



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.99.IT.W.17279.00.034.00

PAGE

1 di/of 53

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO EOLICO GREENFIELD "SANLURI-SARDARA"

## PROGETTO DEFINITIVO

### Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici di tutte le opere

File: GRE.EEC.R.99.IT.W.17279.00.034.00 - Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici di tutte le opere.docx

00	10/10/2022	Prima emissione	M. Da Ros	G. Alfano	P. Polinelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

#### GRE VALIDATION

G. Alfano

COLLABORATORS

VERIFIED BY

VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Sanluri-Sardara

#### GRE CODE

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
GRE	EEC	R	9	9	I	T	W	1	7	2	7	9	0	0	0	3	4	0	0

CLASSIFICATION

**PUBLIC**

UTILIZATION SCOPE

**BASIC DESIGN**

This document is property of Enel Green Power Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Spa.

**INDEX**

1. INTRODUZIONE .....	4
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	4
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. OPERE EDILI .....	6
3.1. INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI .....	6
3.2. PREDISPOSIZIONE DELLE AREE .....	7
3.3. MATERIALI .....	7
3.4. SCAVI .....	8
3.4.1. PREPARAZIONE DELL'AREA DI SCAVO .....	8
3.4.2. MATERIALE ESCAVATO .....	8
3.4.3. SCAVI DI SBANCAMENTO ED ASSIMILABILI CON MEZZO MECCANICO .....	9
3.4.4. SCAVI RELATIVI ALLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI .....	9
3.4.5. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA .....	10
3.4.6. SCAVI IN ROCCIA .....	10
3.4.7. SCAVI CON STRUMENTI MANUALI .....	10
3.4.8. I TROVANTI .....	10
3.5. REINTERRO .....	10
3.5.1. REINTERRI CON COMPATTAZIONE .....	11
3.5.2. REINTERRI SENZA COMPATTAZIONE .....	11
3.5.3. REINTERRO DI SCAVI PRECEDENTI (BACKFILLING) .....	11
3.6. OPERE IN TERRA, RILEVATI E REINTERRI DEGLI SCAVI .....	11
3.6.1. PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE OPERE IN TERRA E DEI RILEVATI .....	12
3.6.2. IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E VAGLIATURA .....	12
3.6.3. ARGINI .....	13
3.6.4. RILEVATI A SUPPORTO DI STRADE .....	14
3.6.5. STRATI PER LA DIFFUSIONE DEL CARICO .....	14
3.6.6. CONDIZIONI CLIMATICHE .....	15
3.7. PAVIMENTAZIONI STRADALI .....	15
3.7.1. SCARIFICAZIONE .....	15
3.7.2. SOTTOFONDO STRADALE E PIAZZOLE DELLE GRU .....	15
3.7.3. STABILIZZAZIONE MEDIANTE CALCE .....	16
3.7.4. STABILIZZAZIONE MEDIANTE CEMENTO .....	19
3.8. OPERE DI DRENAGGIO .....	19
3.8.1. OPERE DI DRENAGGIO VERTICALI .....	20
3.8.2. DRENAGGIO SUPERFICIALE .....	20
3.8.3. FOSSI DI DRENAGGIO LATO STRADA E BACINI DI RACCOLTA .....	21
3.8.4. TUBI DRENANTI .....	21
3.9. MATERIALI GEOSINTETICI .....	22
3.9.1. GEOTESSUTI .....	22
3.9.2. GEORETI .....	23
3.9.3. GEOGRIGLIE .....	23
3.9.4. GEOSTUOIE .....	23
3.9.5. GEOCELLE .....	24

3.9.6. GEOCOMPOSITI.....	24
3.10. TRATTAMENTI DEL TERRENO.....	25
3.10.1. JET GROUTING.....	26
3.10.2. CHEMICAL GROUTING.....	27
3.11. STRUTTURE IN CLS.....	29
3.11.1. CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CLS.....	29
3.11.2. MISCELE DI CALCESTRUZZO.....	30
3.11.3. PROVE DA ESEGUIRE SULLE MISCELE.....	30
3.11.4. TRASPORTO E MESSA IN OPERA.....	33
3.11.5. STAGIONATURA E PROTEZIONE.....	34
3.11.6. CASSEFORME.....	36
3.11.7. REQUISITI SPECIALI PER LE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI.....	36
3.11.8. TOLLERANZE.....	36
3.11.9. FINITURA DELLE SUPERFICI ESPOSTE.....	36
3.11.10. ARMATURE IN ACCIAIO.....	37
3.11.11. ELEMENTI ANNEGATI.....	38
3.11.12. MALTE.....	40
3.11.13. ELEMENTI DI GIUNZIONE.....	42
3.12. PALI DI FONDAZIONE.....	43
3.12.1. PALI PREFABBRICATI IN CEMENTO ARMATO.....	43
3.12.2. PALI GETTATI IN LOCO IN POZZI TRIVELLATI A SECCO.....	44
3.12.3. PALI GETTATI IN LOCO IN POZZI TRIVELLATI CON FANGO.....	45
3.12.5. MATERIALI IMPIEGATI.....	45
3.12.6. PROVE.....	46
3.13. LAVORI VARI.....	46
3.13.1. DEMOLIZIONI.....	46
3.13.2. CANCELLI E RECINZIONI.....	47
3.13.3. ELEMENTI PAESAGGISTICI E OPERE DI PIANTUMAZIONE.....	48
3.13.4. GABBIONI.....	48
4. OPERE ELETTRICHE.....	48
4.1. MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI CAVIDOTTI.....	49
4.1.1. SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DELL'ELETTRODOTTO.....	50
4.1.2. POZZETTI E CAMERETTE.....	50
4.2. MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI.....	50
4.2.1. COESISTENZA TRA CAVIDOTTO ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE.....	51
4.2.2. INCROCI TRA CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE.....	51
4.2.3. PARALLELISMI ED INCROCI TRA CAVI ELETTRICI E TUBAZIONI O ALTRE STRUTTURE METALLICHE.....	51
4.3. BESS.....	51
4.4. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN.....	52
4.4.1. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 33kV-150kV.....	52
4.4.2. INTERCONNESSIONE ALLA RTN.....	53

## 1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Marte Srl di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Sanluri-Sardara" ubicato nei comuni di Sardara, Sanluri e Villanovaforru, che si trovano in provincia di Sud Sardegna.

