

Regione Sardegna

Provincia di Sassari

Comune di Calangianus

“Impianto eolico di potenza nominale pari a 33 MW integrato con un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 25 MW da realizzarsi nel Comune di Calangianus (SS)”

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: C23EOSW002G009R00_Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	09/02/2024	Progetto definitivo	M. Sblendido	D. Morelli	L. Sblendido

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	OPERE EDILI	4
2.1	INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI	4
2.2	PREDISPOSIZIONE DELLE AREE	5
2.3	MATERIALI	5
2.4	SCAVI.....	6
2.4.1	Preparazione dell'area di scavo	7
2.4.2	Materiale escavato	7
2.4.3	Scavi di sbancamento ed assimilabili con mezzo meccanico.....	8
2.4.4	Scavi relativi alle fondazioni degli aerogeneratori	8
2.4.5	Scavi a sezione obbligata	9
2.4.6	Scavi con strumenti manuali	9
2.4.7	I trovanti	9
2.5	Reinterro.....	9
2.5.1	Reinterri con compattazione.....	10
2.5.2	Reinterri senza compattazione.....	10
2.5.3	Reinterro di scavi precedenti (backfilling)	10
2.6	PAVIMENTAZIONI STRADALI	10
2.6.1	Scarificazione.....	10
2.6.2	Sottofondo stradale e piazzole delle gru	11
2.6.3	Stabilizzazione mediante calce	12
2.6.4	Stabilizzazione mediante cemento	14
2.7	OPERE DI DRENAGGIO	16
2.7.1	Drenaggio superficiale	16
2.7.2	Fossi di drenaggio lato strada.....	17
2.7.3	Tubi drenanti	17
2.8	MATERIALI GEOSINTETICI	17
2.8.1	Geotessuti	17
2.9	TRATTAMENTI DEL TERRENO	18
2.9.1	Jet grouting	19
2.9.2	Chemical grouting.....	20
2.10	STRUTTURE IN CLS	23
2.10.1	Classificazione degli impianti di produzione del cls	23
2.10.2	Miscele di calcestruzzo	24
2.10.3	Prove da eseguire sulle miscele	25
2.10.4	Trasporto e messa in opera.....	28
2.10.5	Stagionatura e protezione.....	31
2.10.6	Casseforme.....	33
2.10.7	Requisiti speciali per le fondazioni degli aerogeneratori	33
2.10.8	Tolleranze.....	34
2.10.9	Finitura delle superfici esposte	34
2.10.10	Armature in acciaio	35
2.10.11	Elementi annegati.....	36
2.10.12	Malte	39

2.10.13	Elementi di giunzione	42
2.11	PALI DI FONDAZIONE	43
2.11.1	Pali prefabbricati in cemento armato	43
2.11.2	Pali gettati in loco in pozzi trivellati a secco.....	44
2.11.3	Pali gettati in loco in pozzi trivellati con fango	45
2.11.4	Altre tipologie di pali	45
2.11.5	Materiali impiegati	46
2.11.6	Prove	46
2.12	LAVORI VARI	47
2.12.1	Demolizioni.....	47
2.12.2	Cancelli e recinzioni	49
2.12.3	Elementi paesaggistici e opere di piantumazione	49
2.12.4	Gabbioni.....	49
3	OPERE ELETTRICHE.....	50
3.1	SISTEMA DI ACCUMULO.....	51
3.2	MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI CAVIDOTTI	53
3.2.1	Segnalazione della presenza dell'elettrodotto	53
3.2.2	Pozzetti	53
3.3	MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI	54
3.3.1	Coesistenza tra cavidotto ed altre condutture interrate.....	54
3.3.2	Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione	55
3.3.3	Parallelismi ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o altre strutture metalliche	55
3.4	OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN	55
3.4.1	Sottostazione di trasformazione 30/150 kV	55
3.4.2	Interconnessione alla RTN	56

1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato, è parte integrante del progetto definitivo dell'impianto Eolico proposto da EVO S.r.l. riferito al Parco Eolico ricadente nel comune di Calangianus.

Il presente parco eolico, è costituito da cinque aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6,6 MW, per una potenza complessiva pari a 33 MWp. Esso è integrato da un sistema di accumulo con potenza pari a 25 MW, nonché da tutte le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti.

Nello specifico, tutte le WTG (contrassegnate con i numeri da 1 a 5) ricadono nel territorio comunale di Calangianus, così come le altre opere annessi agli aerogeneratori, quali piazzole e viabilità, il tracciato del cavidotto e le opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Come previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da TERNA S.p.A. (Codice Pratica: 202306017) l'impianto sarà collegato a in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN a 380/150 kV da collegare tramite un elettrodotto 380 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN di Codrongianos e da collegare tramite due nuovi elettrodotti a 150 kV alla nuova Stazione Elettrica di Smistamento della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio".

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂, legate a processi di produzione di energia elettrica.

La presente relazione illustra i contenuti prestazionali degli elementi costruttivi presenti nel progetto: dalle caratteristiche degli elementi costruttivi facenti parte delle cosiddette "opere edili", alle caratteristiche e le prescrizioni dei cavi elettrici utilizzati per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori, comprese le principali componenti elettromeccaniche della Sotto Stazione Elettrica Utente.

2 OPERE EDILI

2.1 INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI

Le indagini che saranno effettuate sul suolo dovranno fornire tutti i dati per una progettazione dettagliata delle strutture di fondazione con riferimento alle caratteristiche dello specifico sito.

Potranno essere previste le seguenti tipologie di indagine:

- Studi geologici, aventi lo scopo di stabilire una base per la scelta dei metodi e per definire l'estensione del sito di indagine;

- Sondaggi geofisici, per definire la stratificazione del suolo all'interno di una determinata area. Potranno consistere di campionamenti per prove di laboratorio e/o di prove in sito;
- Sondaggi geotecnici, al fine di fornire informazioni riguardo i parametri necessari per una progettazione dettagliata e completa della fondazione.

2.2 PREDISPOSIZIONE DELLE AREE

Prima dell'inizio dei lavori sarà necessario:

- Individuare, anche in riferimento agli elaborati, le aree interessate dalle opere ed in particolare: le aree interessate dalla viabilità interna, dai cavidotti, dalle fondazioni degli aerogeneratori e dalle relative piazzole, le aree di cantiere e di stoccaggio temporanee;
- Provvedere alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere od alla integrazione di quelli esistenti e ad indicare opportunamente i limiti della viabilità di accesso;
- Predisporre le aree alle successive lavorazioni mediante: ripulitura del terreno con asportazione di eventuali ceppi, allontanamento di eventuali massi erratici regolarizzazione del terreno per facilitare il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici, accantonamento del terreno vegetale necessario per i successivi ripristini ambientali, modellamento delle scarpate per favorirne la rinaturalizzazione già in fase di esecuzione delle opere;
- Nel caso di installazione di pozzetti protettivi per strumentazione geotecnica durante la fase di indagini precedentemente descritta;

Si prevede l'utilizzo di strumentazione manuale o meccanica idonea per quanto riguarda il taglio di erbe ed eventuali piante isolate, la delimitazione delle aree in cui svolgere tali interventi verrà stabilita in base alle autorizzazioni acquisite. Al fine di svolgere tutte le attività elencate nei tempi previsti, si dovrà operare con mezzi di adeguata capacità e potenza nonché con la flessibilità richiesta dalla tipologia dei lavori e dalla loro posizione nel programma generale di costruzione dell'opera.

2.3 MATERIALI

I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che si riterrà di convenienza, fermo restando che rispondano alle caratteristiche ed alle

prestazioni previste dalla normativa vigente e dagli standard definiti in fase di progettazione esecutiva.

A meno che il presente Disciplinare non ne indichi specificatamente la provenienza, l'Appaltatore potrà approvvigionare i materiali ovunque ritenga opportuno, purché le loro qualità rispettino i requisiti contrattuali, la normativa vigente e gli standard definiti in fase di progettazione esecutiva.

Si intendono a carico dell'Appaltatore, tra gli altri, gli oneri relativi all'approvvigionamento presso altri fornitori dei materiali aridi di cava rispondenti alle caratteristiche prescritte o gli eventuali oneri relativi all'approvvigionamento delle cave di prestito per i materiali aridi; quindi la spesa per la ricerca di cave idonee, l'acquisto per i diritti, lo svolgimento delle pratiche per il conseguimento dei permessi di estrazione, il pagamento di canoni, l'eliminazione dei materiali non idonei, la formazione e la coltivazione delle cave secondo la normativa vigente, nonché la sistemazione finale delle aree interessate. I materiali dovranno giungere in sito accompagnati, oltre che dalle istruzioni per la corretta messa in opera, dalla documentazione dimostrante la conformità a quanto previsto dalla normativa vigente. Nel caso di mancanza di tale documentazione, l'Appaltatore è tenuto, a proprie spese, ad effettuare prove di qualifica sui materiali in strutture indicate appositamente dalla D.L.

Nel caso di materiali non rispondenti alle norme, questi dovranno essere rimossi dall'area di cantiere e sostituiti, la sostituzione sarà a carico dell'Appaltatore. La D.L. potrà richiedere, anche durante lo svolgimento delle lavorazioni, la sostituzione di quei materiali che verranno riconosciuti non idonei.

La D.L. potrà richiedere in qualunque momento, prove aggiuntive per verificare le caratteristiche dei materiali utilizzati, non esplicitamente prescritte nel presente documento.

2.4 SCAVI

L'Appaltatore deve presentare il piano degli scavi, che dovrà contenere informazioni riguardo i mezzi impiegati, le procedure adottate nonché la calendarizzazione per l'implementazione delle attività. È compito dell'Appaltatore mantenere aggiornato il piano degli scavi al procedere delle attività stesse.

Devono inoltre essere previste le cautele necessarie in relazione alle proprietà geotecniche dei terreni al fine di salvaguardare i lavori in corso e quelli in previsione.

È necessario porre in atto, tramite i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza.

È necessario mettere in atto le iniziative volte ad evitare scoscendimenti o smottamenti e frane:

l'Appaltatore è responsabile per la sicurezza dei versanti e per la rimozione di eventuale materiale franato, che sarà a carico dell'Appaltatore. L'Appaltatore dovrà inoltre mantenere asciutte le aree oggetto di scavo ed evitare il ristagno di acqua negli scavi stessi.

2.4.1 Preparazione dell'area di scavo

Prima di iniziare l'attività di scavo, è compito dell'Appaltatore preparare l'area rimuovendo ostacoli costituiti dalla vegetazione, rami, cespugli e altri possibili ostacoli.

Il legname proveniente da tali operazioni deve essere stoccato in sede opportuna in prossimità del sito di scavo ed eventualmente recuperato per altre iniziative. Ostacoli come massi, rifiuti ed altri elementi artificiali saranno gestiti in accordo con la normativa vigente.

Al termine dei lavori, l'area di cantiere deve essere ripulita e in condizioni opportune per la prosecuzione delle attività.

2.4.2 Materiale escavato

Il materiale proveniente dagli scavi, opportunamente selezionato, dovrà essere riutilizzato all'interno del cantiere stesso per riempimenti o altro. Per tali materiali, l'appaltatore provvederà al carico, trasporto e scarico, nonché alla sistemazione nelle aree di stoccaggio.

Il materiale proveniente dagli scavi, nel caso non sia ritenuto adatto ad altri impieghi in cantiere, deve essere allontanato dallo stesso. L'Appaltatore deve inoltre provvedere alla caratterizzazione del materiale escavato in ottemperanza alle leggi in vigore. In ogni caso, il materiale depositato non deve arrecare danno ai lavori, alle proprietà private né impedire il libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Si deve applicare il seguente criterio per lo stoccaggio del terreno in sito:

- Lo strato corticale, vegetato, deve essere depositato in condizione sciolta, in mucchi con altezza massima pari a 4,5 metri; la profondità minima di scavo riferita al terreno corticale è di 45 cm; il terreno, nel caso di riutilizzi, deve essere ripulito dalla vegetazione e poi stoccato come appena illustrato;
- Lo strato di terreno non vegetato può essere stoccato in strati successivi, aventi pendenza pari all'angolo di attrito del terreno stesso.

Sempre basandosi sulla classificazione dei terreni, la frazione classificate come rifiuto dovrà essere stoccata in maniera sicura e permanente in sito oppure conferita in discarica autorizzata.

2.4.3 Scavi di sbancamento ed assimilabili con mezzo meccanico

Sono scavi di sbancamento quelli ubicati al di sopra del piano indicato nei disegni di progetto o da altro documento contrattuale come “piano di sbancamento”.

Sono da considerare “assimilabili” a quelli “di sbancamento” gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la preparazione dei piani per la realizzazione di gabbionate, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il “piano di sbancamento” prima definito od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive.

La gradonatura dei piani di posa dei rilevati deve avere una profondità media di 40 cm e deve essere effettuata previo taglio dei cespugli e l’estirpazione delle ceppaie.

Sono inoltre da considerarsi “assimilabili” a quelli “di sbancamento” gli scavi da effettuare, per l’allargamento e la riprofilatura, ove necessario al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

Gli scavi di sbancamento e assimilabili devono essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L.

2.4.4 Scavi relativi alle fondazioni degli aerogeneratori

Questi scavi devono essere iniziati al termine di quelli relativi alle piazzole nell’intorno degli aerogeneratori. Le caratteristiche geometriche dovranno essere coerenti con i documenti progettuali.

Non verranno considerati volumi scavati da parte dell’Appaltatore oltre a quelli indicati negli elaborati progettuali.

Il fondo dello scavo dovrà essere preparato, compattato e sottoposto a opportuni test per verificarne le proprietà, dovrà inoltre essere piano e privo di materiale sciolto per permettere l’esecuzione di prove geotecniche in sito e la gettata di fango senza causare disturbo alla superficie portante.

Una volta realizzate le opere di fondazione, la porzione di scavo che resterà vuota sarà riempita e costipata tramite il materiale naturale.

2.4.5 Scavi a sezione obbligata

Sono da considerarsi scavi a sezione obbligata quelli necessari per la realizzazione della posa di cavidotti, le fognature, i drenaggi, le gabbionate etc.

