential

5. Insulating body

Moulded from insulating EPDM for integral reconstitution of insulation. It maintains a uniform contact pressure on the cable insulation and on the interface of mating items, providing an excellent moisture seal

6. Adapter

Composite EPDM moulding. To adapt the connector body to the different cable sizes

7. Insulating plug

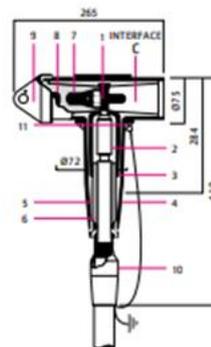
Epoxy component with a threaded metal insert for attachment to the clamping screw

8. Test point

A capacitive voltage divider enables to check the absence of voltage before removing the connector

9. Cap

Moulded semi-conducting EPDM. Protects and earthes the test point during normal use



4.6 Specifica giunti M.T. – Connettori testa-testa

Segue una specifica tecnica esemplificativa dei connettori che potranno essere utilizzate dall'appaltatore.

GIUNTI TERMORESTRINGENTI UNIPOLARI

Per cavi a isolante estruso e cavi isolati in carta impregnata.

Grande affidabilità e superiori caratteristiche elettriche, meccaniche e di sigillatura, fanno di questi giunti la soluzione ideale per ogni tipo di cavo e di installazione. I kit dei giunti unipolari sono composti da 1 giunto unipolare, e non contengono i connettori.

PER CAVI A ISOLANTE ESTRUSO CON SCHERMO A FILI DI RAME ([A]RG7H1R[X], [A]RE4H1E[X], [A]JRG7H1M1[X])

Prodotto	Cod.Art.	U _{max} (kV)	Conduttori di sezione da (mm ²) a (mm ²)		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-1	153003-000	7,2 - 17,5	25	50	700	75
GHVE 15/300-1	442803-000	7,2 - 17,5	70	300	700	80
GHVE 15/630-1	357174-000	7,2 - 17,5	400	630	1000	100
GHVE 20/240-1	623051-000	24	25	240	700	80
GHVE 20/630-1	GHVE20/630-1	24	240	630	1000	100
GHVE 30/240-1	GHVE30/240-1	36	35	240	1000	90
GHVE 30/500-1	GHVE30/500-1	36	300	500	1000	100

PER CAVI A ISOLANTE ESTRUSO CON SCHERMO A TUBO DI ALLUMINIO TIPO ([A]RG7H1R[X], [A]RE4H1E[X], [A]JRG7H1M1[X])

Prodotto	Cod.Art.	U _{max} (kV)	Conduttori di sezione da (mm ²) a (mm ²)		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 15/50-1-H5	GHVE15/50-1-H5	17,5	25	50	700	75
GHVE 15/300-1-H5	GHVE15/300-1-H5	17,5	50	300	700	80
GHVE 15/630-1-H5	GHVE15/630-1-H5	17,5	400	630	1000	100
GHVE 20/240-1-H5	GHVE20/240-1-H5	24	25	240	700	80
GHVE 20/630-1-H5	GHVE20/630-1-H5	24	240	630	1000	100
GHVE 30/240-1-H5	GHVE30/240-1-H5	36	35	240	1000	90
GHVE 30/500-1-H5	GHVE30/500-1-H5	36	300	500	1000	100

PER CAVI A ISOLANTE ESTRUSO ARMATI A FILI DI ALLUMINIO ([A]RG7H1RFR[X], [A]RE4H1EFE[X])

Prodotto	Cod.Art.	U _{max} (kV)	Conduttori di sezione da (mm ²) a (mm ²)		L max (mm)	D max (mm)
GHVE 20/240-1-ARM	623052-000	24	25	240	1700	80
GHVE 20/630-1-ARM	GHVE20/630-1-ARM	24	240	630	1700	100
GHVE 30/240-1-ARM	GHVE30/240-1-ARM	36	35	240	1850	100
GHVE 30/500-1-ARM	GHVE30/500-1-ARM	36	300	500	1850	110

PER CAVI ISOLATI IN CARTA IMPREGNATA IN MISCELA ([A]RC1HLR[X])

Prodotto	Cod.Art.	U _{max} (kV)	Conduttori di sezione da (mm ²) a (mm ²)		L max (mm)	D max (mm)
GHVP 20/70-1	190901-000	24	35	70	1000	75
GHVP 20/240-1	GHVP20/240-1	24	50	240	1000	75
GHVP 20/400-1	861101-000	24	300	400	1000	80



Prestazioni elettriche:
CEI 20-24 • HD 629-1 • HD 629-2



5. Sistema di controllo

5.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dei cavi per la trasmissione dati a servizio di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica.

5.2 Scopo di fornitura e norme tecniche

I lavori oggetto della presente fornitura dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo:

- CEI EN 61754 Interfacce di connettori per fibre ottiche
- CEI EN 60825-2/2001 "Sicurezza degli apparecchi laser, Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche
- CEI EN 50377-10-2 Connettori e dispositivi di interconnessione da utilizzare nei sistemi di comunicazione in fibra ottica
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

5.3 Descrizione intervento

L'intervento consiste nel connettere tra di loro i quadri controllo (SPLICE BOX) dei singoli aerogeneratori mediante una connessione punto-punto. La connessione dovrà avvenire con un cavo in fibra ottica (specifiche allegate) posato all'interno di un tritubo di diametro 50 mm. Il tubo sarà destinato al solo trasporto del cavo in fibra ottica per evitare interferenze di tipo elettromagnetico.

5.4 installazione del sistema scada

Per prevenire danneggiamenti la fibra ottica, che seguirà nel percorso il cavidotto M.T., sarà posata in un tritubo protettivo di diametro esterno 50 mm. In corrispondenza dell'ingresso all'aerogeneratore suddetto tritubo verrà incanalato sotto la fondazione fino ad emergere nella turbina. Per ogni l'installazione del cavo sarà lasciato un eccesso di 10 metri per permettere la connessione agevole alla splice box all'interno della torre.

Seguendo una connessione del tipo entra esci in ogni singolo aerogeneratore il segnale dovrà essere condotto fino alla sottostazione dove sarà allocato il computer con il software per l'analisi dei segnali e degli stati e per il controllo dell'intera centrale.

Il software sarà messo a disposizione dalla casa costruttrice degli aerogeneratori, mentre sarà a cura dell'appaltatore la connessione e l'interfaccia tra il cavo proveniente dalle torri e il computer in centrale.

Al termine dell'installazione del cavo dovrà essere eseguita la verifica OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) per misurare la qualità globale di trasmissione della fibra e verificare che si rientri nei parametri prescritti dalla DL. La verifica dovrà essere condotta in entrambe le direzioni di percorrenza del segnale.

Nell'installazione del sistema si intendono comprese tutte le operazioni di connessione del cavo (comprese quelle all'interno della splice box all'interno della torre), e di configurazione del computer.

5.5 Fornitura dei materiali e accessori

Seguono le specifiche tecniche della fibra ottica (cavi multi mode e single mode) che dovranno essere utilizzate.