Il progetto proposto prevede l'installazione di 12 nuove turbine eoliche ciascuna di potenza nominale fino a 6 MW, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata totale fino a 72 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione, verrà convogliata ad una stazione di trasformazione 33/150 kV di nuova realizzazione, all'interno del comune di Sanluri, e poi da qui convogliata alla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri - Selargius", situata nel comune di Sanluri.

In aggiunta alla stessa sottostazione sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico BESS (Battery Energy Storage System) da 35 MW, per un totale di capacità di stoccaggio pari a 280 MWh.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, legate a processi di produzione di energia elettrica.

### 1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Marte Srl., in qualità di soggetto proponente del progetto, è una società del Gruppo Enel che si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili facente capo a Enel Green Power Spa.

Il Gruppo Enel, tramite la controllata Enel Green Power Spa, è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

### 1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione costituisce il disciplinare descrittivo del progetto definitivo per il nuovo impianto denominato "Sanluri-Sardara" e illustra i contenuti prestazionali degli elementi costruttivi presenti nel progetto .

Il capitolo 2 contiene un inquadramento territoriale delle opere.

Il capitolo 3 presenta le caratteristiche degli elementi costruttivi facenti parte delle cosiddette "opere edili".

Il capitolo 4 fornisce le caratteristiche e le prescrizioni dei cavi elettrici utilizzati per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.

Il capitolo 5 è dedicato alle caratteristiche delle principali componenti elettromeccaniche della Sotto Stazione Elettrica Utente.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si trova nella provincia di Sud Sardegna ed interessa il territorio dei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri.

L'area è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 39°35'49,84"N
- Longitudine: 8°52'32,16"E

L'impianto in progetto ricade all'interno dei seguenti fogli catastali:

- Comune di Sanluri: n° 1, n° 2, n° 3, n° 4, n° 5, n° 7, n° 8, n° 11, n° 12, n° 13, n° 14, n° 19
- Comune di Sardara: n° 31, n° 43, n° 44, n° 45, n° 46, n° 58, n° 59
- Comune di Villanovaforru: n° 14, n° 15, n° 16

L'area di progetto ricade all'interno dei fogli I.G.M. in scala 1:25.000 codificati 225-I-NE, denominato "Lunamatrona" e 225-I-SE denominato "Sanluri".

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

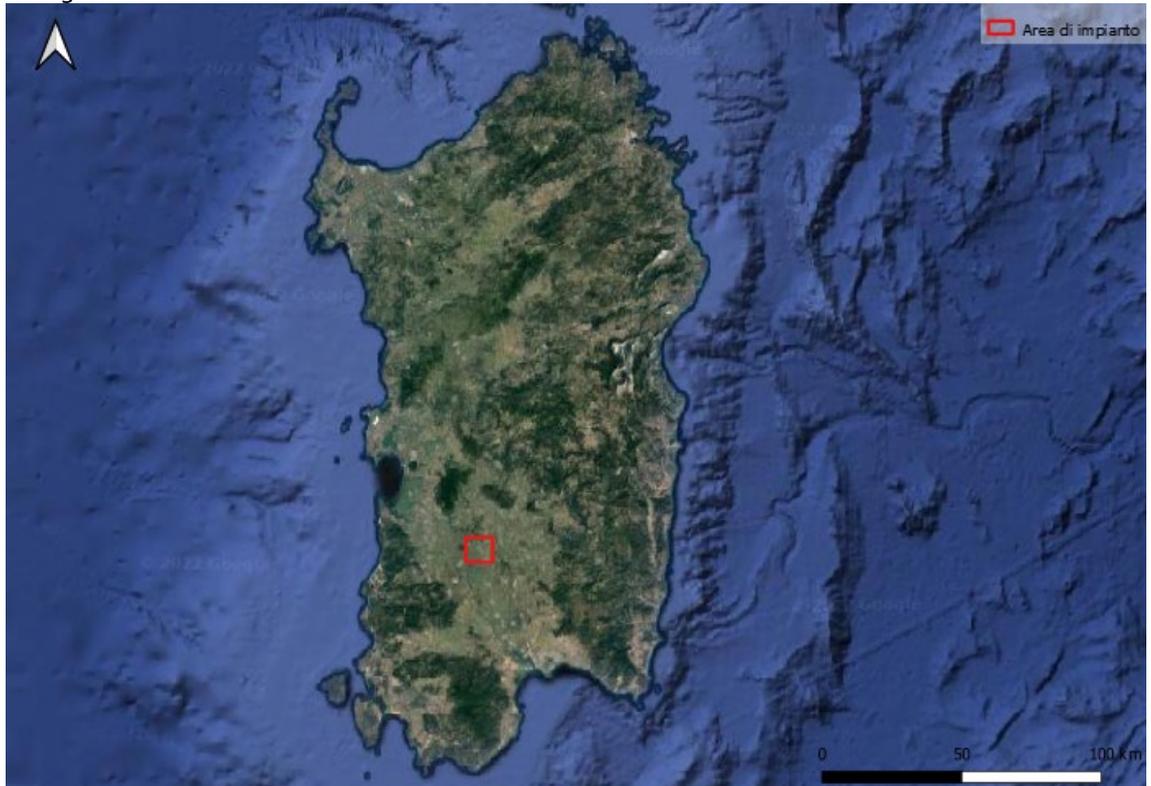
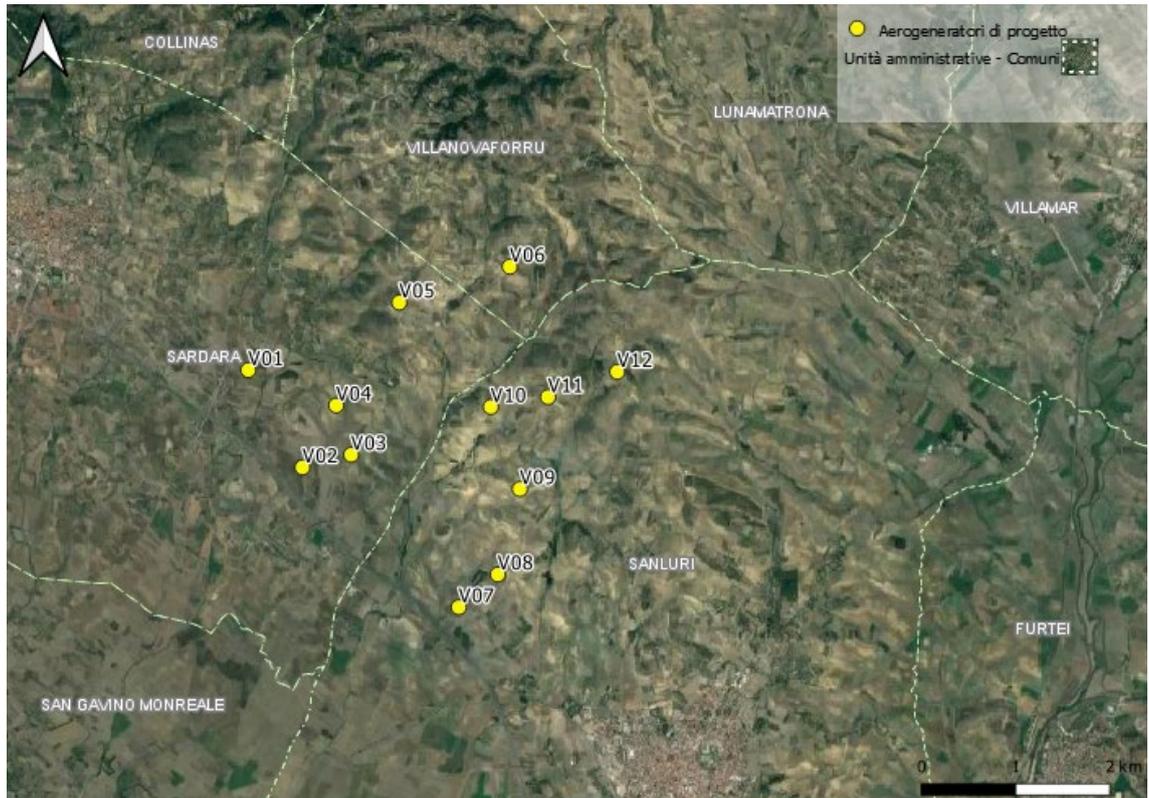