Questi scavi devono essere realizzati a pareti oblique; previo benestare da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (C.S.E.), quando non diversamente possibile, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti verticali. In ogni caso, l'Appaltatore è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza.

Sarà a carico dell'Appaltatore il ripristino dei luoghi in caso di eventi franosi legati alle pareti degli scavi obbligati, l'Appaltatore è inoltre responsabile dei danni derivati da tali eventi.

2.4.6 Scavi con strumenti manuali

Gli scavi realizzati mediante utensili manuali, quindi senza l'utilizzo di mezzi meccanici, devono essere realizzati quando non è possibile procedere altrimenti, oppure quando è necessario che questi siano realizzati con particolare cura e precisione per non arrecare danno a manufatti presenti.

2.4.7 I trovanti

I trovanti di roccia di volume superiore a 0,5 m³ devono essere ridotti di dimensione fino a consentirne il trasporto alla discarica e gli oneri relativi a tali operazioni sono da considerarsi compensati.

Massi erratici rinvenuti all'interno dello scavo che non raggiungono il volume di 0,5 m³ non sono considerati trovanti; nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'Appaltatore per la loro asportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso del martello demolitore.

Analogamente non sono considerati trovanti i blocchi di roccia, di volume anche superiore a 0,5 m³, derivanti da eventuali precedenti operazioni di frantumazione meccanica di banchi di roccia.

2.5 Reinterro

Gli scavi di fondazione in generale, quelli per le fognature, i cavidotti, le canalizzazioni etc., che non sono occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata devono essere riempiti fino

alla quota prevista dagli elaborati di progetto, utilizzando i materiali provenienti dagli scavi, se vengono considerati idonei dalla D.L.; solo in casi particolari la D.L. può disporre l'esecuzione dei rinterri con materiale diverso da quello proveniente dagli scavi, precisandone tipo e provenienza.

2.5.1 Rinterri con compattazione

Tale attività prevede la posa e compattazione del terreno in strati in uno scavo, in accordo con quanto riportato nei paragrafi precedenti, con idonei materiali di scavo o materiali di cava forniti dall'Appaltatore e in conformità alla normativa vigente.

2.5.2 Rinterri senza compattazione

Questa attività prevede il posizionamento del terreno riempiendo un'area scavata senza compattazione e lasciandola stabilizzare sul proprio peso. Lo scarico dei materiali deve avvenire in modo da evitare fratture nel suolo sottostante.

La differenza di elevazione tra le aree di lavoro adiacenti e la pendenza di riempimento devono essere in accordo alla normativa vigente.

2.5.3 Rientro di scavi precedenti (backfilling)

Questa attività riguarda il posizionamento e la compattazione del terreno in strati per ripristinare l'area scavata secondo quanto stabilito nella documentazione progettuale. Il materiale per il riempimento può essere lo stesso di quello scavato purché soddisfi i requisiti di progettazione come da normativa vigente.

Per le fondazioni di turbine eoliche, la compattazione sulle fondazioni deve essere eseguita dopo 7 giorni dal getto del calcestruzzo o una volta raggiunto il 70% della resistenza a compressione del calcestruzzo.

2.6 PAVIMENTAZIONI STRADALI

2.6.1 Scarificazione

La scarificazione delle strade e dei piazzali esistenti deve essere eseguita con mezzi meccanici o utensili manuali, rimuovendo la rifinitura superficiale (ed eventuale strato bituminoso e manto d'usura) alla profondità adeguata al posizionamento del materiale di base inerti.

La scarificazione deve essere eseguita senza arrecare danno alle strutture esistenti rilevanti per i lavori stradali (scarichi, tombini, pozzetti, canali, ecc.).

Il materiale derivante dall'operazione di scarificazione dovrà essere prelevato dal sito e conferito alle discariche autorizzate o agli impianti di recupero indicati dall'Appaltatore.

2.6.2 Sottofondo stradale e piazzole delle gru

Le piattaforme delle gru e il sottofondo stradale devono essere conformi alle precedenti sezioni riguardo le opere in terra, indipendentemente dal fatto che la sezione trasversale della piattaforma della gru o della strada si trovi su uno scavo o un terrapieno.

Una tipica sezione stradale costituita da sottofondo stradale, strato di rifinitura, strato bituminoso (o binder) e manto d'usura è presentata nella figura successiva:

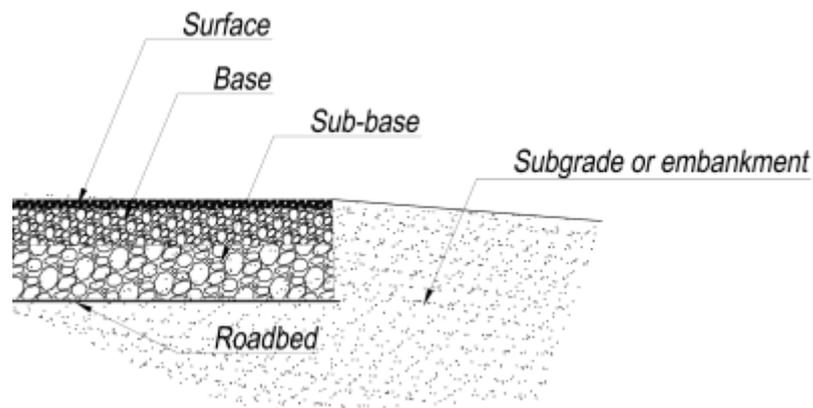


Figura 3-1: Sezione-tipo stradale con sottofondo.

Il sottofondo stradale (roadbed) e la rifinitura superficiale (sub-base) potrà consistere del terreno esistente dopo la rimozione del terriccio o dopo lo scavo generale o in alternativa sulla sommità del terrapieno.

Il sottofondo potrà essere evitato qualora la resistenza dello strato deputato a sostituirlo sia adeguata. In alcuni casi, potrebbe essere necessario uno strato bituminoso (binder) e il manto d'usura.

La compattazione di ogni strato deve essere eseguita con un apposito rullo per raggiungere i limiti di compattazione specificati negli elaborati progettuali e secondo le procedure indicate nella sezione dedicata alle opere in terra.

2.6.3 Stabilizzazione mediante calce

Il trattamento con calce si riferisce alla miscelazione del terreno con calce (rapida o idratata), in dosaggi predeterminati per modificare le proprietà fisiche e meccaniche del terreno attraverso reazioni chimiche.

La stabilizzazione della calce richiede condizioni climatiche favorevoli per consentire alle reazioni tra terreno e calce di ottenere il successivo indurimento. In nessun caso la calce idrata deve essere mescolata al terreno congelato.

Se esistono condizioni di gelo durante la stabilizzazione della calce, lo strato di base deve essere ricompattato il giorno successivo e il giorno successivo nel caso in cui le condizioni di gelo persistano durante la notte.

La stabilizzazione del terreno con calce non deve essere eseguita in caso di pioggia, vento forte che spingerebbe via la calce pavimentata, e in presenza di acqua sulla superficie del terreno da trattare.

In situazioni in cui il terreno è saturo e il livello dell'acqua è al di sopra del suolo, la disidratazione deve essere eseguita per abbassare il livello dell'acqua durante la stabilizzazione della calce.

2.6.3.1 Standard di riferimento

Dovranno essere applicati i seguenti standard, nella loro versione più recente:

- ASTM D2974 – Determinazione del contenuto organico del suolo;
- ASTM D1883 – Determinazione del CBR per terreni compattati in laboratorio;
- ASTM D4429 - Determinazione del CBR in sito dei suoli;
- ASTM D6938 – Determinazione della densità in sito e del contenuto d'acqua dei terreni;
- AASTHO T99 – Prove di laboratorio standard per la compattazione dei suoli e la densità;
- ASTM D4318 – Determinazione dei Limiti di Atterberg;
- ASTM D3155 - Metodo di prova standard per il contenuto di calce di miscele suolo-calce non polimerizzate.

Questo elenco non è da intendersi esaustivo della normativa vigente per quanto riguarda questa tipologia di trattamenti.

2.6.3.2 Fasi di realizzazione

La calce deve essere consegnata con camion dotati di sistema di scarico pneumatico e stoccata in appositi silos dotati di filtri raccogli polveri durante il carico.

La calce sfusa deve essere stoccata almeno in due silos separati, ciascuno con una capacità di stoccaggio corrispondente ad una giornata lavorativa.

Il tempo di conservazione in cantiere non deve superare i 5 giorni (Fonte: USACE Lime Stabilization Guideline). La calce immagazzinata in sacchi va conservata al chiuso, al riparo da umidità, pioggia e acqua stagnante, su apposite piattaforme che la separano dal suolo o su superfici asciutte (cemento o asfalto).

La stabilizzazione della calce prevede diversi passaggi:

- Pulizia del suolo, smantellamento e rimozione della vegetazione;
- Scarificazione e polverizzazione iniziale;
- Spalmatura di calce;
- Miscelazione;
- Compattazione e finitura degli strati.

Per quanto riguarda la fase di pulizia del suolo/smantellamento e rimozione della vegetazione, si fa riferimento a quanto specificato nelle sezioni apposite.

La fase di scarificazione e polverizzazione consiste nello scarificare e polverizzare il materiale e rimuovere eventuali grumi di terreno di dimensioni inopportune, da stabilirsi in fase di progettazione esecutiva. Se il terreno da trattare è troppo secco, è necessario inumidirlo aggiungendo un'adeguata quantità di acqua. La bagnatura deve essere eseguita prima della polverizzazione e l'Appaltatore deve garantire che il processo di bagnatura copra uniformemente l'intero strato di terreno da trattare. Dopo la bagnatura, il contenuto di acqua nel terreno deve essere misurato in diversi punti e profondità. L'applicazione della calce può iniziare solo se il contenuto d'acqua misurato rientra in un intervallo di $\pm 2\%$ entro il contenuto di umidità ottimale, WOMC. Se il contenuto di umidità del terreno non trattato è variabile o superiore al limite specificato, deve essere miscelato e lasciato asciugare prima dell'applicazione della calce.

Nella fase in cui viene spalmata la calce, il dosaggio di quest'ultima non deve essere inferiore a quello ottimale stabilito dai test di laboratorio. La calce deve essere applicata solo sulla superficie lavorata/preparata e il trattamento con calce su una particolare sezione deve essere completato

nello stesso giorno. La quantità di calce dovrebbe essere monitorata quotidianamente verificando la coerenza con le specifiche di progetto. La calce sfusa deve essere applicata mediante uno spandiconcime volumetrico regolato in funzione della velocità di alimentazione e dotato di un dispositivo che regola il dosatore volumetrico a peso con una certa velocità e precisione. Sono preferiti spargitori volumetrici automatici che visualizzano il dosaggio nel tempo. In una giornata lavorativa, la calce dovrebbe essere distribuita su una superficie tale da ottenere un'applicazione completa della calce per la sezione di strada da stabilizzare. Durante l'applicazione della calce sfusa, l'Appaltatore deve calibrare la macchina spargitrice all'inizio della giornata lavorativa.

Per quanto riguarda la fase della miscelazione, calce e terriccio devono essere miscelati con una serie di passate utilizzando attrezzature idonee (es. Un Pulvimixer), fino a ridurre tutte le zolle di terreno a dimensioni adeguate in modo tale che la frazione limo-argilla passi attraverso un setaccio da 25 mm. Il mescolatore utilizzato deve essere del tipo a rotore e può essere semovente o trainato. I metodi di miscelazione individuati durante la prova sul campo determineranno il numero minimo di passaggi effettuati ad una data velocità di avanzamento per consentire una distribuzione uniforme della calce. L'uniformità della miscela suolo-calce deve essere controllata visivamente per il colore e l'assenza di grumi utilizzando indicatori adatti come la fenolftaleina (Fonte: National Lime Association Construction Manual).

Infine, nella fase di compattazione e finitura degli strati, le specifiche geotecniche della miscela terreno-calce determineranno la scelta del rullo. I dettagli relativi a questa fase saranno definiti in conformità alla normativa vigente e agli standard adottabili.

2.6.3.3 *Test, requisiti dei materiali e verifiche della qualità*

I test da svolgere, i requisiti posseduti dai materiali e le verifiche relative alla qualità dei risultati saranno condotti in conformità alla normativa vigente.

2.6.4 **Stabilizzazione mediante cemento**

Si dovranno applicare i seguenti standard, nelle versioni più recenti:

- ASTM D2974 – Determinazione del contenuto organico del suolo;
- ASTM D1883 – Determinazione del CBR per terreni compattati in laboratorio;
- ASTM D4429 – Determinazione del CBR in sito dei terreni;
- ASTM D6938 – Determinazione della densità in sito e del contenuto d'acqua per i terreni;

- AASTHO T99 – Prove di laboratorio standard per la compattazione dei suoli e la densità;
- ASTM D4318 – Determinazione dei Limiti di Atterberg;
- ASTM C150 - Specifiche standard per il cemento Portland;
- ASTM D558 - Metodi di prova standard per le relazioni umidità-densità (peso unitario) delle miscele suolo-cemento.

2.6.4.1 Fasi di realizzazione

La stabilizzazione del cemento prevede le seguenti fasi:

- Pulizia del suolo e rimozione della vegetazione;
- Scarificazione e polverizzazione iniziale;
- Spalmatura del cemento e miscelazione;
- Posizionamento e compattazione

Le fasi di pulizia e scarificazione/polverizzazione ricalcano le fasi omonime specificate nel paragrafo dedicato alla stabilizzazione mediante calce.

Per quanto riguarda la spalmatura del cemento, il contenuto di umidità del suolo deve essere mantenuto tra l'uno per cento al di sotto e due punti percentuali al di sopra dell'umidità ottimale o deve essere mantenuto entro l'intervallo stabilito dall'ingegnere. Le quantità di cemento sono espresse come percentuale del peso secco del terreno.

Infine, la compattazione deve continuare fino a quando l'intera profondità della miscela è uniformemente compattata. La compattazione deve avvenire entro 4 ore dall'aggiunta di acqua al materiale miscelato secco.

2.6.4.2 Test, requisiti dei materiali e verifiche della qualità

I test da svolgere, i requisiti posseduti dai materiali e le verifiche relative alla qualità dei risultati saranno condotti in conformità alla normativa vigente.