Figure 1: Fibre optic cable (cross section)

Single-mode A-DQ(ZN)B2Y 1x8 E9/125		Multi-mode A-DQ(ZN)B2Y 1x12 G50/125	
A	Outdoor cable	A	Outdoor cable
DQ	Vacant tube	DQ	Vacant tube
(ZN)	Non-metallic strain relief element	(ZN)	Non-metallic strain relief element
B	Cable armour	B	Cable armour
2Y	Polyethylene cable jacket	2Y	Polyethylene cable jacket
1x8	One vacant tube with eight fibres	1x12	One vacant tube with twelve fibres
E	Single-mode	G	Multi-mode
9/125	Glass core diameter (9µm), Glass jacket diameter (125µm)	50/125	Glass core diameter (50µm), Glass jacket diameter (125µm)
Attenuation at 1310nm: approx. 0.38dB/km		Attenuation at 850nm: approx. 2.7dB/km	
Outer diameter: 10 mm		Outer diameter: 10 mm	
Weight: 107 kg/km		Weight: 107 kg/km	
Length: up to approx. 20 km		Length: up to max. 2 km	
Maximum tensile strength: 2500 N		Maximum tensile strength: 2500 N	
Minimum bending radius: static: 100 mm dynamic: 200 mm		Minimum bending radius: static: 100 mm dynamic: 200 mm	
Breaking strength: 220 N		Breaking strength: 220 N	
Temperature range: Operation: -25° to +70°C Installation: -5° to +60°C		Temperature range: Operation: -25° to +70°C Installation: -5° to +60°C	
Attenuation at 1300nm ≤0.36 dB/km		Attenuation at 850 nm ≤2.7dB/km	
		Bandwidth length product at 850nm: ≥500 MHz x km	

6. Impianto di terra

6.1 Premessa

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura, installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio di un impianto eolico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

6.2 Scopo di fornitura e norme tecniche

Il presente paragrafo ha lo scopo di descrivere i dettagli dell'installazione e collaudo dell'impianto di terra a servizio dell'impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica.

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo quanto previsto dalla presente specifica tecnica ed ispirati al seguente quadro di riferimento normativo:

- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
- CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di i, ii e iii categoria

6.3 Descrizione intervento

L'impianto di terra sarà dimensionato a cura dell'appaltatore nel rispetto della normativa vigente, e sarà sottoposto all'approvazione della D.L.

Il sistema disperdente terrà conto delle specifiche dell'impianto di terra dei singoli aerogeneratori.

Prima della posa in opera dell'impianto di terra sarà cura dell'appaltatore effettuare la misura della resistività del terreno; qualora tali valori dovessero risultare differenti da quanto ipotizzato in fase progettuale, dovranno essere comunicati tempestivamente alla committenza che provvederà ad aggiornare il dimensionamento dei dispersori e a fornire planimetrie aggiornate per la corretta esecuzione dell'impianto. L'appaltatore eseguirà il lavoro a perfetta "regola d'arte", nel rispetto della normativa tecnica applicabile e delle specifiche tecniche dei cavi elettrici.

7. Cabina Collettore Utente

7.1 premessa

L'impianto di terra sarà dimensionato a cura dell'appaltatore nel rispetto della normativa vigente, e sarà sottoposto all'approvazione della D.L.

7.2 Specifica fornitura e collaudo apparecchiature

Il presente capitolo è stato predisposto al fine di esporre gli interventi relativi alla fornitura e installazione della Cabina Collettore Utente a servizio di un impianto destinato alla produzione di energia elettrica da fonte eolica, si applica ai lavori di costruzione delle Cabine Collettore Utente di nuova costruzione e riguarda la fornitura, il montaggio, la messa in opera e il collaudo di apparecchiature e materiali relativi alle parti di potenza nonché la realizzazione di tutte le necessarie opere civili ed edilizie.

Le apparecchiature ed i materiali oggetto del presente Capitolato, se non diversamente specificato, saranno di fornitura da parte di società certificate (Siemens, Abb o altri sottoposti all'approvazione della DL).

La fornitura in opera di materiali dovrà rispondere, oltre a quanto riportato nei documenti contrattuali e di progetto, a caratteristiche e prescrizioni stabilite dal committente.

Ogni singola fornitura dovrà inoltre essere corredata di attestato del Costruttore comprovante la rispondenza alle caratteristiche richieste.

I lavori dovranno essere eseguiti "a regola d'arte", nel rispetto delle norme tecniche emanate da organi ufficiali (CEI, UNI, ecc.) e delle disposizioni di legge in materia antinfortunistica.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le istruzioni riportate nei documenti di progetto generali ed in quelli specifici di impianto, nonché le prescrizioni dei Costruttori degli apparecchi e dei materiali.

Ciascuna prestazione richiesta è precisata nelle singole voci del Capitolato. Si intendono comunque compresi nelle prestazioni i seguenti oneri:

- la disponibilità e l'impiego dei mezzi necessari, compresi gru e ponteggi, e delle idonee attrezzature, anche speciali, al fine di garantire la corretta esecuzione dei lavori, nel rispetto dei tempi contrattualmente previsti;
- la disponibilità ed il posizionamento di transenne, ripari, cartelli monitori, idonei segnali, delimitazioni, che si rendessero necessari per mettere in sicurezza le zone di lavoro fino al completamento delle attività;

- la fornitura delle apparecchiature sia MT che BT
- gli eventuali ripristini con idonei cicli di pitture dei rivestimenti protettivi danneggiati durante le operazioni di movimentazione, montaggio o rimozione dei materiali;
- la fornitura di materiali vari di consumo quali: staffe, bulloni, capicorda, fascette reggicavo, pasta antiossidante, stracci, solventi, vernici, ecc.;
- l'accurata pulizia, al completamento delle attività, delle apparecchiature e dei materiali ed in particolare delle porcellane;
- la disponibilità degli opportuni contenitori per il trasporto e la conservazione degli apparecchi e dei materiali rimossi quando richiesto;
- la pulizia delle aree interessate dai lavori e trasporto alla discarica autorizzata dei materiali di risulta.
- progettazione, fornitura e messa in opera sistema di oscillografia;
- progettazione, fornitura e sistema di telecontrollo;
- progettazione ed esecuzione impianti f.m. e illuminazione interna ed esterna.

7.2.1 Scopo ed introduzione

Lo scopo della fornitura prevede la Cabina Collettore Utente del parco eolico fino al punto di consegna TERNA. La Cabina Collettore proposta sarà costituita da uno o più stalli MT, collegata dal lato MT alla sezione 36 kV della stazione TERNA e dall'altra ai terminali in uscita dei cavi 36 KV provenienti dal parco eolico.

7.2.2 Norme e documentazione di riferimento

DM 37/08

DPR 547 del 27.04.1955 e relativi emendamenti

Norme CEI

Raccomandazioni IEC

Prescrizioni ISPESL

Norme di unificazioni UNI e UNEL

Normative in vigore sulla protezione dai campi elettromagnetici

7.2.3 Condizioni ambientali

Altezza sul livello del mare <1000 m

Temperatura ambiente all'esterno - 25 + 40°C

Temperatura ambiente all'interno - 5 + 40°C
Temperatura ambiente media nelle 24 h + 35°C
Umidità relativa 90 %
Velocità del vento 36 m/s
Inquinamento leggero
Tipo atmosfera non aggressiva
linea di fuga 25 mm/kV

7.2.4 Caratteristiche tecniche generali

La scelta dei livelli d'isolamento è in armonia con quanto previsto dai criteri adottati dall'Ente Distributore
Sistema 36kV

Tensione nominale di esercizio: 36 KV
Tensione massima del sistema: 42 KV
Frequenza nominale: 50 Hz
Tensioni di tenuta
a frequenza industriale: 50 kV eff.
ad impulso atmosferico: 125 kV picco
Corrente ammissibile di breve durata: 25 kA x 1 sec
Stato del neutro: isolato

7.3 Descrizione tecnica apparecchiature principali M.T. di sottostazione

7.3.1 Scaricatori M.T.

Sul secondario di ciascun trasformatore di potenza presente in sottostazione verranno installati n. 3 scaricatori MT aventi le seguenti caratteristiche:
tipo costruttivo: all'ossido di zinco senza spinterometri;
tensione di servizio continua: 36 KV ;
corrente di scarica nominale: 10 kA ;
tensione residua alla scarica di onda 8/20 microsec -10 KA. : 67 KV ;
isolatori: in materiale polimerico.