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto



**Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto**

Si riporta invece in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33 N:

**Tabella 1: Coordinate aerogeneratori**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
V01	Sardara	486748	4383451	160
V02	Sardara	487322	4382411	160
V03	Sardara	487838	4382546	186
V04	Sardara	487680	4383073	193
V05	Sardara	488349	4384173	265
V06	Villanovaforru	489520	4384555	287
V07	Sanluri	488979	4380917	157
V08	Sanluri	489393	4381267	187
V09	Sanluri	489627	4382180	229
V10	Sanluri	489319	4383057	236
V11	Sanluri	489926	4383162	283
V12	Sanluri	490660	4383432	297

### 3. OPERE EDILI

#### 3.1. 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 situ;
- Sondaggi geotecnici, al fine di fornire informazioni riguardo i parametri necessari per una progettazione dettagliata e completa della fondazione.

### **3.2. 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.

### **3.3. 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, dagli standard applicabili e di quanto concordato con Enel Green Power 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, gli standard applicabili e quanto concordato con Enel Green Power 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 le normativa vigenti, 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.

### **3.4. SCAVI**

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere, forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, in accordo con le sagome previste da progetto e/o quelle richieste da Enel Green Power.

L'Appaltatore deve presentare il piano degli scavi per qualsiasi attività di scavo, che dovrà essere inviato ad Enel Green Power per ricevere la validazione. Il piano di scavo 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.

#### **3.4.1. 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 o conferito in discarica autorizzata scelta dall'Appaltatore.

Ostacoli come massi, rifiuti ed altri elementi artificiali saranno gestiti in accordo con la normativa vigente, gli standard applicabili e secondo quanto concordato con Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

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

#### **3.4.2. MATERIALE ESCAVATO**

Il materiale proveniente dagli scavi, nel caso non sia ritenuto adatto ad altri impieghi in cantiere, deve essere allontanato dallo stesso. 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.

L'Appaltatore deve inoltre provvedere alla caratterizzazione del materiale escavato in ottemperanza alle leggi in vigore, agli standard applicabili e alle specifiche di Enel Green Power. Inoltre, il materiale scavato riutilizzabile deve essere utilizzato per eventuali finiture e/o opere in terra previste in sito.

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 20 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.

### **3.4.3. 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.

### **3.4.4. 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.

#### **3.4.5. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA**

Sono da considerarsi scavi a sezione obbligata quelli necessari per la realizzazione delle fondazioni, la 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.

#### **3.4.6. SCAVI IN ROCCIA**

Gli scavi in roccia potrebbero richiedere l'utilizzo di particolari tecniche. L'Appaltatore è tenuto a presentare a Enel Green Power la documentazione relativa alle attività prima dell'inizio della stessa. Nel caso di utilizzo di esplosivi o martelli demolitori, l'Appaltatore deve fornire ad Enel Green Power i rispettivi piani. Queste attività dovranno in ogni caso essere condotte in accordo alla normativa vigente, agli standard applicabili e accordo con quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva

#### **3.4.7. 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.

Gli scavi condotti con utensili manuali devono essere comunicati ad Enel Green Power che deve concedere l'approvazione per gli stessi.

#### **3.4.8. I TROVANTI**

I trovanti di roccia di volume superiore a 0,5 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>, derivanti da eventuali precedenti operazioni di frantumazione meccanica di banchi di roccia.

#### **3.5. 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 rinterrati con materiale diverso da quello proveniente dagli scavi, precisandone tipo e provenienza.

### **3.5.1. REINTERRI 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, agli standard applicabili, o come definito da Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva.