2.7 OPERE DI DRENAGGIO

Quale che sia la tipologia di opera di drenaggio in oggetto, è compito dell'Appaltatore assicurarsi che tale opera sia realizzata mediante materiali compatibili con il terreno in sito. In generale, il sistema di drenaggio deve essere conforme alla normativa vigente.

2.7.1 Drenaggio superficiale

La realizzazione del drenaggio superficiale consiste di quattro fasi:

- Scavi di trincee;
- Posizionamento di geotessile;
- Posizionamento tubo di drenaggio (ove applicabile);
- Riempimento della trincea.

L'efficienza dei sistemi di drenaggio deve essere verificata periodicamente agli impianti di scarico.

Per drenare lo strato superficiale quando il fondo della trincea è già stato ricoperto di geotessili, può essere installato un tubo per raccogliere e convogliare l'acqua che defluisce in uscita.

Le dimensioni del tubo di drenaggio devono essere conformi alla documentazione di progetto. Deve essere mantenuta la continuità della pendenza di scarico, senza contropendenze e / o sporgenze tra sbarre consecutive.

2.7.1.1 Scavo di trincee ed impiego di geotessili

Le trincee devono essere realizzate scavando la sezione richiesta come da progetto. Quando il sistema di drenaggio interessa aree con rilevati, lo scavo di trincee deve seguire la rimozione del terriccio in tutta l'area del rilevato.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà garantire che l'area scavata sia priva di acqua per evitare il collasso laterale.

Il dimensionamento del canale sotterraneo o del canale deve essere conforme alla documentazione di progetto.

Nella trincea deve essere previsto un geotessile con funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del drenaggio, con la dovuta cura e tutte le precauzioni necessarie.

2.7.2 Fossi di drenaggio lato strada

Lungo le strade devono essere costruiti fossati di drenaggio.

L'Appaltatore dovrà soddisfare schemi, dimensioni, profili di sezione trasversale e tipi di materiali come da progetto.

Per quanto riguarda la preparazione dei sottofondi e delle sezioni trasversali mediante rimozione del terriccio, attività generali di scavo e relativo smaltimento dei materiali del terreno di scavo, si deve far riferimento alle prescrizioni contenute nella sezione riguardante gli scavi e a quanto concordato nella fase di progettazione esecutiva.

2.7.3 Tubi drenanti

I tubi di drenaggio possono essere installati a coppie in un geotessile non tessuto che funge da filtro fabbricato, o prefabbricati dal produttore del tubo.

Devono essere evitati danni durante il trasporto, il carico e lo scarico dei tubi di scarico in PVC. Questi devono poi essere conservati al riparo dalla luce solare diretta in cantiere. Infine, l'installazione deve avvenire secondo i requisiti progettuali

La scelta della tipologia di tubo verrà effettuata in base alla normativa vigente.

Infine, per quanto concerne la realizzazione degli scavi, la rimozione del materiale e lo smaltimento del terreno che non verrà riutilizzato, si rimanda al paragrafo contenente le prescrizioni sugli scavi.

2.8 MATERIALI GEOSINTETICI

Per quanto riguarda i materiali geotessili, questi devono essere consegnati in cantiere nella loro confezione originale con etichette, secondo le normative ASTM D4873 / EN ISO 10320 insieme alle schede tecniche del produttore indicanti le principali specifiche e le istruzioni per una corretta installazione.

I materiali devono essere immagazzinati in cantiere nella loro confezione originale ed essere protetti dalle intemperie e deve essere evitata l'esposizione alla luce solare diretta.

2.8.1 Geotessuti

I geotessili devono essere costituiti da tessuto in fibra di polipropilene (PP) o tessuto non tessuto in fibra di poliestere con fili continui uniti meccanicamente, senza l'utilizzo di adesivi o componenti chimici.

I geotessili permeabili (tessuti e non tessuti) non devono decomporsi e devono essere atossici. Se vengono utilizzate fibre sintetiche, devono avere una buona resistenza alla temperatura, agli agenti chimici e ai raggi UV.

Il tipo, il materiale, il peso (massa per unità di superficie (peso)), le proprietà fisiche, meccaniche e idrauliche del materiale geotessile devono essere conformi alla documentazione progettuale.

Il geotessile di separazione (normalmente avente un peso minimo di 300 g/m²) dovrà essere posizionato dopo lo scavo sopra il fondo stradale compattato, in modo da separare il sottostrato dal suolo originario. In caso di rilevati, in base al tipo di terreno utilizzato per il rilevato, il geotessile può essere interposto tra rilevato e sottofondo o in alternativa al fondo del rilevato.

L'Appaltatore può unire le lastre per sovrapposizione se la continuità del geotessile è richiesta solo dal punto di vista idraulico e in condizioni di lavoro particolari (sottostrato omogeneo e scarsamente deformabile), oppure mediante cucitura quando è richiesta continuità meccanica o il terreno è altamente deformabile.

Il tipo di filo utilizzato e la lunghezza del punto devono essere compatibili con il tipo di geotessile e consentire prestazioni simili a quelle del geotessile integrale.

2.9 TRATTAMENTI DEL TERRENO

Il primo passo nella definizione di eventuali trattamenti a cui sottoporre il terreno è valutarne le condizioni generali.

Per valutare le condizioni generali del terreno, l'Appaltatore è dotato di indagini geologiche stratigrafiche condotte presso o in prossimità dei siti nella fase del progetto esecutivo. Il terreno dovrà essere trattato evitando l'alterazione delle condizioni idrologiche nelle zone adiacenti alle aree trattate. Devono essere evitate modifiche alle condizioni di deformazione e sollecitazione delle strutture vicine. La procedura non deve provocare movimenti irregolari del suolo.

La distribuzione delle forature (spaziatura, profondità, lunghezza e diametro) può variare durante il lavoro e può richiedere l'utilizzo di strumenti e materiali diversi.

Ogni foro praticato nella roccia deve essere accuratamente pulito con acqua pressurizzata. Se durante la pulizia si trovano dei fori di collegamento, la pulizia deve continuare fino a quando i fori non sono completamente puliti e liberi dall'acqua nei fori. I detriti di perforazione devono essere rimossi, raccolti e smaltiti. Prima di iniziare le attività di trattamento del suolo, l'Appaltatore deve eseguire il jet-grouting di prova sul campo, o iniezioni, o pilastri in aggregato speronato insieme alle pertinenti prove preliminari sul campo, e presentare un rapporto che dettaglia la configurazione operativa del trattamento, i parametri di perforazione e getto, composizione della miscela.

2.9.1 Jet grouting

Il jet grouting è una tecnica utilizzata per la modifica o il miglioramento del terreno. Viene eseguita utilizzando fluidi ad altissima pressione o leganti che vengono iniettati nel terreno ad alta velocità attraverso una serie di ugelli situati sopra la punta del trapano. I leganti si rompono e si mescolano con le particelle di terreno circostanti per creare una massa omogenea, che a sua volta si solidifica.

Il getto deve essere eseguito contemporaneamente all'estrazione del monitor jet grout durante la formazione suolo-creta. Lo spazio anulare tra la superficie del foro cilindrico e le aste deve essere privo di particelle di polvere o ostruzioni per garantire il flusso del materiale e per evitare/ridurre al minimo la contropressione con conseguente sollevamento del terreno. In caso di discrepanze durante il trattamento, l'Appaltatore dovrà condurre i necessari controlli sul campo e di conseguenza adattare e mettere a punto il metodo di perforazione e / o getto.

In caso di jet grouting in aree adiacenti a strutture dove sono vietate deformazioni eccessive del terreno, devono essere effettuati periodicamente misurazioni sistematiche di livellamento di precisione e di immersione per verificare eventuali movimenti durante il lavoro. La sequenza di trattamento deve essere impostata prima dell'inizio della giornata lavorativa e la sequenza deve garantire che vi sia un disturbo minimo alle colonne precedentemente create. Per i trattamenti destinati a sostenere le fondazioni, la parte terminale (porzione superiore) del terreno consolidato deve essere rimossa per la profondità indicata. I parametri operativi devono essere misurati in continuo per ciascuna colonna di terreno trattato. Le apparecchiature di perforazione e getto devono essere collegate mediante trasduttori calibrati a un registratore che consenta la registrazione continua. La pressione e la coppia sulle aste, la pressione di perforazione e il flusso del fluido, l'avanzamento della punta devono essere registrati durante la perforazione mentre la pressione e il flusso dell'acqua, la densità della miscela acqua-cemento, la pressione e il flusso della miscela di getto, la pressione dell'aria e la risalita del monitor del getto devono essere registrati durante il getto.

Durante l'esecuzione devono essere effettuati i seguenti controlli:

- registrazione delle quantità iniziali e finali di ogni singolo trattamento;
- registrazione automatica e sincrona dei parametri operativi di perforazione e getto;
- consumo di materiale da getto.

2.9.1.1 Perforazione per l'iniezione

Per quanto riguarda la perforazione preliminare deve essere adottato il sistema di rotazione o percussione rotante scelto in base alla natura del terreno. L'Appaltatore dovrà rispettare tutti i requisiti di tolleranza stabiliti dal progetto.

2.9.1.2 Prove

L'Appaltatore dovrà effettuare dei jet grouting di prova per stabilire la procedura dettagliata e i materiali da adottare. Dovranno comunque essere applicati i requisiti stabiliti dal progetto. Per quanto riguarda le prove in campo, salvo diversa indicazione nella documentazione progettuale, dovranno essere effettuate due prove di resistenza a compressione per ciascuna colonna, i provini da inviare a prova di rottura devono essere preparati in fase di costruzione e stagionati secondo le relative indicazioni. Per verificare la continuità, l'omogeneità, le dimensioni e le proprietà meccaniche, possono essere richiesti test come core sample, test geofisici e test di carico. Il carotaggio deve essere continuo per tutta la profondità della colonna in corrispondenza dell'asse centrale e almeno in due punti vicini al diametro teorico della colonna, con frequenza come da documentazione di progetto. Dopo la raccolta dei campioni di carote di campo, i fori devono essere riempiti con boiaccia della stessa resistenza. I campioni devono essere inseriti in contenitori di PVC opportunamente sigillati e inviati a un laboratorio per le seguenti prove: determinazione del peso unitario, prove di compressione uniassiali non confinate, prove per determinare la permeabilità solo per trattamenti impermeabilizzanti. Quando lo scopo del trattamento è quello di rendere il terreno impermeabile, possono essere eseguiti test di permeabilità in sito per determinare il coefficiente di permeabilità per i campioni di terreno raccolti. Qualora dalle prove sul campo risultino che il trattamento non è conforme ai requisiti, in termini di continuità e/o omogeneità e/o permeabilità, saranno effettuati presso l'Appaltatore i trattamenti aggiuntivi necessari per soddisfare le specifiche e la ripetizione o ulteriori attività di collaudo a proprie spese. Entro 30 giorni dalla fine del lavoro, l'Appaltatore dovrà fornire la documentazione completa del lavoro. Per le prove di jet grouting in campo, l'Appaltatore dovrà eseguire le prove in base ai requisiti della documentazione di progetto. L'esposizione della testa della colonna può essere richiesta per verificare le procedure di costruzione.

2.9.2 Chemical grouting

Quando si adotta il Chemical Grouting, devono essere utilizzati sistemi ed apparecchiature omologate in grado di iniettare miscele ad alta densità con aggregati di varie dimensioni, entro le

quantità e le tempistiche richieste. L'apparecchiatura deve consentire la preparazione e l'iniezione di variazioni nelle quantità di impasto quando si riscontrano variazioni impreviste delle condizioni del terreno. Preparare le miscele per eliminare i grumi e mescolare costantemente fino al getto. Le linee di alimentazione devono essere predisposte in modo che, in cantiere, consentano un facile trasporto della miscela a tutti i punti di getto. Le miscele verranno preparate utilizzando sistemi automatici o semiautomatici costituiti dai seguenti elementi principali:

- Bilance elettroniche per componenti solidi e liquidi;
- Mescolatore primario ad alta turbolenza (min. 1500 giri / min), che garantisce la massima diffusione della miscela nell'acqua e la perfetta miscelazione dei materiali e delle sostanze utilizzate;
- Vasca di miscelazione secondaria.

In particolari condizioni, la miscela può essere trasportata tra il sistema di preparazione e vari sistemi di aspirazione mediante unità mobili dotate di appositi serbatoi. Per distribuire la miscela dal sistema di preparazione ai vari fori di getto saranno utilizzati tubi di plastica o metallici con dimensioni e specifiche meccaniche adeguate alle pressioni e ai flussi di getto.

2.9.2.1 Perforazioni per l'iniezione

Oltre a quanto appena introdotto, devono essere utilizzate attrezzature rotanti o percussioni rotanti selezionate in base alla natura del terreno o della roccia. I fori devono essere perforati senza alterare le condizioni del materiale circostante. La perforazione deve essere eseguita utilizzando una quantità minima di acqua o mediante circolazione di jet grouting.

La dimensione del foro dovrà essere proporzionale al diametro dell'eventuale tubo del getto e allo spessore della "guaina" e, in ogni caso, dovranno essere rispettati i diametri minimi fissati nel progetto.

Dopo la perforazione, i detriti nel foro o il fluido di perforazione devono essere rimossi estendendo la circolazione del fluido fino a completa pulizia. Per quanto riguarda i metodi di iniezione, la perforazione può essere eseguita in fasi successive. Inoltre, possono essere immediatamente portati alla massima profondità prevista o eseguiti in fasi progressive.

I fori già gettati nella fase precedente dovranno essere rifatti quando la miscela precedentemente iniettata sarà consolidata. In ogni caso, i fori dovranno essere rifatti con la stessa attrezzatura usata

per la perforazione.

2.9.2.2 *Tecniche realizzative*

Sono disponibili diversi metodi per la realizzazione del chemical grouting. L'Appaltatore dovrà realizzare delle iniezioni di prova per definire le procedure dettagliate e le proprietà dei materiali che dovranno essere impiegati.

Una volta scelta la specifica tecnica realizzativa, si dovranno concordare, nel rispetto della normativa vigente, le prescrizioni a cui questa dovrà sottostare.