7.3.2 Quadristica

Il quadro 36 kV, 25 KA, 42 KV, sarà di tipo "metalenclosed" composto dagli scomparti che seguono:

- n. 2 scomparti partenza cavi sezione 36 kV Terna con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N-59N) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza
- n. 5 scomparti di arrivo dai parchi eolici, con interruttore e completo di relè a microprocessore per le protezioni max. I (50-51-51N- 59N) e con le misure di A , V , W ,VAR , cosfi, frequenza
- n. 1 scomparto congiuntore sbarre
- n. 1 scomparti protezione trasformatori S.A.
- n. 2 scomparti con TV di sbarre

Caratteristiche Elettriche Principali:

- Tensione nominale 36 KV;
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz/1 min valore efficace 50 KV;
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microsec valore di picco 125 KV;
- Tensione di esercizio 36 KV;
- Frequenza nominale 50 Hz;
- N° fasi 3;
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 25 KA;
- Corrente nominale di picco 40 KA;
- Potere di interruzione degli interruttori alla V nominale 25 KA;
- Durata nominale del corto circuito 1 sec.

Quadro protezioni

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul quadro verranno installate, per ciascun montante trasformatore, le seguenti protezioni:

- relè a microprocessore per le protezioni max. I e immagine termica (27/69-50/51-81-59N) e con le misure di A, V, W, VAR, cosfi, frequenza;
- set di relè ausiliari;
- set di interruttori automatici modulari.

Sul pannello delle protezioni sarà previsto il sinottico del montante comprensivo di manipolatori per il comando

Misure fiscali:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte. Sul fronte del quadro saranno montati due contatori statici multifunzione aventi le seguenti caratteristiche principali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;
- classe di precisione energia attiva 0.2S, energia reattiva 0.5S;
- dispositivo emettitore d'impulsi per energia attiva, reattiva e cambio di fascia oraria con contatto libero da tensione.

Sistema di distribuzione Servizi Ausiliari

Sistema di distribuzione in corrente alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- n. 1 trasformatore di distribuzione, 100 KVA, 30 / 0,4 KV, isolamento in olio;
- n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 V.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- prese F.M. interne ed esterne;
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore;
- illuminazione interna ed esterna;
- resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando;
- raddrizzatore;
- impianti speciali.

Caratteristiche del trasformatore di distribuzione:

potenza nominale 100 KVA;

rapporto nominale $30\pm 2 \times 2,5\%$ / 0,4 KV tensione di c.to c.to 4 %;

collegamento Dyn11 numero avvolgimenti 2 isolamento in olio minerale;

raffreddamento naturale in aria esecuzione a giorno per interno;

n.2 morsetti di terra.

Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale 1000 V;
- Tensione esercizio 400/230 V;
- Corrente nominale 160 A;
- Corrente c.to c.to 15 KA;
- Forma 2;

- Grado di protezione IP30.
- ed indicativamente sarà composto da:
- n.1 arrivi con interruttore 4x160 A, scatolato, estraibile, protezione magnetotermica, motore per telecomando, contatti ausiliari segnalazione scatto; la commutazione tra i due interruttori potrà essere fatta in automatico e in manuale; ogni arrivo sarà equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro;
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione, alcuni interruttori saranno con blocco differenziale 300mA;
- relè minima tensione.

Sistema di distribuzione in corrente continua:

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da:

- n.1 raddrizzatore carica batteria a due rami;
- n.1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità 200 Ah alla scarica di 10 ore.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

- motori interruttori MT
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.

Caratteristiche tecniche del raddrizzatore:

n.1 raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatti per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V cc ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità di 200 Ah alla scarica in 10 ore.

Caratteristiche elettriche principali:

- Alimentazione c.a.:
- tensione nominale trifase 400 V ca +/- 10 %
- frequenza 50Hz +/- 5% Erogazione c.c ramo utenze:
- tensione alle utenze 110 V, stabilizzato a +/-1%;
- corrente massima erogata 50 A;
- ripple < 1%.
- Erogazione c.c ramo batteria:
- carica di mantenimento 2,27 V/elemento;
- carica a fondo 2,4 V/elemento;
- corrente massima erogata 50 A;
- ripple < 1%;
- funzionamento completamente automatico, caratteristica IU Strumenti;

- voltmetro e amperometro sul carico;
- voltmetro e amperometro sulla batteria Segnalazioni luminose e allarmi a morsettiera:
- rete regolare;
- batteria in carica a fondo;
- batteria in carica di mantenimento;
- minima tensione batteria;
- avaria erogazione;
- sovraccarico;
- sovratemperatura;
- sovratensione.

Caratteristiche di funzionamento del raddrizzatore

Il raddrizzatore carica batterie è a due rami (ramo batteria RB, ramo impianto RS), adatto all'alimentazione continua dei carichi permanenti e alla contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori al Pb ermetici. Nelle condizioni normali il ramo RS alimenta i servizi ausiliari e il ramo RB ricarica la batteria. In caso di mancanza di rete o a una qualsiasi avaria, la batteria sarà commutata senza soluzione di continuità sull'impianto. Nel caso di avaria del ramo RS, il carico sarà trasferito al ramo RB con batteria in pieno tampone. Nella eventualità di avaria del ramo RB, la batteria verrà commutata sul ramo RS, il quale modificherà automaticamente la sua tensione in modo da predisporre in carica di mantenimento della stessa.

Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua:

- Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:
- Tensione esercizio 110 V + - 10% Corrente nominale 100 A Corrente c.to c.to 10 KA
- Forma 2

Grado protezione IP30 e sarà composto da:

- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A;
- segnalazione scatto;
- relè minima tensione;
- relè polo a terra;
- voltmetro e amperometro;
- interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

Caratteristiche batteria:

- n.1 batteria di accumulatori ermetici al piombo con le seguenti caratteristiche principali:
- tensione nominale: 108V;
- capacità nominale: 200 Ah alla scarica in 10 ore;
- vita attesa: 12 anni.

La batteria, costituita da n.27 monoblocchi da 4V ciascuno, sarà contenuta in un apposito armadio metallico e sarà fornita completa dei normali accessori d'uso. L'armadio batteria sarà installato vicino al raddrizzatore.

7.4 Collaudi

Il committente si riserverà di eseguire o far eseguire sotto la propria sorveglianza tutte le prove e le verifiche previste nel piano controllo qualità che l'appaltatore dovrà sottoporre per approvazione in conformità alle norme vigenti.