### **3.5.2. REINTERRI 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, dagli standard applicabili e di quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva

### **3.5.3. REINTERRO 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, dagli standard applicabili e di quanto concordato con Enel Green Power.

In fase di progettazione esecutiva I controlli del materiale di riempimento devono essere eseguiti in conformità con la documentazione di progetto o come richiesto da Enel Green Power.

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.

### **3.6. OPERE IN TERRA, RILEVATI E REINTERRI DEGLI SCAVI**

Le specifiche in questo paragrafo devono considerarsi come aggiunte alla normativa vigente. In particolare, per quanto riguarda la classificazione del suolo e delle miscele suolo-aggregato, si dovranno seguire le prescrizioni contenute nelle ASTM D3282, AASHTO M145 e EN 13242.

L'Appaltatore dovrà provvedere al riutilizzo del materiale derivante dagli scavi quando questo soddisfa le direttive progettuali. L'Appaltatore deve identificare altre fonti di approvvigionamento di materiali quando quelli disponibili dagli scavi in sito non soddisfano le necessità progettuali, sia in termini di quantità che in termini di rispondenza delle proprietà dello stesso ai requisiti progettuali.

Prima di procedere con qualsiasi attività, l'Appaltatore dovrà ottenere l'assenso di Enel Green Power.

In particolare, per quanto concerne le opere in terra, l'Appaltatore prima di iniziare l'operazione dovrà inviare ad Enel Green Power un elaborato tecnico al fine di ottenere l'approvazione di Enel Green Power stessa.

### **3.6.1. PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE OPERE IN TERRA E DEI RILEVATI**

Le opere in terra devono essere realizzate su un piano di posa e un terreno di fondazione appropriati, che devono essere sottoposti a delle prove per assicurare la loro adeguatezza rispetto agli standard e i parametri di progetto.

In particolare, dovranno essere effettuate le seguenti operazioni:

- Rimozione dello strato corticale, come descritto precedentemente, o comunque la rimozione di tutto il materiale necessario al fine di raggiungere la quota designata per il piano di posa;
- Compattazione del piano di posa; l'Appaltatore deve utilizzare tutto l'equipaggiamento necessario per ottenere i requisiti di compattazione richiesti in accordo con normativa vigente, gli standard applicabili e di quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva. La compattazione dovrà essere condotta su strati orizzontali, per assicurarne l'uniformità. Prima e durante le operazioni, l'Appaltatore deve garantire un contenuto d'acqua coerente con le specifiche di progetto. Prima di procedere con la stesura e la compattazione dello strato successivo, bisogna attendere che siano terminati i fenomeni di consolidazione. Il grado minimo di compattazione deve essere pari al 90% della densità massima derivabile da Prova Proctor, valutata coerentemente con la ASTM D698;
- Valutazione dell'esecuzione della compattazione tramite specifiche prove per valutare la conformità alle richieste di Enel Green Power; dovrà essere presentato un report relativo ad ogni procedura di compattazione e, se questa non rispondesse ai requisiti di Enel Green Power, dovrà essere eseguita di nuovo, con spese a carico dell'Appaltatore; i test, la loro frequenza sia spaziale che temporale, dovrà essere stabilita in accordo con la normativa vigente, gli standard applicabili e di quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva; eventuali compensazioni per ulteriori test saranno stabilite in fase di progettazione esecutiva; una volta conclusi i test bisognerà provvedere a riempire i buchi con materiale appropriato;
- Ulteriori potenziali riutilizzi del terreno.

Nel caso in cui il suolo deputato a fondazione dell'opera in terra non rispondesse alle caratteristiche di resistenza o ad altre caratteristiche concordate in fase esecutiva di progetto, sarà necessario scavare oltre il livello inizialmente individuato. L'ulteriore scavo sarà realizzato in accordo con la documentazione progettuale o come richiesto da Enel Green Power, in accordo a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, alla normativa vigente e ai codici applicabili.

L'Appaltatore dovrà far riferimento a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, alla normativa vigente, ai codici applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva per quanto riguarda la gestione del materiale ritenuto non idoneo per la fondazione dell'opera in terra.

### **3.6.2. IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E VAGLIATURA**

L'Appaltatore deve fornire impianti di frantumazione e vagliatura in accordo con la normativa vigente. Tali installazioni devono ricevere inoltre l'approvazione da parte delle autorità locali.

Inoltre, prima dell'inizio delle attività per cui è richiesto l'utilizzo di tali impianti, l'Appaltatore deve inviare ad Enel Green Power un report che contenga il dimensionamento dell'impianto, la pianificazione e la cronologia delle operazioni da svolgere, al fine di ricevere l'approvazione. Tale documento deve includere le autorizzazioni rilasciate dalle autorità competenti.

L'Appaltatore è inoltre responsabile per le attrezzature, la gestione delle stesse e la loro

manutenzione e per qualsiasi altra possibile problematica legata alle stesse.

Gli impianti di frantumazione e vagliatura devono essere in grado di fornire materiali di elevata qualità e nelle quantità richieste, dovranno inoltre essere considerati i seguenti aspetti:

- Test volti a stabilire la qualità dei materiali in ingresso ed in uscita, controllandone le caratteristiche e l'appropriatezza ad un eventuale riutilizzo;
- Devono essere previste delle aree per il deposito temporaneo dei materiali in ingresso ed in uscita dagli impianti; i materiali depositati devono essere suddivisi per tipo e dimensione dei grani;
- Gli impianti devono permettere dei processi di vagliatura preliminare tramite vibrazione, al fine di separare la frazione fine da quella grossolana e avviare quest'ultima alla frantumazione; deve essere realizzata anche una separazione automatica del materiale frantumato in base alla sua granulometria;
- La movimentazione dei materiali deve essere realizzabile tramite appositi veicoli;
- Gli impianti devono rispettare gli standard riguardanti le emissioni, inclusi quelli riguardanti il rumore e le polveri.