2.9.2.3 *Materiali impiegati*

I materiali utilizzati per l'iniezione devono essere acqua, sabbia, cemento, silicato di sodio, reagenti minerali o organici, resina e catalizzatori pertinenti. La bentonite può essere utilizzata come additivo.

I Prodotti usati devono rimanere stabili e non inquinare i terreni circostanti. L'Appaltatore dovrà fornire le specifiche del materiale per ciascuno dei materiali costituenti per l'approvazione. Il tipo e la frequenza dei controlli e delle prove devono essere eseguiti come da documentazione di progetto.

2.9.2.4 *Prove*

Per quanto riguarda i test sulle iniezioni durante l'esecuzione, le prove sul campo possono prevedere l'esecuzione di carote e/o prove geofisiche nel terreno trattato, per verificarne la continuità, l'omogeneità e le proprietà meccaniche.

Il carotaggio deve essere continuo lungo le posizioni e con frequenza come da documentazione di progetto. Dopo la raccolta dei campioni di carote di campo, i fori devono essere riempiti con materiale di miscela della stessa resistenza. I campioni devono essere inseriti in contenitori di PVC adeguatamente sigillati e inviati a un laboratorio per le prove.

Se le prove sul campo indicano che il trattamento non è conforme al progetto, per mancanza di continuità e/o omogeneità e/o permeabilità, i trattamenti aggiuntivi richiesti per soddisfare le specifiche saranno eseguiti a proprie spese.

Per le iniezioni sul campo di prova, l'Appaltatore dovrà eseguire le prove in base ai requisiti della documentazione di progetto. Se i risultati di tali controlli non sono soddisfacenti, all'Appaltatore può

essere chiesto di eseguire ulteriori indagini per garantire la continuità e l'idoneità del trattamento.

2.10 STRUTTURE IN CLS

I requisiti di questo capitolo devono essere considerati in aggiunta ai requisiti previsti dalle leggi e dagli standard pertinenti. L'Appaltatore dovrà soddisfare i requisiti di progettazione e le linee guida menzionate nella presente specifica per tutte le strutture in calcestruzzo.

2.10.1 Classificazione degli impianti di produzione del cls

Gli impianti per la produzione di calcestruzzo vengono classificati come segue, in base alle tecnologie adottate:

- CLASSE A - Impianto fisso per calcestruzzo che produce con processo industrializzato, dotato di impianti, strutture, tecnologie e sistema FPC, il tutto implementato secondo ISO 9001: 2008 e certificato da un Istituto di Certificazione accreditato. Nella certificazione devono essere inclusi il sistema FPC e le elaborazioni statistiche, con particolare riferimento alla frequenza e alle tipologie dei controlli. L'impianto di betonaggio deve disporre di un sistema di controllo automatico, strumenti appropriati, personale qualificato per controllare, valutare e regolare la qualità e le proprietà del prodotto;
- CLASSE B - Impianto di betonaggio fisso o mobile che produce con processo industrializzato, dotato di impianti, strutture, tecnologie e sistema FPC, il tutto implementato secondo ISO 9001: 2008 ma non necessariamente certificato da un Istituto di Certificazione accreditato. Gli impianti di calcestruzzo mobili devono sempre essere considerati impianti di Classe B.

L'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni a EVO S.r.l. prima dell'inizio dei lavori:

- Struttura organizzativa dell'impianto di betonaggio, inclusa l'esperienza dei tecnici;
- Certificazione relativa a SGQ e FPC, secondo la classe dell'impianto di betonaggio;
- Caratteristiche dell'impianto di betonaggio e delle strutture di stoccaggio delle materie prime (l'Appaltatore dovrà fornire la relativa certificazione al fine di

verificare se il sistema informatico per la gestione dei carichi negli impianti automatizzati è protetto da modifiche che possono pregiudicare il rispetto di una produzione qualificata di mix design);

- Risultati delle ispezioni e tarature delle apparecchiature dell'impianto (bilance e sistemi di dosaggio per componenti di miscela);
- Procedure per la gestione delle non conformità;
- Procedure di dosaggio, miscelazione e posa di calcestruzzo strutturale e non strutturale;
- Materiali cementizi selezionati, fornendo i dati come da standard applicabili e in accordo con le sezioni seguenti di questo elaborato e con quanto stabilito per fase esecutiva;
- Contatti dell'agenzia di test, elenco delle apparecchiature e relative ispezioni/tarature, inclusi i risultati delle prove di qualificazione;
- Elenco dei mix-design qualificati, secondo ACI 301 sezioni 4.1.2.1 e 4.1.2.2, conformi ai requisiti di progetto;
- Per ciascun mix-design proposto, risultati delle prove di qualificazione su miscele di calcestruzzo fresco e indurito (registrazioni delle prove di resistenza e / o risultati delle miscele di prova, secondo ACI 318 sezione 5.3 e ACI 301 sezione 4.2.3);
- Procedure di controllo statistico applicate per verificare l'uniformità della resistenza alla compressione e la deviazione standard.

La responsabilità per l'impianto di calcestruzzo spetta all'Appaltatore in ogni momento.

2.10.2 Miscela di calcestruzzo

Il calcestruzzo è una miscela di cemento e materiali inerti mescolato con acqua per creare un materiale in pasta che si indurisce nel tempo attraverso diverse reazioni chimiche. La miscela di calcestruzzo proporzionata deve essere in grado di raggiungere una durata e una resistenza adeguate come da progetto.

2.10.2.1 Rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua cemento deve soddisfare i requisiti progettuali e la normativa vigente in materia.

2.10.2.2 Resistenza a compressione e classe di esposizione

Il calcestruzzo per le strutture deve soddisfare i criteri per la resistenza a compressione a 28 giorni, nonché la classe di esposizione, in accordo con quanto contenuto nella documentazione progettuale e la normativa e gli standard vigenti.

Se non indicato diversamente, la resistenza a compressione del calcestruzzo deve essere almeno pari a 3500 psi.

2.10.2.3 Calcestruzzo non strutturale

Il calcestruzzo non strutturale deve soddisfare i requisiti contenuti nella documentazione progettuale, nella normativa vigente e negli standard, e deve ricevere l'approvazione.

2.10.3 Prove da eseguire sulle miscele

2.10.3.1 Prove sulle miscele di calcestruzzo e sui materiali

Per ogni tipo di calcestruzzo utilizzato nel progetto, l'Appaltatore dovrà predisporre il mix-design certificato da un ingegnere professionista prima dell'inizio dei lavori in calcestruzzo. Inoltre, eventuali modifiche sostanziali devono essere approvate prima di iniziare i lavori.

2.10.3.2 Prove sul calcestruzzo precedenti alla costruzione

In base alla tipologia dell'impianto di provenienza del calcestruzzo:

- Se l'impianto di betonaggio è di Classe A, la miscela proposta soddisfa i requisiti di resistenza contenuti nella documentazione progettuale, non sono richieste prove ulteriori sulle miscele stesse. Tuttavia EVO S.r.l. si riserva il diritto di richiedere all'Appaltatore un test della miscela di prova;
- Se l'impianto di betonaggio è di Classe B, l'Appaltatore dovrà qualificare i progetti di miscelazione proposti mediante test sulla miscela di prova, in base ai requisiti determinati e alla documentazione progettuale e a quanto segue nel presente documento.

Le seguenti prescrizioni sono valide per le varie tipologie di prove

- Prove sui materiali componenti il calcestruzzo: indipendentemente quanto appena illustrato, l'Appaltatore dovrà controllare le materie prime proposte (cemento, aggregati, acqua e additivi), valutare la loro conformità secondo i requisiti indicati nelle presenti specifiche e/o nella documentazione di progetto. Le prove su cemento, aggregati, acqua e additivi devono essere eseguite in conformità alla normativa e agli standard applicabili e a quanto segue in questo documento. Le certificazioni devono essere rilasciate a EVO S.r.l. per l'approvazione insieme alla documentazione del mix design;
- Test sulle miscele di prova: in questi casi (impianti di Classe B o quanto richiesto) e se non diversamente indicato dal progetto, per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo, l'Appaltatore dovrà produrre miscele di prova la normativa e gli standard vigenti. Inoltre, per ogni calcestruzzo omogeneo (della stessa classe e consistenza), l'Appaltatore dovrà proporre e preparare almeno tre differenti miscele, aventi differenti combinazioni dei materiali grezzi certificati in conformità con la documentazione di progetto. Se non diversamente specificato nella documentazione di progetto, il rapporto acqua / cemento non deve essere superiore a 0,45 per il calcestruzzo strutturale. Deve essere preparato un numero sufficiente di campioni per coprire tutte le prove richieste per ciascuna miscela proposta. La polimerizzazione e la preparazione dei campioni devono essere conformi alla normativa e ai codici vigenti. Il campionamento del calcestruzzo e le prove di resistenza devono essere conformi alla normativa e ai codici vigenti. I cilindri di prova devono essere rotti almeno nella seguente sequenza, 2 a 3 giorni, 2 a 7 giorni, 2 a 28 giorni e 2 campioni preservati per eventuali test futuri (se non diversamente richiesto nella documentazione di progetto / progetto).

Per ogni miscela è richiesto lo slump test. L'Appaltatore inizierà la fase di Costruzione dopo che i 28 giorni di interruzione mostrano che i requisiti di progetto sono stati soddisfatti. Se l'Appaltatore sceglie di iniziare la costruzione prima dei risultati della pausa di 28 giorni, si deve notare che l'Appaltatore è pienamente responsabile dei risultati di 28 giorni. In ogni caso, se i risultati di 28 giorni non soddisfano i requisiti di progettazione / progetto, l'Appaltatore dovrà demolire e ricostruire le strutture in calcestruzzo a proprie spese.

Le miscele di prova devono essere chiaramente identificabili e dovranno essere fornite dei seguenti dettagli: data di realizzazione della miscela e contatti dell'impianto, classificazione delle materie grezze e origine, quantità di ciascun materiale necessarie per la realizzazione di un volume standard di calcestruzzo, rapporto cemento/acqua e quantità di cemento per ottenere la resistenza a compressione prestabilita, proporzioni della miscela per ottenere la classe di consistenza specificata, metodo e durata della miscelazione. L'appaltatore non può modificare il mix design

senza l'approvazione di ANT. Le miscele sono accettabili se la resistenza alla compressione media è conforme al progetto.

2.10.3.3 Prove durante l'esecuzione dei lavori sugli ingredienti

Durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà realizzare test di qualità sulle miscele di calcestruzzo fornite per verificarne la rispondenza con i requisiti di progetto.

Per gli impianti di Classe A, sono richieste prove sui componenti grezzi solamente se dalle prove sui campioni risulta una resistenza a compressione minore di quella di progetto.

Per gli impianti di Classe B sono sempre richieste, in fase di costruzione, le prove sui materiali dei componenti, in accordo alle normative e agli standard applicabili. Le prove riguarderanno cemento, aggregati, acqua e la miscela.

In particolare:

- Cemento: un set di prove ogni due mesi o in base ad una volumetria di riferimento da stabilire;
- Acqua: un set di prove ogni 2 mesi se si tratta di acqua proveniente dalla rete idrica pubblica, ogni settimana o su richiesta di EVO S.r.l. nel caso di altri metodi di approvvigionamento;
- Aggregati: un set di prova con frequenza temporale o volumetrica da stabilire in accordo con EVO S.r.l.;
- Miscela: un set di prove ogni volta che cambia il produttore.

2.10.3.4 Prove durante l'esecuzione dei lavori sulle miscele

Tutte le miscele dovranno essere testate in accordo con la normativa vigente, gli standard applicabili e secondo quanto concordato con EVO S.r.l..

Si consideri come riferimento delle prove da effettuare il seguente elenco con le modalità indicate:

- Prove sulla consistenza (slump test): 1 per ogni betoniera prima della gettata;
- Contenuto d'aria: 1 per ogni betoniera prima della gettata;

- Temperatura di gettata; 1 per ogni betoniera prima della gettata;
- Resistenza a compressione a 3 giorni; 1 per ogni giornata di gettata, oppure secondo quanto concordato con EVO S.r.l. e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 7 giorni: secondo quanto concordato con EVO S.r.l. e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 28 giorni; secondo quanto concordato con EVO S.r.l. e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- 2 campioni di riserva per eventuali test di resistenza a compressione;

I certificati originali relativi alle prove devono essere presentati a EVO S.r.l..

L'Appaltatore è responsabile per eventuali prove aggiuntive oltre a quelle indicate e concordate con EVO S.r.l.. In caso di esito negativo di uno qualsiasi dei test di cui sopra, l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente EVO S.r.l..

Eventuali non conformità possono comportare le seguenti azioni:

- Interrompere la gettata delle miscele a cui le prove sono riferibili, adottare misure per aumentare la forza media;
- Controllare l'approvvigionamento di materie prime, produzione e mezzi di trasporto;
- Individuare la struttura, o porzione di essa, realizzata durante la corrispondente fase di colata;
- Esaminare i risultati di bassa resistenza secondo la normativa vigente e gli standard applicabili, ed eseguire test aggiuntivi secondo la normativa vigente e gli standard applicabili;
- La resistenza del calcestruzzo e la sicurezza della struttura saranno valutate da EVO S.r.l. a spese dell'Appaltatore, considerando la riduzione della resistenza.

2.10.4 Trasporto e messa in opera

2.10.4.1 Trasporto in sito

Il tempo massimo consentito per la consegna al cantiere di tutti i tipi di calcestruzzo, compreso il tempo necessario per lo scarico, non deve superare i 90 minuti dopo il dosaggio. Si considera che il dosaggio di tutti i tipi di calcestruzzo avvenga quando uno qualsiasi degli ingredienti della miscela viene introdotto nel miscelatore, indipendentemente dal fatto che il miscelatore stia ruotando o meno.

Ogni lotto di calcestruzzo consegnato al sito deve essere accompagnato da un apposito modulo rilasciato presso l'impianto di betonaggio compilato con le caratteristiche della miscela di calcestruzzo e l'ora di dosaggio. In climi caldi o freddi, o in condizioni meteorologiche che contribuiscono alla rapida presa del calcestruzzo, un tempo inferiore a 90 minuti può essere specificato nella documentazione di progetto o richiesto da EVO S.r.l..