Prove di tipo

Preliminarmente alle prove di officina verrà effettuata la verifica della Conformità al tipo prevista dalle norme CEI vigenti. Il committente potrà soprassedere all'effettuazione di tali prove nel caso che l'appaltatore sia in grado di esibire idonea certificazione rilasciata da organismi riconosciuti nell'ambito della CEE o compresi tra quelli indicati nel D.M. 13/6/89 (e successivi aggiornamenti) del ministero delle Attività Produttive, oppure accreditati dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori).

7.5 Documentazione tecnica

La fornitura dovrà comprendere la seguente documentazione:

- schema unifilare;
- schemi funzionali;
- planimetria e sezioni della cabina collettore;
- input per opere civili (planimetria con andamento cunicoli/conduit cavi, tipici);
- disegni di ingombro delle apparecchiature principali;
- distinta cavi;
- istruzioni per il montaggio, esercizio e manutenzione apparecchiatura principale;
- prove e messa in servizio;
- certificati di collaudo;
- certificazioni UTF.

7.6 Specifica montaggi

7.6.1 Montaggio apparecchiature MT

Questo capitolo riguarda l'assieme e il montaggio in opera di:

- Interruttori;
- Sezionatori;
- Trasformatori di corrente;
- Trasformatori di tensione;
- Scaricatori;
- Colonnini di isolatori.

Per tutte le apparecchiature, al termine del montaggio, i codoli e/o le piastre per i collegamenti elettrici di potenza dovranno essere lasciati accuratamente puliti e protetti contro le ossidazioni ed i danneggiamenti per eventuali urti meccanici accidentali. Altrettanta cura dovrà essere posta nella pulizia, con l'uso di idonei solventi, di tutte le parti in porcellana.

Nel caso trattasi di interventi di sostituzione dell'apparecchiatura, l'Appaltatore dovrà ripristinare i collegamenti elettrici all'apparecchio, riutilizzando i precedenti collegamenti.

7.6.12 Montaggi quadri MT

La prestazione consiste nella installazione, all'interno dell'edificio servizi ausiliari, degli scomparti MT, ognuno dei quali è fornito già completo di apparecchi, sbarre e accessori.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il posizionamento ed il fissaggio a pavimento di eventuali controtelai in profilati di ferro;
- l'assieme e il fissaggio a pavimento, od al controtelaio, delle varie sezioni costituenti il quadro;
- il collegamento delle sbarre MT e dei cavi BT all'interno degli scomparti e tra scomparti adiacenti;
- il collegamento di terra esterno tra gli scomparti, mediante le barrette e i bulloni a corredo del singolo scomparto e il collegamento del quadro e dell'eventuale controtelaio alla rete di terra dell'impianto;
- la verifica della funzionalità meccanica delle apparecchiature elettriche di interruzione e sezionamento, nonché degli interblocchi meccanici tra gli apparecchi;

- il controllo del serraggio di tutta la bulloneria di fissaggio delle apparecchiature elettriche e degli organi meccanici: interblocchi, pannelli divisorii, ecc.;
- il montaggio di tutti i pannelli mobili degli scomparti, in modo che la struttura finale del quadro risulti perfettamente chiusa;
- la protezione del quadro mediante fogli di polietilene fino alla sua messa in servizio.

L'installazione del quadro dovrà avvenire in base alla disposizione topografica, alle indicazioni fornite dai documenti di progetto e nel rispetto delle prescrizioni del Costruttore.

Gli scomparti costituenti il quadro saranno fissati sui basamenti, già predisposti, mediante tasselli chimici o ad espansione, curando la verticalità della posa nonché il livellamento e l'allineamento tra i vari scomparti.

Il collegamento elettrico delle sbarre di potenza sarà eseguito a mezzo delle contropiastre di serraggio, avendo cura di pulire accuratamente le superfici di contatto con straccio asciutto o, se necessario, con spazzola metallica e di ingrassarle con un velo di vaselina. Per il serraggio dei bulloni si dovrà utilizzare la chiave dinamometrica tarata al valore raccomandato della coppia di serraggio.

7.6.14 Montaggio trasformatori MT/BT

La prestazione consiste nella installazione di trasformatori MT/BT, su fondazioni già predisposte e nella posizione topografica indicata nei documenti di progetto.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- il trasporto all'interno dell'impianto dei trasformatori da installare, utilizzando idonei mezzi di sollevamento e trasporto tali da permettere la movimentazione in condizioni di sicurezza nonché di salvaguardia dell'apparecchiatura, avendo cura di non danneggiare gli accessori e il sistema refrigerante;
- il montaggio dei dispositivi di scorrimento mediante l'accoppiamento delle forcelle con le rispettive traverse, da realizzare con le viti, i dadi e le rosette di acciaio inox a corredo;
- l'installazione e il fissaggio dei trasformatori, sugli appositi basamenti già predisposti, in conformità a quanto previsto nei documenti di progetto;
- l'esecuzione dei collegamenti dei circuiti di controllo e della cassa del trasformatore alla maglia di terra.

Le attività descritte dovranno essere eseguite secondo le norme della buona tecnica e nel pieno rispetto della normativa antinfortunistica (Norme CEI, DPR 547, D.L. 626, ecc.).

7.6.18 Posa in opera di corda di rame

I conduttori in rame costituenti la rete di terra hanno un diametro di idonea sezione, i conduttori potranno essere posati anche in scavi già predisposti.

Nel caso di posa su passerelle, pareti in muratura o su strutture metalliche in genere, le corde di rame dovranno essere ancorate con graffette o collari aperti di fissaggio in acciaio inox.

Oltre a quanto prescritto sopra si intendono compresi: tutto il materiale necessario alla posa della corda di rame, alla esecuzione delle giunzioni, delle derivazioni e dei collegamenti di terra (bulloneria e viteria di fissaggio in acciaio inox, pasta antiossidante, graffette, collari, ecc.).

7.6.19 Collegamenti in cavo MT

La prestazione prevede i lavori di fornitura e posa di cavi MT isolati in PVC, PE, EPR e similari e dei terminali e degli eventuali giunti lungo il percorso del cavo.

Le sezioni dei cavi saranno dimensionate secondo le esigenze del progetto definitivo e/o esecutivo.

La stesura verrà effettuata tenendo conto delle pezzature delle bobine, evitando per quanto possibile, spezzoni e sfridi inutili.

La posa del cavo può essere fatta:

- all'interno di cunicolo predisposto in cemento armato, chiuso con coperture in cemento o metalliche;
- all'interno di tubazioni in cemento o PVC;
- all'interno di scavo in sezione obbligata;
- a parete mediante appositi staffaggi o su passerelle a giorno all'interno e/o all'esterno degli edifici.

Le terminazioni potranno essere con terminali per interno o per esterno del tipo unipolare e/o tripolare.

7.6.20 Prescrizioni per la posa del cavo

Le operazioni della posa dei cavi dovranno essere eseguite a "regola d'arte" secondo le norme CEI 20-13 e 20-14 e le prescrizioni e procedure sotto riportate che riguardano:

- il rispetto delle modalità di svolgimento del cavo dalle bobine che potrà essere effettuato solo con mezzi idonei quali alza bobine o similari;
- il rispetto dei raggi di curvatura imposti dal Costruttore del cavo e delle distanze prescritte per una migliore dissipazione del calore;

- la cura nella posa all'interno dei cunicoli o tubi di qualsiasi natura per non danneggiare la guaina esterna;
- il fissaggio dei cavi nei percorsi a parete, su passerelle o su incastellature metalliche, da eseguirsi ogni metro lineare del percorso tramite collari in materiale amagnetico o mensole in legno che saranno serrate senza danneggiare la guaina esterna.