È compito dell'Appaltatore mantenere aggiornata una registrazione dei materiali in ingresso ed in uscita dall'impianto. Tale registrazione dovrà essere inviata ad Enel Green Power quando richiesta. I materiali di rifiuto dovranno essere gestiti come indicato nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda i test da eseguire sui materiali prodotti dagli impianti in oggetto, si riportano i test che, come minimo, dovranno essere effettuati:

- Distribuzione granulometrica: ASTM D422 / [EN 933-1, EN 933-2];
- Limiti di Atterberg: ASTM D4318;
- Resistenza all'abrasione (LA Abrasion): ASTM C131 / [EN 1097-2].

Si dovrà in ogni caso far riferimento alla normativa vigente e a quanto concordato con Enel Green Power in fase esecutiva.

### **3.6.3. ARGINI**

Per la realizzazione delle opere arginali tutti i terreni dovranno avere caratteristiche conformi alla normativa vigente e a quanto concordato con Enel Green Power nella fase esecutiva.

L'Appaltatore può procedere con le attività in attesa dei risultati delle prove, tuttavia, se i risultati delle prove non sono accettabili, l'Appaltatore dovrà smantellare e ricostruire l'opera in terra a proprie spese.

Il materiale deve essere distribuito uniformemente in strati di spessore non superiore a 30 cm, sulla superficie più ampia possibile e deve essere raggiunto il grado di compattazione richiesto.

La preparazione di ogni strato deve essere eseguita secondo le indicazioni contenute nei paragrafi precedenti e la superficie di ogni strato deve essere accuratamente livellata.

Salvo diversa indicazione nella documentazione progettuale, la compattazione minima da raggiungere dopo la compattazione è del 95% della densità Proctor standard, misurata secondo ASTM D698.

Se non è possibile terminare la compattazione di uno strato entro la fine di una giornata lavorativa, l'Appaltatore dovrà eseguire almeno due passaggi a rulli e se alla ripresa delle attività la superficie risulterà danneggiata, bisognerà ripetere il livellamento, la compattazione

ed il collaudo prima di procedere al successivo strato.

La costruzione del terrapieno deve essere eseguita con una pendenza minima per evitare il ristagno dell'acqua piovana e l'ammorbidimento del suolo e anche per prevenire il dilavamento del suolo.

Salvo diversa indicazione di EGP, la differenza di elevazione tra strati adiacenti non deve superare lo spessore di due strati.

Le attività di movimento terra devono essere suddivise in sezioni / aree più piccole per ridurre il lasso di tempo tra il completamento degli strati e il posizionamento dei nuovi strati sopra.

L'Appaltatore dovrà seguire le linee guida di progettazione per il nuovo rilevato costruito su un rilevato esistente.

#### **3.6.4. RILEVATI A SUPPORTO DI STRADE**

I rilevati a supporto di strade e piazzali di servizio dovranno avere pendenze come da documentazione progettuale e concordata in ogni caso con Enel Green Power, in accordo con la normativa vigente.

In ogni caso la pendenza finale non va ottenuta aggiungendo terra, ma solo rimuovendola.

Salvo diversa indicazione nella documentazione progettuale, il materiale per argini a supporto di strade, piazzole o piazzali di servizio deve essere A-1, A-2-4, A-2-5, A-3 secondo ASTM D3282, e dovrà essere testato in accordo con la normativa vigente e con quanto stabilito in fase esecutiva con Enel Green Power.

L'Appaltatore deve posizionare il terreno e compattarlo solo dopo che la malta e le strutture in calcestruzzo sono state stagionate per un tempo sufficiente, considerando le sollecitazioni coinvolte.

In ogni caso (anche in spazi ristretti) le malte/strutture in calcestruzzo non devono mai essere caricate direttamente. L'Appaltatore non è autorizzato a guidare veicoli pesanti entro 9 metri dalle strutture in calcestruzzo senza previa autorizzazione di EGP.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà utilizzare le attrezzature e le procedure più idonee per garantire che non vi siano danni al trattamento di impermeabilizzazione delle strutture. Il contenuto di umidità del suolo e la densità in situ devono essere controllati per ogni strato e devono essere conformi a quanto concordato con Enel Green Power, in accordo con la normativa vigente.

#### **3.6.5. STRATI PER LA DIFFUSIONE DEL CARICO**

Gli strati di terreno con questa finalità sono generalmente costituiti da materiale secco di tipo A-1-a / A-1-b o altro requisito di gradazione specifico del progetto che distribuisce i carichi strutturali al sottofondo.

Lo spessore finale degli strati di ripartizione del carico può essere ottenuto da strati intermedi non superiori indicativamente a 25 cm e compattati fino al 95% della densità Proctor modificata, misurata secondo ASTM D1557. Dovranno comunque essere in accordo alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva.

Per verificare le proprietà del materiale, l'Appaltatore dovrà eseguire le prove (distribuzione granulometrica, limiti Atterberg, CBR, prova di compattazione Proctor) ogni 350 m<sup>3</sup>. Inoltre, il grado di compattazione deve essere testato ogni 300 m<sup>3</sup> / 360 se non diversamente specificato nella documentazione di progetto (densità in situ e contenuto di umidità, penetrazione dinamica del cono, prove di carico "plate load").

Per situazioni speciali, o secondo la richiesta di EGP o come da progetto, all'Appaltatore può essere richiesto di eseguire questi test con maggiore frequenza dietro compenso aggiuntivo o di eseguire test aggiuntivi.

### 3.6.6. CONDIZIONI CLIMATICHE

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

### 3.7. PAVIMENTAZIONI STRADALI

#### 3.7.1. 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.

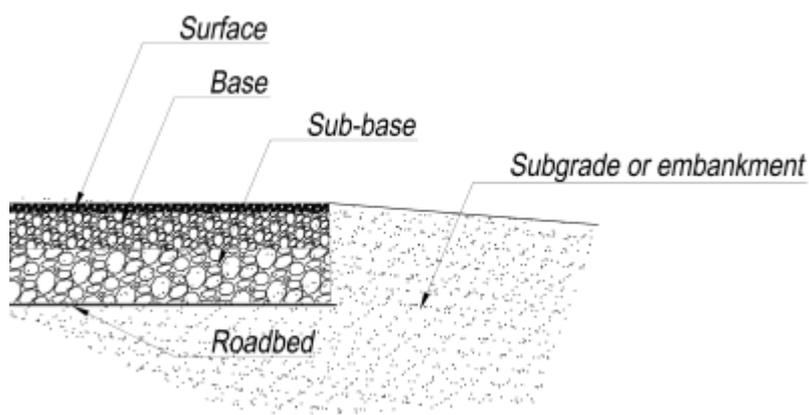
La scarificazione deve essere eseguita senza arrecare danno alle strutture esistenti rilevanti per i lavori stradali (scarichi, tombini, pozzetti, canali, ecc.).