2.10.4.2 Getto di calcestruzzo

Prima dell'inizio della gettata, l'Appaltatore dovrà sottoporre, in un documento, la procedura di gettata all'approvazione di EVO S.r.l., tale documento dovrà contenere almeno:

Procedura di getto del calcestruzzo;

- La quantità di calcestruzzo da collocare prevista, in metri cubi;
- Un calendario del personale e dei mezzi da utilizzare (autobetoniere, pompe, vibratori, ecc.);
- I tempi per applicare la protezione sul calcestruzzo fresco per una corretta stagionatura;
- Possibili azioni correttive in caso di interruzioni impreviste;
- Tempi di maturazione, con indicazione dei tempi minimi necessari prima della rimozione dei casseri;
- L'Appaltatore dovrà garantire che la cassaforma, l'armatura e gli aggregati siano accuratamente disposti prima di iniziare il processo di getto del calcestruzzo;
- L'Appaltatore dovrà chiedere a EVO S.r.l. di controllare la cassaforma, l'armatura e gli inserti e richiedere l'approvazione di EVO S.r.l. prima di eseguire qualsiasi operazione di getto e il mancato ottenimento di tale approvazione preventiva può essere considerato motivo sufficiente per il rifiuto della struttura colata;
- In caso di temperature estreme deve essere seguita la procedura di betonaggio in climi

caldi e freddi come da ACI 305R e ACI 306R / ();

- La temperatura del calcestruzzo appena impastato al momento della consegna dovrà essere compresa tra + 5 ° C e + 30 ° C;
- Il calcestruzzo deve essere posato il più rapidamente possibile dopo la miscelazione, per ridurre al minimo la perdita di lavorabilità;
- Il calcestruzzo deve essere scaricato il più vicino possibile al luogo di posa;
- L'altezza di caduta libera per il calcestruzzo non deve essere superiore a quanto concordato con EVO S.r.l. e devono essere prese tutte le precauzioni per impedire la separazione dei componenti;
- In presenza di armature, inserti annegati o strumenti di misura, il calcestruzzo dovrà essere posato in strati orizzontali di spessore compreso tra 1 piede e 2 piedi / 0,30 m e 0,60 m;
- Il calcestruzzo dovrà essere compattato mediante vibratori meccanici in modo da riempire completamente tutte le cavità e rimuovere eventuali sacche d'aria;
- Durante le operazioni di getto e compattazione, è necessario prestare particolare attenzione a evitare movimenti o danneggiamenti di armature, inserti, cavi, guaine, tiranti e casseforme;
- Il vibratore deve essere azionato per tutta la fase di posa del calcestruzzo fino a quando non si vedono più bolle d'aria sulla superficie del calcestruzzo e occorre prestare attenzione per evitare la separazione dei componenti;
- In caso di vibrazione di uno strato, si dovrà scegliere una profondità di vibrazione adeguata in modo da coinvolgere lo strato sottostante per garantire una perfetta connessione tra gli strati;
- Devono essere evitate vibrazioni del cassero, delle armature e degli eventuali strati sottostanti o adiacenti già solidificati; oltre a questo, la vibrazione a distanza dal punto di attacco del getto deve essere evitata in quanto ciò potrebbe causare lo slittamento del calcestruzzo.

In ogni caso, la procedura dovrà essere in accordo alla normativa vigente, agli standard applicabili e secondo quanto concordato con EVO S.r.l. nella fase di progettazione

esecutiva.

2.10.4.3 Unione a freddo

Le unioni devono essere a freddo, a meno che non sia chiaramente indicato nella documentazione di progetto. In caso di interruzione del getto, l'Appaltatore dovrà informare EVO S.r.l. e presentare un apposito rapporto descrivendo le attività da svolgere al fine di ottenere un comportamento monolitico.

Le attività possono iniziare solo dopo l'approvazione di EVO S.r.l.. Nel caso in cui il blocco di calcestruzzo debba avere caratteristiche monolitiche, e se espressamente consentito nella documentazione di progetto, le unioni a freddo possono essere realizzati nei seguenti modi:

- Scarificazione superficiale del calcestruzzo appena impastato, mediante getto d'acqua e tubo di aria compressa, entro un intervallo di tempo compreso tra il tempo di presa e 1,5 volte il tempo di presa purché la prova di contatto non lasci impronte nel calcestruzzo;
- Se i requisiti sopra indicati non possono essere soddisfatti nell'intervallo di tempo sopra specificato, sulla superficie del calcestruzzo possono essere applicati additivi ritardanti, confermati mediante il metodo del touch test per determinare il corretto tempo di applicazione;
- Se il tempo di presa richiesto è più lungo, ma comunque entro 72h, per l'unione tra la vecchia e la nuova superficie dovrà essere utilizzata boiaccia cementizia.

Qualora non sia possibile completare la fase di colata entro i tempi sopra indicati, l'Appaltatore dovrà, nell'ambito della suddetta procedura di colata, sottoporre all'approvazione di EVO S.r.l. eventuali misure speciali.

2.10.5 Stagionatura e protezione

La stagionatura gioca un ruolo fondamentale sullo sviluppo della resistenza e sulla durabilità del calcestruzzo. La stagionatura inizia subito dopo la posa e la finitura del calcestruzzo.

Il processo di stagionatura dovrebbe garantire il mantenimento delle condizioni di umidità e temperatura desiderate, sia in profondità che vicino alla superficie, per lunghi periodi di tempo.

Il calcestruzzo adeguatamente stagionato dovrebbe avere una quantità adeguata di umidità per un'idratazione continua e lo sviluppo di forza, stabilità del volume, resistenza al gelo e

scongelamento, resistenza all'abrasione e alla formazione di scaglie.

Per quanto riguarda la protezione del calcestruzzo, questa consiste nel prevenire:

- Erosione da pioggia o acqua corrente;
- Improvvisa perdita d'acqua dalla superficie esterna della miscela;
- Raffreddamento rapido nei primi giorni dopo la colata;
- Estrema differenza di temperatura tra la superficie e il nucleo del calcestruzzo;
- Basse temperature o gelo;
- Vibrazioni o urti che possono danneggiare il calcestruzzo o interferire con l'adesione alle armature.

In caso di condizioni di umidità speciali, l'Appaltatore dovrà garantire che la superficie sia costantemente asciutta fino al completamento del processo di stagionatura.

Il metodo e il tempo di asciugatura devono essere conformi alla ACI 308R-01 - "Guida alla stagionatura del calcestruzzo" e tutti gli altri requisiti dell'ACI, i requisiti di progettazione e gli standard locali.

La stagionatura del calcestruzzo deve iniziare il prima possibile dopo la compattazione e la finitura. Il tempo di indurimento dovrebbe essere prolungato se il calcestruzzo è esposto a condizioni severe.

In ogni caso l'Appaltatore è pienamente responsabile della corretta stagionatura del calcestruzzo e di eventuali riparazioni che potrebbero essere necessarie se la stagionatura del calcestruzzo non dovesse essere eseguita correttamente.

2.10.5.1 Protezione dalla fessurazione superficiale dovuta a fattori termici

Durante la fase di indurimento il calcestruzzo dovrà essere protetto da possibili danneggiamenti dovuti a tensioni esterne/interne dovute al calore generato durante l'idratazione del cemento. Per questo motivo, devono essere prese misure precauzionali per garantire che la tensione dovuta alla differenza di temperatura rimanga al di sotto della resistenza a trazione istantanea.

In caso di getti speciali, o getti di grandi dimensioni realizzati a temperature ambiente elevate, EVO S.r.l. può chiedere all'Appaltatore di prendere ulteriori precauzioni.

2.10.5.2 Protezione dal gelo

Il tempo di protezione dal gelo può essere calcolato in base al grado di maturazione del calcestruzzo. Verrà stabilito, in accordo con la normativa vigente e gli standard adottabili, la soglia di resistenza a compressione del calcestruzzo che, se superata, permette di non adottare alcuna forma di protezione.

2.10.5.3 Protezione da dilavamento

In caso di getto direttamente su terreno, se indicato nella documentazione di progetto o richiesto da EVO S.r.l., devono essere utilizzati fogli di polietilene per mantenere una separazione tra il getto e il terreno al fine di impedire la percolazione dell'acqua e per evitare eccessivi dilavamenti e asciugature.

I fogli di polietilene devono essere posati su terreno livellato e compattato. Particolare cura deve essere posta nei sormonti e sovrapposizioni delle lastre come nelle falde ripiegate sulle pareti verticali al fine di garantire il completo isolamento del getto.

2.10.6 Casseforme

L'Appaltatore ha facoltà di scegliere il tipo di casseforme (metallica o in materiale ligneo). È responsabilità dell'Appaltatore assicurarsi della stabilità, rigidità e durabilità delle casseforme impiegate. La cassaforma può essere rimossa quando il calcestruzzo ha sviluppato una resistenza sufficiente alle sollecitazioni strutturali e alla deformazione e quando il processo di maturazione è completo.

2.10.7 Requisiti speciali per le fondazioni degli aerogeneratori

Speciali precauzioni dovranno essere prese dall'Appaltatore durante il getto di calcestruzzo per le fondazioni degli aerogeneratori. A causa della forma della fondazione (generalmente circolare con barre di rinforzo radiali, circolari e verticali) l'Appaltatore dovrà sempre garantire la corretta vibrazione del calcestruzzo.

La parte inferiore della fondazione deve essere colata con cura e deve essere priva di vuoti. È compito dell'Appaltatore verificare la posizione di tutte le barre e inserti prima di iniziare le attività

di getto e di impedire qualsiasi movimento durante le attività di getto, in particolare per il sistema di ancoraggio.

L'appaltatore è anche responsabile di definire chiaramente il tempo necessario per la stagionatura del calcestruzzo e lo smantellamento delle casseforme. L'Appaltatore dovrà riempire le fondamenta dopo aver verificato i risultati della rottura del calcestruzzo di 7 giorni.

2.10.8 Tolleranze

Le tolleranze dovranno essere conformi alla normativa vigente e agli standard applicabili.

Per quanto concerne le fondazioni degli aerogeneratori, la documentazione progettuale può includere dei valori di tolleranza più restrittivi.

2.10.9 Finitura delle superfici esposte

A meno che non siano richiesti trattamenti e prodotti specifici dalla documentazione di progettazione, l'Appaltatore dovrà proporre un prodotto e seguire i requisiti e le indicazioni del produttore del prodotto per preparare la superficie e applicare il prodotto.

2.10.9.1 Rivestimento impermeabilizzante bituminoso

Può essere richiesto un rivestimento impermeabilizzante bituminoso sia per superfici in calcestruzzo orizzontali che verticali e dovrà essere eseguito mediante posa a caldo di bitume ossidato, previa corretta stagionatura delle superfici in calcestruzzo.

Il rivestimento dovrà essere applicato in due strati, dopo che la superficie è stata pulita accuratamente con getti d'acqua in pressione e appropriatamente umidificata.

L'applicazione avverrà tramite pennello spazzola, e verrà utilizzata una quantità di materiale stabilita da EVO S.r.l., in accordo con la normativa vigente e i codici applicabili, per unità di superficie.

La prima mano (primer) sarà un prodotto bituminoso diluito con il 45-50% di acqua, miscelato fino ad ottenere un'emulsione omogenea e applicato a pennello. Dopo la completa essiccazione del primer, dopo 3-6 ore, si applica a pennello o spatola la seconda mano costituita dal prodotto puro. Lo spessore finale deve essere come da documenti di progettazione.

2.10.9.2 Impermeabilizzazione osmotica a penetrazione

Sulle superfici orizzontali e verticali delle strutture in calcestruzzo, l'impermeabilizzazione può essere eseguita con prodotti impermeabilizzanti a penetrazione osmotica, che reagiscono con i componenti della superficie del calcestruzzo formando un sedimento di composti cristallini stabili e insolubili per sigillare i pori della miscela indurita. La superficie deve essere già indurita e adeguatamente pulita con acqua pressurizzata.

2.10.9.3 Rivestimento in quarzo e cemento resistente all'usura / all'abrasione

La finitura resistente all'usura/all'abrasione viene applicata alle superfici esposte mentre il calcestruzzo è ancora non stagionato, spargendo materiale in polvere costituito da quarzo granulare e cemento, in una quantità che verrà stabilita da EVO S.r.l.. Dopo lo spargimento del materiale in polvere, le superfici devono essere levigate con strumenti meccanici o manuali.

2.10.10 Armature in acciaio

I rinforzi in acciaio per le strutture in calcestruzzo devono essere laminati a caldo e devono essere conformi alla normativa vigente, agli standard applicabili e coerenti con quanto concordato con EVO S.r.l..La saldatura dell'armatura è consentita solo se specificatamente richiesta dal progetto o consentita da EVO S.r.l.. L'Appaltatore fornirà e installerà armature in acciaio come da progetto. L'armatura a superficie liscia può essere utilizzata solo per elementi secondari e se approvata da EVO S.r.l.. In ambienti molto aggressivi, EVO S.r.l. può richiedere l'uso di armature rivestite da un agente inibitore della corrosione, come zincate (zincate) o epossidiche. L'Appaltatore fornirà a EVO S.r.l. i certificati dello stabilimento per tutte le spedizioni di rinforzi in acciaio, inclusi i dettagli del laminatoio, il peso della spedizione, il contenuto di acciaio e qualità, posizionamento dell'armatura in acciaio nella struttura. Le barre deformate e piane, così come le reti metalliche, devono essere contrassegnate con il sigillo del produttore, identificando la fabbrica e il tipo di acciaio.

2.10.10.1 Posizionamento delle armature

È vietato utilizzare barre d'armatura piegate e poi raddrizzate. Le armature e le reti devono essere pulite, senza ruggine e/o scaglie di laminazione.

L'Appaltatore dovrà assemblare l'armatura in acciaio per fornire un'adeguata rigidità per evitare flessioni, deve utilizzare supporti adeguati a mantenere l'armatura in una posizione stabile durante

il getto di calcestruzzo. I distanziatori devono essere utilizzati per mantenere il copriferro richiesto come da documenti di progetto e in accordo con gli standard e le normative applicabili.