I cavi dovranno essere posati a trifoglio o in piano. Nei tratti di posa in piano si dovranno eseguire trasposizioni di fase in modo che ogni fase occupi ciclicamente tutte e tre le posizioni.

Quando due o più linee in parallelo sono costituite da cavi unipolari, i cavi della medesima fase non devono essere disposti adiacenti, ma alternati con quelli delle altre fasi.

I cavi posati all'interno di scavi, segnalati con nastro monitor, dovranno essere coperti con coppelle di cemento o vetroresina, da disporre per ogni singolo cavo. Inoltre ciascun cavo negli ultimi due metri, prima dell'uscita dal terreno, dovrà essere inserito dentro un tubo d'acciaio zincato di diametro adeguato.

Per la stesura, il cavo dovrà scorrere su appositi rulli distanziati in modo da evitare lo strofinamento al contatto del terreno; nel caso in cui i cavi dovessero passare all'interno di tubazioni in cemento o PVC la stesura dovrà essere effettuata tirando il cavo da una estremità con una fune di nylon del diametro di 10 mm. A posa ultimata, una analoga fune dovrà restare all'interno del tubo per eventuale successivo utilizzo.

7.6.21 Prescrizione per terminali e giunti

L'esecuzione dei terminali e dei giunti, ove previsti, dovrà essere fatta esclusivamente da personale specializzato, rispettando le istruzioni del Costruttore e quanto previsto dalle norme CEI 20-24.

Si dovrà collegare alla rete di terra una estremità dello schermo dei cavi unipolari e isolare l'altra estremità (tensione di isolamento 3 kV).

Per i cavi tripolari gli schermi vanno collegati a terra ad entrambe le estremità. Sui cavi interrati, la zona dei giunti dovrà essere segnalata in modo che sia facilmente individuabile.

8. Aerogeneratore

Il tipo della turbina del progetto proposto è la VESTAS V162 da 6.2 MW a tre pale con un passo sopravento delle stesse ad imbardata regolata.

La Vestas V162 – 6.2 MW ha un diametro del rotore di 162 m ed una potenza di uscita nominale di 6,200 MW.

La turbina utilizza un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

Componenti meccaniche

La V162 – 6.2 MW è equipaggiata con un rotore di 162 m di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

Rotore

Rotore	
Diametro	162 m
Velocità massima di rotazione	12,1 rpm
Area spazzata	20611 m ²
Direzione di rotazione	In senso orario (vista di fronte)
Orientamento	Sopravento
Tilt	6°
Numero delle pale	3
Freni aerodinamici	Frangenti

Pale

Pale	
Descrizione tipo	Gusci a profilo alare vincolati ad una trave

Lunghezza della pala	79.35 m
Materiale	Fibra di vetro rinforzata con fibre epossidiche e di carbonio
Connessione delle pale	Inseriti in acciaio
Pale	
Profili	Profilo ad alta portanza
Corda massima	4,3 m
Cuscinetto	
Lubrificazione	Grasso, lubrificazione manuale

Sistema di passo

La turbina è dotata di un sistema idraulico a passo individuale per ogni pala. Ogni sistema di inclinazione è collegato all'unità di trasferimento rotante idraulica nella navicella mediante tubi idraulici distribuiti. La centralina idraulica è posizionata nella navicella.

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

Sistema di passo	
Tipo	idraulico
Numero	1 cilindro per pala
Intervallo	Da -5° a 95°
Sistema idraulico	
Pompa principale	Due pompe ad olio ridondanti con ingranaggi interni
Pressione	260 bar
Filtrazione	3 µm (valore assoluto)

Mozzo

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

Mozzo	
--------------	--

Tipo	Corpo del mozzo a palla di ghisa
Materiale	Ghisa

Asta principale

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

Asta principale	
Descrizione tipo	Albero cavo
Materiale	Ghisa

Scatola del cuscinetto

Scatola del cuscinetto principale	
Materiale	Ghisa

Cuscinetto principale

Il cuscinetto principale trasmette tutti i carichi di spinta.

Cuscinetto principale	
Tipo	Cuscinetti a sfera
Lubrificazione	Lubrificazione a circolazione di olio

Scatola del cambio

L'ingranaggio principale converte la rotazione di bassa velocità del rotore a quella veloce del generatore.

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

Scatola del cambio	
Tipo	Con due stadi planetari
Alloggiamento materiale del cambio	Getto
Sistema di lubrificazione	Lubrificazione con olio in pressione
Volume totale dell'olio del cambio	Approssimativamente 800-1000 l
Codici dell'olio di pulizia	ISO 4406-/15/12

Cuscinetti del generatore

I cuscinetti sono lubrificati con circolazione di olio.

Sistema di oscillazione

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

Sistema di oscillazione	
Tipo	Sistema di supporto piano
Materiale	Anello di oscillazione forgiato a caldo. Cuscinetti PETP piani
Velocità di imbardamento (50 Hz)	0,4°/sec.
Velocità di imbardamento (60 Hz)	0,5°/sec.

Marcia di oscillazione	
Tipo	Ingranaggio planetario a più stadi
Numero delle marcie	8

Gru

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

Gru	
Capacità di sollevamento	Massimo 800 kg

Torri

Torri tubolari con flange di connessione, certificate con le specifiche e correnti approvazioni, sono disponibili in differenti altezze standard.

Le torri sono progettate con la maggioranza delle connessioni saldate sostituite da supporti magnetici per ottenere delle torri rinforza e lisce. I magneti forniscono il supporto in una direzione orizzontale ed interna, così come piattaforme, scale etc. sono supportate verticalmente (per esempio nella direzione della forza di gravità) da connessioni meccaniche. Il design liscio delle torri riduce l'esigenza di maggiore spessore metallico, rendendo la torre più leggera se comparata ad altre con saldature interne dei gusci.

Le altezze del mozzo elencate includono una distanza dalla sezione di fondazione al livello del terreno di approssimativamente 0,2 m dipendendo dallo spessore della flangia in basso, ed una distanza dalla flangia più in alto al centro del mozzo di 2,5 m.

Torri	
Tipo	Tubolare cilindrico/conico
Materiale	Acciaio

Navicella basamento e copertura

La copertura della navicella è realizzata in fibra di vetro. Portelli di accesso sono posti al piano per l'abbassamento o l'innalzamento di equipaggiamento alla navicella a per l'evacuazione del personale. La sezione di piano è equipaggiata con sensori di vento e lucernari, i lucernari possono essere aperti sia dall'interno della navicella che dall'esterno per accedere al piano o fuori alla navicella stessa. È possibile accedere alla navicella dalla torre attraverso il sistema di oscillazione.

Il basamento della navicella è in due parti è consiste in un getto di ghisa per la parte frontale, e di una struttura a trave per quella posteriore. La parte frontale del basamento della navicella svolge la funzione di portare il mozzo principale di trasmissione (il mozzo di alta velocità) e trasmette le forze dal rotore alla torre tramite il sistema di oscillazione. La superficie inferiore lavorata e connessa al cuscinetto di oscillazione, e le otto marcie di oscillazione sono bullonate alla base della navicella.