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

#### 3.7.2. 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.

Gli spessori e le caratteristiche del materiale impiegato devono essere coerenti con la normativa vigente e stabiliti durante la fase esecutiva in accordo con Enel Green Power.

Durante la costruzione, l'Appaltatore dovrà testare il materiale per valutarne la conformità ai requisiti di progettazione, salvo diversa indicazione nel progetto stesso o richiesto da Enel Green Power. Ogni volta che la fonte di approvvigionamento viene modificata dovranno essere eseguiti i test definiti in accordo con Enel Green Power ed in base alla normativa vigente.

L'Appaltatore deve fornire a Enel Green Power un rapporto con i risultati delle prove sui materiali. Per la costruzione di piattaforme/strade per gru, il materiale deve essere collocato in ascensori di spessore da definire in fase di progetto esecutivo assieme ad Enel Green Power e deve essere adeguatamente compattato fornendo un adeguato drenaggio dell'acqua di deflusso lontano dalla superficie della pavimentazione.

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.

### **3.7.2.1. MIGLIORAMENTO DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE**

Se gli strati di pavimentazione compattati soddisfano la densità massima in situ ma ancora non soddisfano i requisiti delle prove stabilite in accordo con Enel Green Power, devono essere migliorati sostituendo il materiale esistente con un materiale diverso spessore sotto l'approvazione di Enel Green Power per garantire che tutti i parametri di progettazione siano soddisfatti.

Lo scavo e la sostituzione devono essere eseguiti secondo quanto indicato nelle sezioni relative agli scavi e alle opere in terra.

### **3.7.2.2. MANTO D'USURA E STRATO BITUMINOSO**

Per aumentare le caratteristiche di finitura della pavimentazione, il materiale asciutto di copertura può essere posizionato e compattato (come uno strato di copertura) sopra lo strato di fondo.

Il materiale di copertura deve essere conforme alla normativa vigente e alle richieste di Enel Green Power stabilite nella fase esecutiva, per garantire le prestazioni della pavimentazione per la durata di servizio prevista.

Questi materiali devono essere compattati con rulli in conformità con quanto indicato nelle sezioni precedenti.

Enel Green Power stabilisce inoltre la frequenza e le modalità con cui bisogna testare i materiali impiegati nella stesura dello strato superficiale.

Le strade costruite con materiali di superficie / copertura devono essere testate secondo la frequenza indicata nella tabella seguente.

### **3.7.3. 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.

Si devono impiegare i seguenti tipi di calce:

- calce idrata sfusa o in sacchi;
- calce viva (ossido di calcio) macinata sfusa o in sacchi;
- calce liquida.

L'Appaltatore fornirà a Enel Green Power le specifiche del materiale per il tipo di calce utilizzato.

### **3.7.3.1. 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.

### **3.7.3.2. 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 al 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 fenoltaleina (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 concordati con Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva, in conformità alla normativa vigente e agli standard adottabili.

### **3.7.3.3. 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, alle specifiche elaborate da Enel Green Power e alla documentazione progettuale elaborata nella fase esecutiva.

### **3.7.4. 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;

#### **3.7.4.1. 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.

#### **3.7.4.2. 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, alle specifiche elaborate da Enel Green Power e alla documentazione progettuale elaborata nella fase esecutiva.

### **3.8. 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 e a quanto concordato con Enel Green Power durante la fase di progettazione.

### **3.8.1. OPERE DI DRENAGGIO VERTICALI**

Durante il lavoro, l'Appaltatore deve inviare a EGP un rapporto giornaliero che mostri:

- data, nome del cantiere;
- numero, tipo, diametro e profondità di scarico.

#### **3.8.1.1. Dreni in sabbia**

Si tratta di scarichi verticali costruiti con tecniche di palificazione mediante vibropiling ed estrazione di tubo/mandrino di rivestimento con l'intercapedine riempita simultaneamente con sabbia di dimensioni adeguate.

Prima dell'installazione è necessario verificare la verticalità del mandrino. I mandrini che non rispettano le tolleranze verticali devono essere rimossi.

Il mandrino deve essere estratto gradualmente per ottenere la corretta distribuzione del materiale drenante lungo l'asse verticale senza discontinuità.

### **3.8.2. 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.

#### **3.8.2.1. 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.

Si applicano infine tutte le prescrizioni riportate nella sezione riguardante gli scavi e quanto concordato con Enel Green Power durante la fase esecutiva della progettazione.

### **3.8.3. FOSSI DI DRENAGGIO LATO STRADA E BACINI DI RACCOLTA**

Lungo le strade devono essere costruiti fossati di drenaggio e bacini di raccolta.

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 con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva.

#### **3.8.3.1. Impiego di geotessili**

I geotessili impiegati come copertura delle pareti dei fossi di drenaggio devono avere funzione drenante e devono inoltre essere collegati al terreno tramite soluzioni caratterizzate da appropriata durabilità.

Nel caso non sia dettagliato nei documenti di progettazione, l'Appaltatore proporrà una soluzione di collegamento per l'approvazione Enel Green Power prima dell'installazione.

Particolare cura deve essere posta nella giunzione tra il manto stradale e il manto del fosso per evitare infiltrazioni d'acqua al di sotto del rivestimento geotessile.

#### **3.8.3.2. Impiego di rip rap**

L'Appaltatore può proporre una finitura in rip-rap rock per i fossi di drenaggio a lato strada che dovrà essere sottoposta alla valutazione di Enel Green Power prima dell'installazione.

La finitura in rock rip-rap può essere sigillata da miscele di calcestruzzo o installata direttamente sul sottofondo del fosso. La roccia per elementi rip-rap deve essere resistente al gelo / disgelo.