Se l'armatura in acciaio è posizionata molto prima delle attività di getto del calcestruzzo, l'Appaltatore dovrà informare EVO S.r.l. per verificare la conformità ai requisiti di progetto. L'attività di colata dovrebbe comunque iniziare solo dopo aver ottenuto l'approvazione di EVO S.r.l..

Le tolleranze dell'armatura devono essere conformi ai requisiti di progettazione, agli standard applicabili e alla normativa vigente.

2.10.11 Elementi annegati

Tirafondi, piastre di ancoraggio speciali con staffe, tubi metallici e plastici per cavi, collegamenti speciali per continuità elettrica, bordi per armadi, cornici, staffe, sagome, ecc. sono alcuni esempi di elementi annegati/incorporati nel getto.

L'incasso può essere assemblato e posizionato direttamente prima del getto di calcestruzzo. Se dopo il getto di calcestruzzo devono essere posizionati determinati elementi di ancoraggio, devono essere create apposite aperture nella massa di calcestruzzo prima delle fasi di getto, mediante scatole di ancoraggio incorporate costruite con reti zincate a maglia fine di acciaio nervato e stirato.

L'Appaltatore dovrà posizionare e allineare gli elementi incorporati in base al progetto, comprese le parti ausiliarie e/o maschere/modelli. La saldatura delle barre d'armatura non è mai consentita.

Gli elementi annegati devono essere contrassegnati per una chiara identificazione. Dopo l'installazione e prima del getto di calcestruzzo, l'Appaltatore dovrà garantire il corretto posizionamento in presenza di EVO S.r.l. e/o di terzi che dovranno assemblare altre strutture o componenti.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà presentare a EVO S.r.l. un rapporto riguardante l'installazione e i risultati del sondaggio prima del getto. L'Appaltatore è consapevole che se il versamento viene eseguito prima dell'approvazione di EVO S.r.l., qualsiasi problema derivante da un posizionamento errato verrà risolto a spese dell'Appaltatore.

Le tolleranze devono soddisfare i requisiti specifici del progetto. In assenza di requisiti di progettazione, l'Appaltatore deve fare riferimento ai requisiti EVO S.r.l..

Le tolleranze per i tirafondi relativi agli aerogeneratori devono sempre soddisfare quelli stabiliti dal produttore degli stessi e, nel caso i requisiti del produttore degli aerogeneratori risultassero mancanti, l'Appaltatore dovrà informare EVO S.r.l. prima di intraprendere l'installazione.

2.10.11.1 Bulloni di ancoraggio generici non destinati agli aerogeneratori

I bulloni di ancoraggio devono essere installati secondo i seguenti passaggi:

- Identificare le posizioni di riferimento;
- Tracciare gli assi di riferimento;
- Tirafondi di montaggio (o ancoraggi), dime se presenti e relativi componenti;
- Predisporre idonei elementi di fissaggio per mantenere fissi i tirafondi e/o la dima; posizionare e fissare tirafondi e / o dime;
- Utilizzare mezzi adeguati per proteggere le filettature dei bulloni di ancoraggio;
- Prima della gettata e poi dopo l'indurimento del calcestruzzo, controllare il posizionamento prendendo nota dei risultati per compilare il rapporto citato;
- Tutti i supporti di fissaggio devono essere completamente annegati nel calcestruzzo.

Dopo il getto, l'Appaltatore dovrà smontare i modelli e gli accessori, pulire, ingrassare e proteggere la filettatura dei bulloni di ancoraggio per evitare ruggine e danni.

2.10.11.2 Bulloni di ancoraggio per gli aerogeneratori

L'Appaltatore può essere tenuto a fornire bulloni/aste di ancoraggio insieme a dadi e rondelle.

Il sistema di ancoraggio, la qualità del materiale, le dimensioni, il tipo e i trattamenti superficiali di ciascun elemento devono essere conformi alla documentazione di progettazione / progetto.

Canne alternative possono essere utilizzate se equivalenti in taglia e forza e se approvate da EVO S.r.l.. Per tutti gli elementi forniti, l'Appaltatore dovrà fornire a EVO S.r.l. i relativi certificati del mulino insieme ai dettagli dello stabilimento, peso della spedizione, qualità dell'acciaio e posizione della fondazione.

All'Appaltatore potrebbe essere richiesto di fornire cappucci per bulloni e grasso da utilizzare come protezione per i bulloni di ancoraggio. Generalmente, la fornitura può includere i seguenti articoli:

- Tirafondi, dadi e rondelle;
- Anelli di ancoraggio in acciaio;

- Anello/i modello/i;
- Manicotti o guaina dell'asta;
- Supporti di livellamento.

L'installazione dei bulloni di ancoraggio deve soddisfare i requisiti di progettazione e del produttore degli aerogeneratori. Le seguenti fasi devono essere intese come linea guida generale poiché il fabbricante può richiedere una sequenza o una procedura alternativa:

- Assemblaggio la flangia incassata inferiore (mediante connessione bullonata o saldatura, specifiche);
- Assemblare l'anello dima (tramite collegamento bullonato o saldatura);
- Assemblare i tirafondi e le guaine in PVC;
- Marcare il riferimento dell'asse;
- Appoggiare i supporti delle gabbie di ancoraggio (supporti di livellamento) sul magro;
- Installare in sede la gabbia di ancoraggio fissandola sui supporti di livellamento;
- Controllare la posizione della gabbia di ancoraggio prima di posizionare le armature e il getto di calcestruzzo, prendendo nota dei risultati per compilare il rapporto citato;
- Applicazione della malta
- Pretensionamento degli ancoraggi;
- Installare il cappuccio di protezione e il grasso dopo il montaggio del generatore eolico.

L'anello inferiore deve essere saldamente imbullonato ai supporti di livellamento mediante due dadi per ciascun supporto. La posizione dell'anello (o degli anelli) deve essere controllata con particolare attenzione mediante apparecchiature di misurazione e livellamento di precisione, come indicato da EVO S.r.l. o secondo le specifiche del produttore/ fornitore di bulloni di ancoraggio.

Le tolleranze devono essere conformi alla documentazione di progetto. Se la fondazione viene gettata in due fasi (lastra e piedistallo), sarà necessario controllare la posizione del bullone di ancoraggio prima della seconda fase.

2.10.11.3 Bulloni di ancoraggio post-installati

Si tratta di quei bulloni installati dopo l'indurimento del calcestruzzo. La tipologia di bullone, i materiali, le dimensioni devono soddisfare la documentazione di progetto, mentre le procedure di installazione (dimensionamento e preparazione dei fori, tipologia di stucco, inserimento dei bulloni di ancoraggio) deve soddisfare i requisiti e le indicazioni del produttore.

I bulloni devono essere installati seguendo la procedura di seguito:

- Identificazione della posizione di inserimento;
- Tracciamento degli assi di riferimento;
- Assemblaggio dei bulloni di ancoraggio e di eventuali elementi aggiuntivi;
- Realizzazione dei fori di inserimento;
- Piazzare e fissare i bulloni di ancoraggio secondo le indicazioni del produttore;
- Utilizzare mezzi adeguati a proteggere le filettature dei bulloni di ancoraggio;
- Controllare la posizione finale e prendere nota di quanto effettuato al fine di copilare la documentazione richiesta;

Le tolleranze devono soddisfare i requisiti della documentazione progettuale e le eventuali ulteriori richieste di EVO S.r.l..

2.10.11.4 Annegamento per collegamento delle armature al sistema di messa a terra

L'annegamento è necessario per garantire il collegamento elettrico delle armature all'impianto di terra come da progetto. Le armature devono essere messe a terra prima di gettare il calcestruzzo, secondo la normativa vigente e gli standard applicabili. L'annegamento per la posa in opera necessaria per il collegamento alla messa a terra delle fondazioni degli aerogeneratori dovrà essere fornito e installato dall'Appaltatore in accordo con la documentazione di progetto.

2.10.12 Malte

La malta è una miscela di materiale cementizio e/o epossidico con acqua. La malta deve essere con o senza aggregato, utilizzato come materiale di trasferimento del carico, come materiale di riempimento tra fondazioni e basi di attrezzature o piastre di base di strutture in acciaio, materiale

di riempimento per sistemi di ancoraggio con scatole di ancoraggio inserite in strutture in calcestruzzo. L'Appaltatore adotterà malte premiscelate in conformità con ACI 351.1R, rispondenti ai requisiti di progettazione e alle linee guida indicate nel presente documento. L'utilizzo di malte proporzionate in campo è consentito solo per strutture secondarie o ancoraggi. Le malte proposte devono avere la certificazione e la scheda tecnica del produttore per comprendere chiaramente le proprietà della malta. L'Appaltatore dovrà sottoporre tali documenti a EVO S.r.l. per l'approvazione preliminare. A seguito dell'approvazione di EVO S.r.l. e prima dell'inizio dei lavori, la malta selezionata dovrà essere collaudata per l'approvazione finale da parte di EVO S.r.l.. Dopo l'approvazione della qualifica finale, l'Appaltatore non è autorizzato a modificare il contenuto d'acqua, i tempi e le procedure di miscelazione, senza una nuova fase di qualificazione. La malta approvata deve essere stesa e stagionata secondo le indicazioni del produttore e come da ACI 351.1R capitolo 6, 7 e 8. All'Appaltatore non è consentito caricare le strutture o far funzionare l'attrezzatura fino a quando non è stata raggiunta la resistenza della malta prevista.

2.10.12.1 Malta per il riempimento e l'annegamento degli ancoraggi

Questa malta viene utilizzata come materiale di riempimento da posizionare sotto piastre in acciaio o per sigillare sistemi di ancoraggio per riempire lo spazio creato dalle scatole incorporate. La malta può essere del tipo cementizio idraulico o del tipo epossidico e deve soddisfare i requisiti di progettazione. A meno che non sia specificato nel progetto, deve essere utilizzata malta cementizia premiscelata idraulica adatta allo scopo specifico. Deve essere in grado di formare un livello piatto senza vibrazioni o con lievi sbalzi, senza significative variazioni di volume. Prima dell'inizio dei lavori, per qualificare il materiale proposto per l'approvazione finale EVO S.r.l., l'Appaltatore dovrà eseguire una prova simulata della piastra in conformità con ACI 351.1R sezione 4.4 e le indicazioni del produttore e una prova di resistenza a compressione conforme ad ACI 351, ASTM C109 e ASTM C579.

Le prove richieste devono essere eseguite alle temperature previste nelle condizioni sul campo. In aggiunta a ciò, per le strutture o attrezzature principali, su esplicita richiesta di ANT, l'Appaltatore dovrà eseguire una serie delle seguenti prove in conformità con ACI 351.1R, alle temperature previste nelle condizioni di campo:

- Variazione del volume, secondo ACI 351.1R, sezione 4.2.3 o 4.3.3;
- Coerenza, secondo ACI 351.1R, sezione 4.2.4 o 4.3.4;
- Impostazione e orario di lavoro, secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.2.7 o 4.3.6;
- Bleeding (tipo cemento idraulico), secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.2.5;

- Creep (tipo epossidico), secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.3.7;

Durante la costruzione, la resistenza della malta deve essere testata secondo ACI 351.1R, Sezione 4.2.6 o 4.3.5 (rispettivamente per cemento idraulico o tipo epossidico) con la frequenza e il tempo di indurimento indicati nel progetto.

2.10.12.2 Malte per le fondazioni degli aerogeneratori

Questa malta viene utilizzata come materiale di riempimento ad alta resistenza sotto la torre della turbina del generatore eolico. La malta deve essere premiscelata rispondendo ai requisiti di progetto, con elevata scorrevolezza, rapido sviluppo di resistenza meccanica, elevata duttilità, elevata resistenza alla fatica e all'impatto, senza variazioni di volume e può contenere microaggregati metallici. Il materiale proposto dall'Appaltatore deve soddisfare i requisiti di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, per qualificare la malta proposta per l'approvazione finale EVO S.r.l., l'Appaltatore dovrà eseguire una serie delle seguenti prove in conformità con la normativa vigente, gli standard applicabili le indicazioni del produttore, alle temperature previste nelle condizioni di campo:

- Installazione simulata secondo ACI 351.1R, e considerando le reali dimensioni della boiacca da gettare per il progetto
- Resistenza a compressione, secondo ACI 351.1R, ASTM C109, ASTM C579 su n.2 provini con stagionatura di 1 giorno, 3 giorni, 7 giorni, 28 giorni;
- Variazione del volume, secondo ACI 351.1R, sezione 4.3.3;
- Consistenza, secondo ACI 351.1R, sezione 4.3.4;
- Impostazione e orario di lavoro, secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.3.6;
- Spurgo (tipo cemento idraulico), secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.2.5;
- Prova di creep (tipo epossidico);

Le prove eseguite dovranno in ogni caso essere conformi alla normativa vigente, ai codici applicabili e a quanto concordato con EVO S.r.l. nella fase esecutiva della progettazione.

Durante la costruzione, la resistenza della malta deve essere testata secondo ACI 351.1R, ASTM

C109, ASTM C579 con la frequenza e il tempo di indurimento indicati nel progetto, o almeno per ciascuna fondazione su due campioni polimerizzati di 3 giorni, su due polimerizzati di 7 giorni campioni e due campioni polimerizzati per 28 giorni, altri due campioni di riserva devono essere conservati per uso futuro. Prima del posizionamento, l'Appaltatore dovrà sigillare lo spazio tra i condotti dei tubi e le aste in acciaio, per evitare l'intasamento dei tubi dei condotti e lasciare libere le aste per le future operazioni di tensionamento.

2.10.13 Elementi di giunzione

I giunti vengono solitamente inseriti per tenuta o per esigenze di dilatazione. Secondo le specifiche finalità, l'Appaltatore dovrà fornire materiali conformi ai requisiti di progetto. Le certificazioni del produttore e procedure di installazione chiare devono essere presentate a EVO S.r.l. per l'approvazione. EVO S.r.l. si riserva il diritto di verificare la conformità dei materiali proposti e può chiedere all'Appaltatore di effettuare, a proprie spese, dei campioni da collaudare in un laboratorio ufficiale.