Le travi della gru sono attaccate alla cima della struttura. Le aste in basso della struttura a trave sono connesse al termine della parte posteriore. La parte posteriore del basamento serve come supporto ai pannelli di controllo, il sistema di raffreddamento ed il trasformatore. La copertura della navicella è montata sul basamento.

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

Sistema Di Condizionamento Termico

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

- Il Vestas Cooler Top® sistemato in cima alla parte posteriore conclusiva della navicella. Il Vestas Cooler Top® è un flusso libero di raffreddamento, per tanto assicurando non esserci componenti elettrici nel sistema posizionato fuori dalla navicella.

- Il liquido del primo sistema di raffreddamento, che serve la scatola del cambio e il sistema idraulico, attivato da una singola pompa elettrica;
- Il liquido del secondo sistema di raffreddamento, che serve i sistemi del generatore e del convertitore, azionato da una singola pompa elettrica;
- Il trasformatore ad aria compressa costituito da un ventilatore elettrico;
- Il raffreddamento ad aria compressa della navicella composto di due ventilatori elettrici.

Generatore e convertitore di raffreddamento

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

Scatola del cambio e raffreddamento idraulico

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

Raffreddamento del Trasformatore

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

Raffreddamento della navicella

L'aria calda generata dagli equipaggiamenti meccanici ed elettrici viene rimossa dalla navicella per mezzo di due ventole posizionate in ogni lato della stessa. Il flusso d'aria entra attraverso una presa d'aria nel basso della navicella.

Le ventole ruotano a bassa od alta velocità a seconda della temperatura all'interno della navicella.

Componenti elettricheGeneratore

Il generatore è del tipo sincrono a tre fasi con rotore a magneti permanenti connesso in rete attraverso un convertitore.

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

Generatore	
Tipo	Sincrono con magneti permanente
Potenza nominale	Fino a 6250 kW
Frequenza (range) [fN]	0 - 138 Hz
Tensione Statore [UNs]	3 X 800 V (alla velocità nominale)
Numero di poli	36
Tipo dell'avvolgimento	Impregnante pressurizzato sotto vuoto
Connessione dell'avvolgimento	Stella
Range Velocità	0-460 giri/minuto
Sensori di temperatura, statore	sensori PT 100 posizionati nei punti caldi e 3 di riserva
Classe di isolamento	H
Allegato	IP 54

Convertitore

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

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

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

Convertitore	
Potere nominale apparente	6550 kVA
Tensione nominale della rete	3 x 720 V

Trasformatore MT

Il trasformatore di elevazione è posizionato in una stanza chiusa a parte nella navicella con un interruttore di corrente montato sul lato dell'alta tensione del trasformatore. Il trasformatore è a due avvolgimenti, tre fasi, tipo a secco autoestinguente.

Gli avvolgimenti sono delta connessi sul lato dell'alta tensione, se non diversamente specificato, l'avvolgimento della bassa tensione è connesso a stella. Il sistema di bassa tensione dal generatore tramite il convertitore è un sistema TN – S, il che significa che il punto a stella è connesso a terra.

Il trasformatore è equipaggiato con 6 sensori PT 100 per la misurazione delle temperature del nucleo e degli avvolgimenti nel trifase.

La fornitura di potenza supplementare è data da un trasformatore 650/400 V separato posizionato nella navicella.

Trasformatore MT	
Descrizione tipo	Getto di resina a secco
Tensione primaria [UN]	30 kV
Tensione secondaria [UNs]	3 x 720 V
Potenza nominale apparente [SN]	7000 kVA
Senza perdita di carico [P0] (tolleranze IEC)	6,6 kW
Senza potenza di carico reattiva [Q0]	35 kWAr
Piena potenza di carico reattiva [QN]	700 kWAr
Gruppo vettore	Dyn11
Frequenza [fN]	50 Hz
Prese MT	±2 x 2,5 %
Corrente di inserzione	5 – 8 x In
Impedenza di corto circuito (tolleranze IEC)	8% @ 720 V, 4700 kVA, 120°C
Impedenza corto circuito di tensione [Uk p-s1]	9.9 %
Impedenza corto circuito di tensione (Resistivo) [Uk rp-s1]	1 %

Impedenza corto circuito di tensione omopolare [Uk0 p-s1]	9.0 %
Impedenza corto circuito di Tensione omopolare (Resistivo) [Uk0 rp-s1]	1 %

Cavo MT turbina

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

Cavi di media tensione	
Cavo isolato composto ad alta tensione	Etilpropilene (EP) migliorato, basato su materiali EPR o alto grado di etilpropilene in gomma HEPR
Sezione del conduttore	3 x 70+70 mm ²
Massimo voltaggio	42 kV per 22.1-36 kV tensione nominale

Quadro MT

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

Tipo di isolamento	Isolato a gas SF6
Frequenza Nominale	50Hz
Tensione Nominale	30 kV
Tensione massima di isolamento	36 kV
Corrente	25 kA

Sistema ausiliario

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

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

Prese di corrente	
Monofase (Navicella e piattaforme della torre)	230 V (16 A)
Trifase (Navicella e base della torre)	3 x 400 V (16 A)

Sensori di vento

La turbina è equipaggiata con due anemometri ultrasonici senza parti mobili. I sensori sono incorporati a caldo per minimizzare le interferenze con ghiaccio e neve.

I sensori di vento sono ridondanti, e la turbina può operare con un unico sensore.

Sensori di Vento	
Tipo	FT02LT
Principio	Risonanza acustica
Incorporato a caldo	99 W

VMP (Vestas Multi Processor) Controllore

La turbina è controllata e monitorata da un sistema di controllo VMP8000.

Il VMP8000 è un sistema di controllo multiprocessore costituito da quattro processori principali (base, navicella, mozzo e converter), interconnessi da una rete ottica Mbit ArcNet.

In aggiunta ai quattro processori principali, il VMP8000 è composto da moduli I/O interconnessi da una rete CAN a 500 kbit. I moduli I/O sono connessi ai moduli dell'interfaccia CAN da una serie di circuiti CTBus.

Il sistema di controllo VMP8000 svolge le seguenti principali funzioni:

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

Gruppo Di Continuità

L'UPS è equipaggiata con un converter AC/DC; DC/AC e celle di batterie collocate nella stessa cabina del converter.

Durante le interruzioni della rete, l'UPS alimenta le unità a 230 V AC. Il tempo di riserva per il sistema UPS è proporzionale al consumo di energia.

Sistema di Protezione della TurbinaConcetto di frenata

Il freno principale sulla turbina è aerodinamico. L'arresto della turbina è fatto per mezzo della rotazione delle pale (rotazione individuale per singola pala). Ogni pala ha un accumulatore che fornisce l'energia per la rotazione. La frenata della turbina è inoltre supportata da un resistore di frenata che è connesso al magnete permanente del generatore durante il rallentamento. Questo assicura che il momento è mantenuto, per esempio, durante una situazione di perdita della rete.

In aggiunta, c'è un disco per la frenata meccanica sull'albero dell'alta velocità del cambio con un sistema idraulico dedicato. Il freno meccanico è usato solamente come un freno di sosta e quando sono attivi i pulsanti per l'arresto d'emergenza.