Le miscele di calcestruzzo per la sigillatura dei rip-rap devono soddisfare i requisiti normativi e quelli concordati con Enel Green Power.

#### **3.8.3.3. Impiego di elementi prefabbricati in calcestruzzo**

Gli elementi in calcestruzzo devono avere una sezione trasversale che soddisfi il flusso idraulico secondo i requisiti di progetto, per l'approvazione EGP prima dell'installazione.

Tali elementi devono essere adeguatamente posizionati sul fosso /vasca di raccolta mediante miscele di calcestruzzo conformi alla normativa vigente e alle caratteristiche concordate con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva.

I collegamenti tra fossi o tra fossi e vasche di raccolta dovranno essere realizzati mediante appositi raccordi opportunamente installati.

### **3.8.4. 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

Nel caso in cui lo stesso tipo di tubo venga prodotto con fori di dimensioni diverse, Enel Green Power si riserva il diritto di prescrivere la dimensione in base alla natura del terreno.

La scelta della tipologia di tubo verrà effettuata in base alla normativa vigente e a quanto concordato con Enel Green Power durante la fase esecutiva della progettazione.

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.

### **3.9. 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.

EGP può richiedere certificati rilasciati da laboratori di prova autorizzati per confermare le proprietà fisiche, meccaniche, idrauliche e di durabilità dichiarate nelle schede tecniche. Enel Green Power può richiedere ulteriori test di laboratorio, a spese dell'Appaltatore.

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.

In caso di esposizione eccessiva, Enel Green Power potrà richiedere lo smaltimento delle parti esposte prima dell'uso, senza alcun costo per Enel Green Power.

Indipendentemente dal tipo di terreno, la superficie di contatto deve essere livellata senza ondulazioni che potrebbero danneggiare il geosintetico o produrre concentrazioni di sollecitazioni.

L'Appaltatore dovrà fornire le specifiche del materiale per l'approvazione di Enel Green Power prima di procedere con il lavoro.

#### **3.9.1. 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 materiali utilizzati dall'Appaltatore devono essere preventivamente approvati da Enel Green Power sulla base di documentazione dettagliata e certificazione tecnica. 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 ai documentazione progettuale.

La giunzione tra lastre di geotessile può essere ottenuta per sovrapposizione, cucitura o, solo se accettata da Enel Green Power, con strisce adesive, graffette (in ogni caso graffe antiruggine), collanti (incollaggio) o hot melt e legatura.

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.

A seconda della funzione che il geotessile assumerà in sito, si concorderanno le proprietà minime che i materiali dovranno garantire in accordo con Enel Green Power, nel rispetto della normativa vigente e degli standard applicabili.

### **3.9.2. GEORETI**

Per quanto riguarda le georeti la permeabilità nel piano e la capacità devono essere come da progetto. L'Appaltatore dovrà fornire a Enel Green Power le schede delle specifiche dei materiali con le proprietà di resistenza.

Le georeti devono essere fornite in rotoli o fogli piani e non devono decomporsi. Inoltre, le georeti devono essere atossiche, a prova di roditori e microrganismi, chimicamente inerti e stabili ai raggi ultravioletti (UV).

Le georeti installate a parete dovranno essere fissate con pistole sparachiodi o tasselli ad espansione mentre per fissarle al suolo dovranno essere utilizzati ancoraggi metallici.

Le specifiche delle georeti dovranno essere conformi alla normativa vigente, ai codici applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

### **3.9.3. GEOGRIGLIE**

Nell'applicazione delle geogriglie, la giunzione tra due file deve essere parte integrante della struttura e non ottenuta tessendo o saldando singole file.

Le geogriglie non devono decomporsi e devono essere atossiche, resistenti ai roditori e ai microrganismi, chimicamente inerti e stabili ai raggi ultravioletti (UV).

Le geogriglie vengono tagliate per ottenere strisce della larghezza richiesta preservando l'integrità del materiale locale. Dispositivi specifici suggeriti dal produttore della geogriglia devono essere utilizzati per fissare le geogriglie al suolo.

Gli impieghi ammessi per le geogriglie sono come rinforzo per riempimenti di argini, dighe in terra, sezioni rocciose disgiunte, sezioni in calcestruzzo e costruzione di materassi per riempimenti su terreni organici e morbidi per aumentarne la stabilità.

Le geogriglie devono essere installate come da progetto. Se necessario, dovranno essere adeguatamente fissati ad altre strutture (gabbioni, pannelli prefabbricati, ecc.) E dovranno essere adeguatamente ancorate al suolo.

Allungamento, movimento e trasmissione di carichi eccessivi devono essere evitati in ogni momento quando si utilizza la geogriglia sotto la superficie del suolo. Le attrezzature da cantiere (come escavatori e gru) non devono viaggiare direttamente sulle geogriglie

L'Appaltatore dovrà garantire che il materiale della geogriglia sia conforme ai requisiti di progettazione. L'Appaltatore dovrà sottoporre le specifiche del materiale geogriglia ad Enel Green Power per approvazione. Inoltre, Enel Green Power può chiedere all'Appaltatore di eseguire ulteriori test a proprie spese.

### **3.9.4. GEOSTUOIE**

Le stuoie non si decompongono e devono essere atossiche, resistenti ai roditori e ai microrganismi, chimicamente inerti e stabili ai raggi ultravioletti (UV).

Possono essere utilizzate per differenti finalità:

- Geostuoie per il drenaggio: possono essere impiegate per consentire il drenaggio

planare di una superficie dietro i muri, come monconi o all'interno di argini e lavori simili oltre ad altri geosintetici destinati a scopi diversi dal drenaggio. La geostuoia utilizzata dietro muri sotterranei, fondazioni e strutture simili, deve essere fissata con pistole sparachiodi o tasselli ad espansione.