2.10.13.1 Giunti a tenuta stagna tramite cordoli idroespansivi

La documentazione di progetto può richiedere di garantire la tenuta stagna mediante l'inserimento di cordoli o nastri idroespansivi o idroespansivi a sezione rettangolare, quadrata, circolare o cartucce estraibili in caso di bordi di giunzione molto irregolari. Questi cordoli devono essere realizzati in materiale adeguato che aumenta di volume quando assorbe l'acqua di contatto fino a saturazione. Questi prodotti devono essere sempre installati secondo le specifiche di progetto e del produttore. Prima di fornire i materiali, l'Appaltatore dovrà fornire una relazione tecnica riguardante i prodotti proposti per l'approvazione EVO S.r.l., che specificherà le caratteristiche minime per i seguenti parametri: espansione volumetrica, resistenza alla trazione, velocità di espansione, allungamento e durezza shore. Prima dell'uso, i prodotti devono essere conservati al coperto, evitando l'esposizione alla luce solare diretta e il contatto con l'acqua. L'applicazione non deve avvenire in caso di pioggia o in caso di rischio di pioggia. I cordoli installati devono essere protetti con teli di plastica o simili fino al momento della colata.

2.10.13.2 Giunti di tenuta mediante profili in plastica o gomma

La documentazione di progetto può richiedere di garantire la tenuta stagna mediante l'inserimento di profili in plastica o gomma. Tali profili dovranno essere sagomati, realizzati in neoprene, gomma

o PVC, con elevata resistenza all'azione aggressiva dell'acqua, all'invecchiamento e alle sollecitazioni meccaniche, secondo i requisiti di progetto.

I profili dovranno essere consegnati in cantiere pronti per l'inserimento nella struttura in calcestruzzo, e gli elementi/parti speciali che compongono l'intera sagoma dovranno essere saldati e vulcanizzati in officina. L'installazione dei profili di tenuta e il relativo fissaggio devono essere eseguiti seguendo rigorosamente le istruzioni del produttore e in modo tale da evitare movimenti o lacerazioni durante la colata di calcestruzzo. Il numero di raccordi deve essere ridotto al minimo. Le proprietà dei materiali devono essere ufficialmente certificate dal produttore e, prima di fornire i materiali, l'Appaltatore deve fornire una relazione tecnica riguardante i prodotti proposti per l'approvazione EVO S.r.l..

2.10.13.3 Giunti ad espansione

I giunti ad espansione sono realizzati in lastre di pavimentazione in calcestruzzo, pareti e vasche dove deve essere consentita la dilatazione termica per evitare sollecitazioni nella struttura. I giunti di dilatazione saranno normalmente ottenuti utilizzando fogli di PVC o plastica rigidi fissati ai casseri con chiodi in fase di getto. L'Appaltatore dovrà attenersi a tutti i requisiti e le caratteristiche riportati nella documentazione di progetto e le procedure di installazione riportate nella documentazione del produttore.

2.11 PALI DI FONDAZIONE

2.11.1 Pali prefabbricati in cemento armato

Questi pali devono essere installati tramite attrezzature battipalo nel terreno in grado di assicurare un allineamento preciso del palo durante l'operazione di trascinamento. Le operazioni di trascinamento devono essere eseguite ininterrottamente, in modo da disturbare il meno possibile il palo (e gli altri pali già presenti). Salvo diversa indicazione nella documentazione di progetto, sono ammesse le seguenti tolleranze rispetto alle dimensioni di progetto:

- Su coordinate orizzontali: 5% del diametro, per pali singoli, 8% del diametro, per pali raggruppati;
- Sulla verticalità: 1,5%.

Se l'installazione è ostruita da massi, l'Appaltatore dovrà darne immediata comunicazione a EVO S.r.l.. EVO S.r.l. può decidere di riposizionare il palo o di preforare un foro di lunghezza massima pari alla lunghezza nominale del palo. La buca dovrà essere perforata utilizzando metodi che

evitino di compromettere la capacità della pila. L'Appaltatore comunicherà a EVO S.r.l. la procedura per la preforatura. Le attività possono iniziare solo dopo l'approvazione di EVO S.r.l.. In ogni caso, l'impiego di questi pali deve essere conforme alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con EVO S.r.l., sia per quanto riguarda i parametri caratteristici che per le modalità di messa in opera.

2.11.2 Pali gettati in loco in pozzi trivellati a secco

La trivellazione a secco viene eseguita senza l'uso di liquame per supportare il foro. Per terreni di adeguate caratteristiche, può essere necessario l'uso di una custodia rimovibile solo a basse profondità del foro. In caso di terreno suscettibile al collasso, la perforazione a secco deve essere eseguita con una cassa rimovibile, che deve sempre precedere il foro di trivellazione di almeno un metro fino alla profondità di progetto del palo. Le casse devono essere estratte quando si getta il calcestruzzo, in modo che il calcestruzzo penetri nel terreno circostante mentre è ancora fresco. Durante l'operazione di perforazione, i sensori montati sull'attrezzatura di perforazione devono essere almeno:

- Rilevatore di profondità;
- Cella di pressione (pressione idraulica rotativa per la misura della coppia)
- Inclino metro biassiale;
- Sensore di prossimità montato sul carrello per misurare la rotazione dell'utensile.

Durante la fase di perforazione verranno misurati, registrati e calcolati i seguenti parametri:

- Profondità (in m) e velocità di perforazione (in m/h);
- Velocità di rotazione della coclea (in r.p.m.);
- Pressione di alimentazione dell'olio per il motoriduttore della tavola rotante, nel senso di lavoro, utilizzata per calcolare la coppia nel rotante;
- Rapporto tra penetrazione e alesaggio (mm / giro); questo valore viene utilizzato per calcolare la penetrazione della coclea per rotazione;
- Angolo di inclinazione trasversale e longitudinale della torre che guida l'utensile di perforazione (espresso in gradi e decimi di grado);

Per ogni palo, identificato da numero progressivo e data di piazzamento, dovrà essere stampato

un report con i dati di misura e una rappresentazione grafica del profilo del palo generato da appositi software di elaborazione. Il rapporto dovrà contenere la descrizione del materiale trivellato durante il processo di perforazione, eseguita da un Geologo qualificato, e la quantità di calcestruzzo versato durante la fase di getto. I risultati saranno raccolti in un rapporto finale da consegnare a EVO S.r.l., ma eventuali guasti devono essere segnalati immediatamente al personale EVO S.r.l. in loco. Infine, le tolleranze da considerare nell'esecuzione di questi pali saranno stabilite in accordo alla normativa vigente, agli standard applicabili e secondo quanto concordato con EVO S.r.l. nella fase esecutiva della progettazione.

2.11.3 Pali gettati in loco in pozzi trivellati con fango

Una volta iniziata l'operazione di foratura di un singolo palo, questa deve continuare senza interruzioni fino a quando il palo ha raggiunto la profondità richiesta. Qualora, per motivi tecnici, non fosse possibile garantire la continuità dell'intera operazione, l'Appaltatore dovrà darne immediata comunicazione a EVO S.r.l., che si riserva il diritto di rifiutare il palo. L'operazione di foratura dovrà essere condotta in modo da:

- Evitare scariche, effetti di tubazioni o allargamenti del terreno;
- Evitare rapidi cambiamenti nella pressione del liquame;
- Garantire la verticalità richiesta della struttura;
- Garantire un prodotto finito uniforme, anche per quanto riguarda il volume di calcestruzzo utilizzato eccedente il volume nominale, che dovrà essere mantenuto entro il limite del 10%.

Al termine dell'operazione di perforazione, il terreno spostato e i detriti devono essere rimossi con cura dal fondo del foro. Si applicano gli stessi requisiti sui sensori del paragrafo precedente. Inoltre, l'Appaltatore dovrà misurare la quantità di fango utilizzato durante le attività.

2.11.4 Altre tipologie di pali

Nel caso venissero adottate altre tipologie di pali rispetto a quelle riportate in questo documento, le modalità esecutive, le tolleranze, i parametri da misurare e la documentazione da produrre dovrà essere concordata con EVO S.r.l. nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

2.11.5 Materiali impiegati

L'Appaltatore è responsabile della fornitura di tutto il materiale, i materiali di consumo e quanto necessario per completare i lavori come descritto nella presente Sezione e in conformità con i codici e le normative applicabili.

2.11.5.1 Calcestruzzo per i pali

Per i pali, il calcestruzzo deve essere gettato utilizzando un tubo convogliatore con un diametro interno non inferiore a otto volte il diametro massimo dell'aggregato e giunti filettati senza flangia o con una flangia esterna che non aumenti il diametro di oltre 20 mm.

Prima di iniziare un'operazione di colata in presenza di liquame, inserire un tappo nel tubo in prossimità del raccordo con la tramoggia; il tappo deve essere costituito da una sfera di gomma, o malta di plastica, o uno strato di vermiculite granulare che galleggia sopra l'impasto liquido e può essere espulso.

2.11.5.2 Barre di rinforzo in acciaio

Le caratteristiche delle barre di rinforzi in acciaio saranno definite nel rispetto della normativa vigente e degli esiti del calcolo eseguito nell'ambito della successiva fase del progetto esecutivo.

2.11.5.3 Stampi e tubi in acciaio

L'Appaltatore è responsabile della certificazione e dei collaudi di tutti i materiali, inclusi i collegamenti, le valvole, i packer e tutti gli articoli necessari per la completa esecuzione dei lavori.

2.11.6 Prove

Prima di iniziare i lavori sono necessarie prove di collaudo, al fine di finalizzare le procedure di lavoro o come richiesto dalle documentazioni progettuali. Al fine di definire il programma delle attività di costruzione, l'Appaltatore dovrà considerare il tempo necessario per l'esecuzione dei pali di prova e per una corretta stagionatura del calcestruzzo. Le prove sul campo su pali di lavoro devono essere eseguite durante la costruzione. L'Appaltatore dovrà organizzare le attività in modo

da non interferire con il lavoro e non ritardare il programma. L'Appaltatore dovrà sempre rilasciare ad EVO S.r.l., per approvazione, adeguata documentazione descrittiva delle procedure di prova prima di iniziare qualsiasi attività. Si propone un elenco delle prove che vengono generalmente realizzate, i cui parametri, modalità esecutive, dovranno essere concordate con EVO S.r.l. ed essere conformi con la normativa vigente e gli standard applicabili:

- Prove di carico verticale;
- Prove di carico statiche in direzione orizzontale;
- Prove di carico dinamiche;
- Prova di carotaggio con trapano rotante;
- Prova ultrasonica;
- Prova di ammissione meccanica.

2.12 LAVORI VARI

2.12.1 Demolizioni

Le opere di demolizione possono essere relative a strutture in calcestruzzo, pavimentazioni in asfalto, recinzioni in genere. L'Appaltatore dovrà implementare appropriate tecniche di demolizione per evitare inquinamento e altri problemi ambientali. Inoltre, devono essere adottate tutte le misure di sicurezza. Prima di iniziare i lavori, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione una relazione tecnica. La demolizione mediante esplosivi è consentita solo in condizioni speciali e previa approvazione di EVO S.r.l..

2.12.1.1 Demolizioni di strutture in calcestruzzo

Le strutture in calcestruzzo possono essere non rinforzate o rinforzate. Le strutture e gli elementi in mattoni o pietra sono considerati cemento non armato. La demolizione deve essere eseguita in modo tale da dimensionare i detriti e separare i materiali come richiesto dalla discarica / impianto di riciclaggio selezionato, compresa la separazione del rinforzo in acciaio e/o degli elementi incorporati in caso di cemento armato.

2.12.1.2 Demolizione di manti bituminosi

La demolizione di pavimentazioni bituminose può interessare un'intera superficie o una superficie

parziale. In caso di demolizione parziale, l'Appaltatore dovrà utilizzare attrezzature di taglio meccanico per delimitare i confini tra le superfici da conservare e quelle da demolire, dovrà rimuovere i detriti mantenendo l'integrità di pozzetti esistenti, tombini, manufatti in genere, strade, base sottostante e deve dimensionare i detriti come richiesto dalla discarica/impianto di riciclaggio selezionato.

2.12.1.3 Demolizione delle recinzioni

L'Appaltatore provvederà allo smantellamento delle eventuali recinzioni lungo le porzioni previste dal progetto, concordando le operazioni d'intesa con i proprietari fondiari / terzi e ritenendo che possa essere richiesta l'installazione di recinzioni temporanee. Le recinzioni possono includere cancelli e possono essere realizzate con reti, griglie o pannelli supportati da pali fissati direttamente nel terreno o su un muro con fondazione. Gli elementi da smontare possono essere realizzati in metallo, plastica, legno, cemento, mattoni, pietre. La demolizione di pareti o pannelli in calcestruzzo, mattoni e pietre è da considerarsi come demolizione della struttura in cemento armato trattati in questa stessa sezione.

2.12.1.4 Smaltimento dei rifiuti e dei detriti da demolizione

L'Appaltatore dovrà separare, classificare e smaltire adeguatamente i materiali di scarto e i detriti in discarica / impianto di riciclaggio autorizzato secondo le normative locali vigenti, effettuando a proprie spese l'identificazione, la selezione, la disponibilità e i controlli di capacità della discarica / impianto di riciclaggio, ottenendo le autorizzazioni (se presenti) e sotto la propria responsabilità selezioneranno le discariche autorizzate in base alla legislazione locale, alla pianificazione urbana, ai vincoli delle autorità, ai requisiti del proprietario del terreno, se presenti. Nel caso in cui le normative locali richiedano che il materiale venga smaltito in una discarica specifica, l'Appaltatore lo selezionerà con lo stesso compenso come da accordo. È consentito lo stoccaggio temporaneo in loco di rifiuti e detriti non pericolosi, purché non vietato dalle normative locali, e in ogni caso l'Appaltatore dovrà preventivamente segnalare ad EVO S.r.l. per l'approvazione il luogo di stoccaggio prescelto, trattenendosi totalmente ogni relativa responsabilità /responsabilità. L'Appaltatore dovrà ottemperare a tutti gli obblighi di legge derivanti dallo status giuridico di produttore / detentore di rifiuti secondo le normative locali e sottoporre ad EVO S.r.l. quanto segue:

- Identificare la categoria di rifiuto e il codice applicato;
- Copia delle autorizzazioni rilasciate dall'autorità;
- Riportare i dati identificativi del raccoglitore di rifiuti e dei supervisori del trasporto;

- Copia dell'autorizzazione specifica per i preposti;
- Dichiarazione di accettazione dei rifiuti da parte del destinatario della discarica / impianto di riciclaggio;
- Copia del modulo riportante i codici identificativi e la quantità dei rifiuti conferiti alla discarica / impianto di riciclaggio;

2.12.2 Cancelli e recinzioni

L'Appaltatore fornirà e installerà recinzioni e cancelli secondo i documenti di progetto, compresi i dispositivi di messa a terra. Recinzioni e cancelli dovranno essere conformi alla normativa vigente, agli standard applicabili e coerenti con quanto concordato con EVO S.r.l. in fase di progettazione esecutiva.