Protezioni da corto circuito

Interruttori	Interruttore per energia ausiliaria	Interruttore per i moduli del convertitore
Potere d'interruzione nominale di servizio	80 kA	78 kA
Potere di interruzione estremo	193 kA	193 kA

Protezione dalla sovravelocità

Le velocità del generatore e dell'albero veloce sono registrate da sensori ad induzione e calcolati da un controllo del vento per la protezione contro la sovravelocità ed errori di rotazione (eccentricità).

In aggiunta, la turbina è equipaggiata con un sistema PLC di sicurezza, un modulo computer indipendente che misura la velocità del rotore. In caso di situazione di fuori giri, il sistema PLC di sicurezza attiva la rotazione delle tre pale in posizione di sicurezza, indipendentemente dal sistema di controllo della turbina.

Protezione dal fuori giri	
Tipo dei sensori	MEMS
Livello di scatto	Variante dipendente

Protezione di messa a terra per le pale, la navicella, il mozzo e la torre

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

- Recettori dei fulmini;
- Sistema di conduzione verso il basso;

- Protezione contro la sovra tensione e la sovra corrente;
- Schermatura contro i campi elettrici e elettromagnetici;
- Sistema di messa a terra.

Parametri Progettuali della Protezione di Messa a Terra			Livello di Protezione I
Valore della Corrente di Picco	I max	[kA]	200
Impulso di carica	Q impulso	[C]	100
Valore di picco di corrente	I _{max}	[kA]	200
Carica totale	Q totale	[C]	300
Energia Specifica	W/R	[MJ/Ω]	10
Pendenza media	Di/dt	[kA/μs]	200

EMC System

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

DIRETTIVA 2014/30 / UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 26 febbraio 2014 sull'armonizzazione delle legislazioni dei membri Stati relativi alla compatibilità elettromagnetica.

Impianto di terra

L'impianto di terra della Vestas è costituito da un numero di elettrodi di messa a terra individuali interconnessi come un unico sistema. Include il sistema TN e il sistema di protezioni contro i fulmini per ogni singola turbina. Esso funziona come un sistema di distribuzione di media tensione entro la centrale eolica.

Il sistema di messa a terra della Vestas è adattato per i differenti tipi di fondazioni delle turbine. Un insieme separato di documenti descrive il sistema di messa a terra in dettaglio, in dipendenza del tipo di fondazione. In termini di protezione della turbina dai fulmini, Vestas non ha un requisito separato per una certa minima resistenza a terra per questo sistema. L'impianto di terra per il sistema di protezione dai fulmini è basato sul progetto e la costruzione del sistema di messa a terra della Vestas.

Una parte primaria del sistema di messa a terra Vestas è il collettore principale di terra posizionata dove tutti i cavi entrano nella turbina. Tutti gli elettrodi di messa a terra sono ad esso connessi. Inoltre sono realizzate delle connessioni equipotenziali per tutti i cavi in entrata o in uscita dalla turbina.

Le specifiche richieste dal sistema di messa a terra Vestas e le descrizioni del lavoro sono minime. I requisiti locali e nazionali, così come i requisiti di progetto, possono richiedere misure aggiuntive.

Protezione Dalla Corrosione

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

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

Sicurezza

Le specifiche di sicurezza in questa sezione forniscono le informazioni generali circa le caratteristiche di sicurezza della turbina e non sostituiscono, per il compratore ed i suoi agenti, il prendere tutte le appropriate precauzioni, incluso, ma non solo, il rispetto di tutte le norme di sicurezza, la manutenzione, gli accordi di servizio, le istruzioni, le ordinanze e le condotte appropriate in materia di formazione per la sicurezza.

Accesso

L'accesso alla turbina dall'esterno avviene tramite la parte bassa della torre a circa 3 m dal piano di campagna. La porta è equipaggiata con una serratura. L'accesso alla piattaforma in cima avviene tramite una scala. L'accesso alla stanza del trasformatore nella navicella è controllato con una serratura. Un accesso non autorizzato ai quadri e ai pannelli elettrici nella turbina è proibito in accordo con la IEC 60204-1 2006.

Via di fuga

In aggiunta alle normali vie di accesso, vie di fuga alternative dalla navicella sono possibili attraverso la botola della gru, attraverso un portello apribile sul muso della navicella, e attraverso il pavimento della stessa. Nella navicella è localizzato l'equipaggiamento di sicurezza.

Il portello nel pavimento può essere aperto da entrambi i lati. Una via di fuga è rappresentata dalla scala dell'elevatore di servizio. Un piano di emergenza, collocato nella turbina, descrive le vie di fuga ed evacuazione.

Aree e spazi di lavoro

La torre e la navicella sono equipaggiate con prese di corrente per l'uso di strumenti elettrici per il servizio e la manutenzione della turbina.

Pavimenti, piattaforme e luoghi di lavoro

Tutti i pavimenti sono anti sdrucciolo. C'è un pavimento per ogni sezione della torre. Piattaforme di sosta sono presenti ad intervalli di 9 metri lungo la scala della torre. Supporti di appoggio sono localizzati nella turbina per gli scopi di servizio e manutenzione.

Montacarichi di servizio

La turbina V162 – 5.6 MW è fornita con un elevatore standard di servizio installato. Servizi per l'arrampicata. Una scala con sistema di arresto caduta è montata per l'intera lunghezza della torre.

Ci sono punti di ancoraggio nella torre, nella navicella e nel mozzo, e sul pavimento per l'attacco di equipaggiamenti di sicurezza.

Sul portello della gru c'è un punto di ancoraggio per l'equipaggiamento di discesa d'emergenza.

Punti di ancoraggio sono colorati di giallo e sono calcolati e testati per 22.2 kN.

Parti mobili, protezioni e dispositivi di blocco

Tutte le parti mobili nella navicella sono schermate. La turbina è equipaggiata con una serratura per il rotore per il suo blocco.

Il blocco dell'ondeggiamento dei cilindri può essere fatto con strumenti meccanici nel mozzo.

Luci

La turbina è equipaggiata con luci nella torre, nella navicella, nella stanza del trasformatore ed il mozzo.

C'è una luce d'emergenza in caso di mancanza di corrente elettrica.

Arresto d'emergenza

Ci sono pulsanti per l'arresto d'emergenza nella navicella, nel mozzo e alla base della torre.

Disconnessione dell'energia

La turbina è equipaggiata con interruttori per consentire la disconnessione da tutte le fonti di energia in caso d'ispezione o manutenzione. Gli interruttori sono marcati con segnali e sono collocati nella navicella e alla base della torre.

Protezione dal fuoco

Un estintore da 5-6 kg di CO₂, un kit di primo intervento sono collocati nella navicella durante le operazioni di servizio e manutenzione.

Segnali d'avvertimento

Segnali di pericolo sono posizionati dentro e sulla turbina e devono essere dopo le operazioni di servizio.

Manuali e avvertenze

La Vestas fornisce manuali per le operazioni, la manutenzione e il servizio della turbina, con regole aggiuntive di sicurezza e informazioni su quelle.

AmbienteProdotti chimici

I prodotti chimici usati nella turbina sono valutati in accordo al Sistema A/S Ambientale vesta Wind, certificato ISO 14001:2004. I seguenti prodotti chimici sono usati nella turbina:

Antigelo per prevenire il sistema di raffreddamento dal gelo;

Olio per la lubrificazione del cambio;

Olio idraulico per il sistema di beccheggiamento delle pale e l'operatività del freno;

Grasso per la lubrificazione dei cuscinetti;

Vari agenti pulenti e prodotti chimici per la manutenzione della turbina.

Approvazioni e codici di progettazioneApprovazioni dei Codici – Progettazione strutturale

Il progetto della turbina è stato sviluppato e testato con riguardo a, ma non limitatamente a, i seguenti principali standard:

Codici di Progettazione	
Navicella e mozzo	IEC 61400 – 1 4 Edizione EN 50308
Torre	IEC 61400 – 1 4 Edizione
Pale	DNV – OS – J102 IEC 1024 – 1 IEC 60721 – 2 – 4 IEC 61400 (Parte 1, 12 e 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 DS/EN ISO 12944 - 2
Scatola del Cambio	ICE 61400 - 4
Generatore	IEC 60034
Trasformatore	IEC 60076 - 11 IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1

Protezione dai fulmini	IEC 61400-24:2010
Macchine elettriche Rotanti	IEC 34
Sicurezza relativa ai Sistemi di controllo	IEC 13849 - 1
Sicurezza relativa alle Attrezzature Elettriche	IEC 60204 - 1

Colori

Colore navicella

Colore delle navicelle Vestas	
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)
Logo Standard	Vestas

Colore della torre

Colore Vestas per la sezione della torre		
	Esterno	Interno
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)	RAL 9001 (bianco crema)

Colore delle pale

Colore delle Pale	
Colore Standard	RAL 7035 (grigio luminoso)
Varianti	RAL 2009, RAL 3020
Lucido	< 30 % DS/EN ISO 2813

Condizioni di funzionamento e linee guida delle prestazioni

Il clima e le condizioni del sito comprendono molte variabili e dovrebbero essere considerate nella valutazione delle prestazioni della turbina. Il progetto e i parametri operativi stabiliti in questa sezione non costituiscono garanzie, o rappresentazione delle performance in riferimento ai siti specifici.

Condizioni del sito e clima

Valori riferiti all'altezza del mozzo:

Parametri estremi	
Condizioni climatiche del vento	IEC IIA
Intervallo della Temperatura Ambiente (temperature standard della turbina)	-40° a +50°C

Siti complessi

La classificazione di Sito Complesso deriva dalla IEC 61400 – 1: 2005, Capitolo 11.2. Per siti classificati come complessi, appropriate misurazioni devono essere incluse negli accertamenti specifici.

La posizione di ogni singola turbine dev'essere verificata con il Check Programme di Vestas.

Altitudine

La turbina è progettata per essere utilizzata fino a 2000 metri sul livello del mare.

NOTA: ad altitudini superiori ai 1500 metri, la massima temperatura ambientale per condizioni di massima produzione è ridotta a 37,5°C.

Layout d'impianto

La distanza di progetto tra le turbine, per il singolo progetto, dipende dal sito; in ogni caso la distanza non deve essere inferiore a 4 diametri del rotore.

Condizioni di funzionamento – Temperatura e vento

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

Condizioni di funzionamento – Temperatura e vento.	
Intervallo della temperatura Ambiente (Standard)	- 20° a + 40°

Condizioni di funzionamento – Connessione alla Rete

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

Inviluppo Operativo – Connessione alla Rete		
Tensione fase Nominale di	[Unp]	720 V
Frequenza Nominale	[fN]	50/60 Hz
Gradiente Massimo di Frequenza	± 4 HZ/sec.	
Tensione massima di sequenza negativa	3% (connessione) 2% (funzionamento)	
Contributo Massimo di corto circuito	1.05 p.u. (Continuo) 1.45 p.u. (Picco)	
Impostazioni delle protezioni		
Tensione Nominale oltre il 110% per 1800 sec.	792 V	
Tensione Nominale oltre il 116% per 60 sec.	832 V	
Tensione Nominale oltre il 125% per 2 sec.	900 V	
Tensione Nominale oltre il 136% per 0.15 sec.	974 V	
Tensione Nominale sotto il 90% per 180 sec.	648 V	
Tensione Nominale sotto il 85% per 12 sec.	612 V	
Frequenza oltre il 106% per 0,2 sec.	53/63,6 Hz	
Frequenza oltre il 94% per 0,2 sec.	47/56,4 Hz	

NOTA: Oltre il ciclo di vita della turbina, la caduta di linea ricorre con una media di non più di 50 volte per anno.

Condizioni di funzionamento – Potenza reattiva

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

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

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

Prestazione – Sistema di guida attraverso le cadute di rete

La turbina è fornita di un convertitore per ottenere il controllo della stessa in casi di caduta di rete (buchi di tensione). Il sistema di controllo della turbina, continua a funzionare durante la caduta di rete.

La turbina è disegnata per rimanere connessa durante le disfunzioni della rete all'interno di determinate curve di tolleranza della tensione. Per disturbi della rete al di fuori dalla curva di protezione la turbina sarà disconnessa.

Tempo di recupero d'energia	
Tempo di recupero d'energia a 90% del livello di pre caduta	Max 0,1 secondi

Prestazione – Contributo reattivo di corrente

Il contributo di corrente reattiva dipende dalla caduta di tensione: simmetrica (uguale per tutte e tre le fasi) o asimmetrica

Contributo simmetrico reattivo di corrente

Durante le cadute simmetriche di tensione, la centrale (wind farm) inietterà corrente reattiva per supportare la tensione di rete. La tensione di corrente iniettata è in funzione della tensione di rete rilevata.

La caduta di tensione dà una corrente reattiva di 1 pu della corrente attiva nominale del lato di alta tensione del trasformatore BT/MT. Il contributo dipende da come funziona la tensione. Il contributo è indipendente dalle attuali condizioni di vento a dal livello d'energia precedente la caduta.

La pendenza può essere parametrizzata tra 0 e 10 per adattarsi alle esigenze specifiche del sito.

Contributo asimmetrico reattivo di corrente

La corrente immessa è regolata sulla sequenza positiva di tensione misurata e dal fattore K utilizzato. Durante le cadute asimmetriche di tensione, l'iniezione di corrente reattiva è limitata a approssimativamente 0,4 pu per limitare l'incremento potenziale di tensione sulle fasi buone.

Prestazioni – Cadute multiple di tensione

La turbina è progettata per gestire la richiusura di eventuali cadute multiple di tensione entro un breve periodo, considerando che le cadute di tensione non sono uniformemente distribuite durante l'anno.

Prestazione – Controllo dell'energia attiva e reattiva

La turbina è progettata per il controllo dell'energia attiva e reattiva mediante il VestasOnline®SCADA system.

Massima Velocità di Rampa per il Controllo Esterno	
Energia Attiva	0,1 pu/sec.
Energia reattiva	20 pu/sec.

Per supportare la stabilità della rete la turbina è in grado di rimanere connessa in regime di energia attiva sotto il 10% della potenza nominale della turbina. Per energia attiva oltre il 10% della potenza nominale la turbina potrebbe essere disconnessa dalla rete.

Prestazione – Controllo di tensione

La turbina è progettata per l'integrazione con il sistema di controllo della tensione, il VestasOnline® voltage control.

Prestazione – Controllo di frequenza

La turbina può essere configurata per prestazioni di controllo della frequenza dalla diminuzione dell'output di energia come funzione lineare della frequenza della rete.