2.12.3 Elementi paesaggistici e opere di piantumazione

In riferimento alla realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione, potrebbero essere necessari lavori di sistemazione paesaggistica e piantumazione per ripristinare o creare condizioni ambientali piantando alberi o arbusti o specie di piante e semina di erba per creare prati. L'Appaltatore dovrà proporre le specie ed eseguire i lavori secondo i requisiti di progetto. A partire dalla consegna ufficiale, l'Appaltatore dovrà ottemperare a una garanzia per un periodo di un anno, in sostituzione di alberi e piante che non sopravviveranno per mancato radicamento o per altri motivi. Gli alberi / piante sostituiti devono essere della stessa specie, devono essere provvisti di un'etichetta indicante la data di sostituzione. Per alberi e piante sostituiti la garanzia di un anno decorre da tale data. I prati e le aree seminate che non riescono a mettere radici devono essere seminate di nuovo e ripristinate.

2.12.4 Gabbioni

Gabbioni e gabbioni a materasso sono realizzati in pietra, generalmente realizzati in loco utilizzando acciaio zincato o rete metallica plastificata. In acqua salata o in ambienti aggressivi devono essere utilizzati contenitori geo-grid in plastica. Per riempire la rete dei gabbioni è necessario utilizzare materiale lapideo di dimensioni tali da non poter sfuggire alla rete, privo di terra o sostanze eterogenee. Se necessario, prima del riempimento, il materiale deve essere lavato con acqua pressurizzata. Il materiale da utilizzare (ghiaia, sassi e rocce) deve essere antigelo, durevole, resistente agli effetti chimici e abrasivi degli agenti atmosferici e dell'acqua, essere una

struttura omogenea e compattata, di peso specifico rilevante e quindi assolutamente escluso sovraccarico. Il materiale deve essere inserito in modo da ottenere la massima compattazione possibile e, per i gabbioni scatolari, le pietre devono essere disposte a mano lungo i bordi per creare facciate simili a muri in pietra. Dopo il riempimento, la copertura del gabbione deve essere cucita lungo tutti i bordi e i vari elementi devono essere tutti collegati agli angoli. Per i tiranti e le cuciture deve essere utilizzato filo dello stesso tipo della rete, il cui diametro o sezione non sia inferiore a quello della rete. Possono essere richiesti gabbioni e/o gabbione a materasso con fili zincati o fili di acciaio zincato con rivestimento plastico. Il filo di acciaio zincato deve essere protetto dalla ruggine mediante zincatura resistente eseguita secondo le attuali normative nazionali. La rete in acciaio dovrà essere esagonale con fili di diametro 2,4 mm, con una tolleranza del + - 3%. La forza di snervamento sarà compresa tra 370MPa e 490MPa. Nel caso in cui non si possa utilizzare zincato e si utilizzino reti in filo di acciaio plastificato, il rivestimento in PVC deve essere continuo e integrale, di spessore non inferiore a 0,4 mm. Avrà anche un carico di rottura maggiore di 25 MPa, una durezza da 60 a 65 unità Shore D (ASTM D1706) e un requisito di temperatura fino a - 45°C (BSS 2782 Metodo 104A). In ogni caso, queste opere dovranno essere conformi alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con EVO S.r.l. nella fase esecutiva della progettazione.

3 OPERE ELETTRICHE

Le principali norme a cui si fa riferimento nel progetto sono:

- HD 620/IEC 60502-2: standard di riferimento per i cavi;
- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-62 (HD 629) – Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV;
- CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ($U_m = 42$ kV) fino a 150 kV ($U_m = 170$ kV);
- CEI EN 50522:2011-03 (CEI 99-3)- Messa a terra degli impianti a tensione superiore a 1kV, e CEI EN 61936-1:2011-03 (CEI 99-2) - Impianti elettrici con

tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1:Prescrizioni comuni”;
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32;V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 99-4: Guida per l’esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12);
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

Le opere dovranno in ogni caso essere coerenti con la normativa vigente, i codici applicabili e con quanto concordato con EVO S.r.l. nella fase esecutiva della progettazione

3.1 SISTEMA DI ACCUMULO

L’impianto eolico sarà dotato di un sistema di accumulo, posizionato in prossimità della Sottostazione Elettrica di Trasformazione 30/150 kV, di potenza pari a 25 MW.

Il layout dell’impianto BESS prevede la disposizione di n.40 Battery Unit Container con PCS integrato, aventi le caratteristiche di seguito indicate:

DC	
Tipo di cella	3.2V / 314Ah
Capacità nominale	5015kWh
Range nominale di tensione	1123.2V-1497.6V
AC	
Potenza nominale (AC)	210kVA*6
Tasso di distorsione armonica della corrente AC	<3% (Potenza Nominale)
Tensione AC nominale	690 V
Range di tensione	621-759V
Fattore di potenza	>0.99 (Potenza Nominale)
Intervallo di potenza attiva regolabile	-100% ~ 100%
Caratteristiche costruttive	
Dimensioni Battery Container	6058*2896*2438 mm
Peso Battery Container	42,500 kg
Grado di Protezione	Type 3S
Grado Anti-corrosione	C3
Range operativo di Temperatura	30 ~ 50°C (>45°C Declassamento)
Range operative di Umidità	0 ~ 95% (Senza condensa)
Massima altitudine operativa	3000 m
Interfaccia di comunicazione	Ethernet
Protocollo di comunicazione	Modbus TCP
Conformità	IEEE1547:2018, UL1973, UL1741, UL9540, UL9540A, NFPA855, NFPA68
Sistema antincendio	Pannello di ventilazione conforme a NFPA 68, fumo e calore, rilevatori, Mini FACP (impostazione predefinita) Sprinkler, segnalatore acustico, NFPA 69, sistema di ventilazione conforme, gas incombustibile rilevatore (opzionale)

L'architettura finale dell'impianto BESS prevede l'utilizzo di una unità di trasformazione per ogni 3/4 Battery Units al fine di elevare la tensione al livello di 30 kV. In totale si hanno n.10 Unità di trasformazione (MV-Skid) aventi le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche MV-Skid	
Potenza nominale	5140 kVA
MT/BT range di tensione	34.5 kV/0.69 kV
Range nominale di tensione	1123.2V-1497.6V
N° Avvolgimenti	2
Impedenza	9% (+- 7.5 %, tolleranza IEE)
Efficienza Standard	99% @100% del carico
Materiale degli avvolgimenti (BT/MT)	Alluminio/Alluminio
Design del nucleo	Nucleo a 3 gambe
Configurazione Alta Tensione	Loop feed, Dead f Front
Protezione sovracorrente	Fusibili di espulsione in serie con fusibili di limitazione di corrente a portata parziale
Metodo di controllo della temperatura	KNAN
Fluido isolamento	Olio biodegradabile (standard)
Smart control cabinet	

Protezione	AC Breaker
Protezione contro le sovratensioni	Tipo II
Sistema di raffreddamento	Raffreddamento ad aria e HVAC
UPS	15 min (standard) . 2/3/4 h (opzionale)
Caratteristiche costruttive	
Dimensioni	6058 mm • 2896 mm • 2438 mm
Peso	15300 (-± S00) kg
Ingresso cavi	Dal basso
Grado di protezione	Tipo 3S
Grado Anti-corrosione	C4 (Standard)
Range operativo di Temperatura	-40°C – 60°C) , >40° C declassamento (standard)
Range operative di Umidità	0 – 100% (Senza condensa)
Massima altitudine operativa	3000 m
Interfaccia di comunicazione	Ethernet, Fibra Ottica, RS485
Protocollo di comunicazione	Modbus TCP
Conformità	UL891,IEEE C57.12.00,IEEE C57.12.80,IEEE C57.12.90

3.2 MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI CAVIDOTTI

Per raccogliere l'energia prodotta dal campo eolico e convogliarla verso la stazione di trasformazione sarà prevista una rete elettrica costituita da tratte di elettrodotti interrati aventi tensione di esercizio di 30 kV. L'installazione dei cavi e la loro tipologia dovranno soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche ed in particolare la norma CEI 11-17, nonché gli standard applicabili. Nella Sottostazione di trasformazione saranno installati i quadri di media tensione per la connessione degli elettrodotti provenienti dal parco eolico. I quadri di media tensione saranno conformi alla norma IEC 62271-200, in conformità alla normativa vigente e agli standard applicabili.

3.2.1 Segnalazione della presenza dell'elettrodotto

Il percorso dei cavi interrati dovrà essere opportunamente segnalato con l'infissione, a distanza regolare e secondo le normative vigenti, di cartelli metallici indicanti la presenza di cavi elettrici. I cartelli potranno essere eventualmente sostituiti con mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni dei cavi, tra cui profondità di posa e tensione di esercizio.

3.2.2 Pozzetti

Dovranno inoltre essere predisposti, a distanza di 2,5 km l'uno dall'altro, dei pozzetti di ispezione al fine di poter eseguire le giunzioni necessarie tra le diverse tratte di cavi. Per la costruzione e il

dimensionamento dei pozzetti si dovrà tener presente quanto segue:

- I pozzetti devono essere tali da permettere di estrarre i cavi senza danneggiare le guaine;
- Il percorso dei cavi all'interno del pozzetto deve essere ordinato, nel rispetto degli eventuali raggi di curvatura.

Le giunzioni e le terminazioni devono avvenire con la massima accuratezza, secondo le indicazioni riportate dal produttore sulla confezione.

In particolare, si dovrà:

- Controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità, prima di tagliare i cavi;
- Non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- Utilizzare solamente i materiali contenuti nella confezione.

3.3 MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, in modo che siano tutte a potenziale nullo; dato l'elevato valore di tensione del conduttore, il materiale isolante che ricopre il conduttore sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano.

Lo schermo dei cavi a MT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea.

È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. In ogni caso, i tratti di cavidotto devono essere messi a terra almeno ogni 2.5 km. La realizzazione della messa a terra dovrà essere in accordo con la normativa vigente e i codici applicabili nella fase esecutiva della progettazione.

3.3.1 Coesistenza tra cavidotto ed altre condutture interrato

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati alla maggior e possibile distanza, e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono

dislocare possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra, è necessario ridefinire la distanza di posa e sarà necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazioni in acciai zincato a caldo;
- Tubazione in materiale plastico conforme alle norme CEI.

3.3.2 Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

La distanza tra i due cavi e il livello di protezione del cavo superiore dovrà essere conforme a quanto definito nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

3.3.3 Parallelismi ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o altre strutture metalliche

Per quanto riguarda la distanza in proiezione orizzontale fra i cavi e le tubazioni metalliche interrato (acquedotti, oleodotti etc.), si deve rispettare quanto concordato nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili. Dovrà essere evitata la coesistenza nello stesso manufatto tra i cavidotti e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili. In presenza di altri tipi di tubazioni, si farà riferimento a quanto concordato nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili. Particolare attenzione dovrà essere prestata nel caso in cui i cavidotti dovessero passare a distanza ridotta da serbatoi contenenti fluidi infiammabili e dovrà essere rispettato quanto concordato nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

3.4 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

3.4.1 Sottostazione di trasformazione 30/150 kV

È necessario che l'impianto sia connesso a una sottostazione di Trasformazione MT/AT per la successiva connessione in antenna alla Stazione Elettrica RTN al livello di tensione di 150 kV. La Sottostazione di Trasformazione AT/MT sarà costituita da:

- n° 1 montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT);

- locali destinati al contenimento dei quadri di potenza e controllo della Sottostazione e alloggiamento delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante trasformatore comprenderà:

- Trasformatore elevatore 30/150 kV da 80 MVA, ONAN-ONAF YNd11;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatore di tensione induttivo con sostegno, per misure e protezione;
- Trasformatore di corrente con sostegno, per misure e protezione;
- Interruttore a comando unipolare 170 kV;
- Sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra.

All'interno della Sottostazione di Trasformazione sarà realizzato un edificio atto a contenere le apparecchiature di potenza e controllo della Sottostazione e le apparecchiature di misura dell'energia elettrica;

Dalla Sottostazione, mediante cavidotto interrato AT a 150 kV, si avrà il collegamento in antenna alla Stazione RTN. Il presente elenco non è da considerare esaustivo, le componenti della stazione di trasformazione dovranno essere in accordo con la normativa vigente, con gli standard applicabili e con quanto stabilito nella fase esecutiva della progettazione. La stazione di trasformazione costituisce impianto di Utenza per la connessione. La stazione sarà opportunamente recintata e munita di accessi conformi alla normativa vigente. Tutte le apparecchiature di nuova installazione saranno conformi alla normativa vigente sia per quanto riguarda le norme di prodotto, sia per quanto riguarda i vincoli di installazione e le norme di sicurezza in termini di prevenzione incendi. Per le apparecchiature AT saranno previste fondazioni in c.a. in apposita area delimitata e ricoperta con pietrisco. Sarà prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

3.4.2 Interconnessione alla RTN

Nel rispetto della STMG fornita da Terna S.p.A, l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN a 380/150 kV da collegare tramite un elettrodotto 380 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN di Codrongianos e da collegare tramite due nuovi elettrodotti a 150 kV alla nuova Stazione Elettrica di Smistamento della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio".

EVO S.R.L.



CODICE

C23EOSW002G009R00

PAGE

57 di/of 57

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