- Geostuoie come elementi di protezione: quando utilizzate per questa finalità, la superficie di installazione deve essere livellata, liberata da radici, rocce sporgenti, ecc. E con intercapedini riempite per ottenere una superficie di installazione stabile e compatta. Le geostuoie devono essere installate dalla sommità del pendio e fissate al suolo con dispositivi specifici dimensionati per adattarsi alla consistenza del suolo. Devono essere interrati o collegati alla sommità, ai piedi e lungo il perimetro di altre costruzioni, se presenti, secondo le istruzioni Enel Green Power. I giunti devono sovrapporsi per almeno 10 cm. Quando sono in posizione, le geostuoie devono essere ricoperte con terriccio adatto a riempire i vuoti della geostuoia e una miscela di semi di erba selezionata per fornire una copertura erbosa. Una volta che la semina è terminata, deve essere coperto e compattato adeguatamente e fertilizzato per la crescita dell'erba. L'irrigazione sistematica deve essere eseguita utilizzando sprinkler di acqua dolce a bassa portata e pressione nominale almeno per 10 giorni dopo la germinazione. Dopo la copertura dell'erba, le superfici devono essere modellate in modo uniforme e avere lo spessore determinato dal progetto. In alternativa è possibile l'idrosemina.

### **3.9.5. GEOCELLE**

Le geocellule possono essere realizzate in polietilene a bassa densità o in geotessile di poliestere e vengono fornite al cantiere imballate in pannelli.

I pannelli dovranno essere posati in pendenza o in trincea e devono essere fissati secondo quanto contenuto nei documenti progettuali e in accordo con le schede tecniche fornite dal produttore.

Le geocelle devono essere riempite dall'alto verso il basso con sabbia selezionata e compattate. Le geocelle dovranno essere fissate al suolo con appositi dispositivi opportunamente sagomati dal produttore delle stesse.

Il manto erboso può essere di semina o di idrosemina.

La superficie di installazione dovrà essere livellata, liberata da vegetazione e radici, rocce sporgenti, ecc., le intercapedini devono essere riempite per ottenere una superficie di installazione stabile e compatta.

Le geocelle devono essere installate dalla sommità del pendio e fissate al suolo con dispositivi specifici dimensionati in base alla consistenza del terreno. Devono essere interrati o collegati a costruzioni in alto e in basso.

L'Appaltatore dovrà garantire, attraverso prove di laboratorio e in cantiere, che le geocelle selezionate soddisfino i requisiti di progettazione secondo quanto concordato con Enel Green Power. L'Appaltatore deve fornire la documentazione di questi test.

### **3.9.6. GEOCOMPOSITI**

I geocompositi devono essere non biodegradabili, non tossici, a prova di roditori e microrganismi e devono avere una buona resistenza alla temperatura, agli agenti chimici e ai raggi ultravioletti.

I geocomposti devono essere fissati in posizione unendoli con cuciture, graffette, colla o altri mezzi accettati da Enel Green Power. I geocomposti vengono tagliati in strisce della larghezza desiderata preservando l'integrità locale di tutti i materiali da costruzione geocomposti.

#### **3.9.6.1. Geocompositi per il drenaggio superficiale**

Per le applicazioni di drenaggio superficiale, i geocompositi vengono installati ai piedi del pendio, all'interno di scavi di fondazione, su superfici piane oa bassa pendenza o dietro muri sotterranei verticali come muri di supporto o spalle di canale.

### **3.9.6.2. Geocompositi per il drenaggio sub-superficiale**

Lo scopo del tipo geocomposito è quello di creare uno strato drenante tra formazioni rocciose e rivestimenti in calcestruzzo, malta o altro.

I requisiti minimi del geotessile/georete composito devono essere conformi alla documentazione di progetto e a quanto concordato con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva.

L'Appaltatore dovrà fornire le specifiche del materiale per l'approvazione di Enel Green Power prima di procedere con il lavoro.

### **3.9.6.3. Geocompositi per il rinforzo**

In pendii, argini fluviali, canali, argini e simili, i geocompositi vengono utilizzati per il rinforzo per migliorare la distribuzione del carico sul terreno migliorando la costruibilità.

Su superfici inclinate e verticali e quando richiesto da Enel Green Power, i geocompositi devono essere fissati al suolo con dispositivi metallici a forma di U. Quando posti al di sotto degli strati di terreno, i geocompositi non devono essere allungati e devono essere evitati carichi eccessivi dovuti al traffico edilizio.

## **3.10. 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. 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.

È obbligatorio l'utilizzo di prodotti stabili e che non lasciano residui inquinanti nel terreno e nei corpi idrici circostanti. Pertanto, l'uso di soluzioni colloidali con reagenti organici è vietato e l'Appaltatore deve garantire che il prodotto solidificato non sia affetto da instabilità chimica e/o fisica o problemi di reversibilità. Tutti i regolamenti e la normativa vigente dovranno essere rispettati, inoltre l'Appaltatore riceverà l'autorizzazione da Enel Green Power per qualsiasi materiale o prodotto destinato all'uso.

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. Se richiesto da Enel Green Power, devono essere eseguite prove idrauliche e devono essere prelevati campioni di terreno continui durante la perforazione del suolo.

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 e risultati dei test per l'approvazione di Enel Green Power.

A seguito dell'approvazione di Enel Green Power, i dati riportati sono vincolanti per l'Appaltatore e non possono essere modificati senza l'autorizzazione di Enel Green Power.

L'approvazione di Enel Green Power non implica la responsabilità della stessa e, pertanto, non esonera l'Appaltatore da responsabilità. Durante l'esecuzione, in base ai risultati o alle deviazioni dei test specifici, all'Appaltatore può essere chiesto da Enel Green Power di modificare e/o organizzare la configurazione per riallineare i risultati.

### **3.10.1. 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 una profondità che verrà indicata da Enel Green Power.

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.

I valori registrati devono essere elaborati in tempo reale dall'Appaltatore e gli schemi per la perforazione e il getto devono essere forniti a Enel Green Power.

Ulteriori prescrizioni riguardanti le interruzioni del getto, le misurazioni da effettuare, potranno essere richieste da Enel Green Power.

In ogni caso 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.

#### **3.10.1.1. 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. In assenza di tali requisiti, l'Appaltatore

dovrà attenersi ai requisiti dichiarati da Enel Green Power;

### **3.10.1.2. 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 e/o quelli concordati con Enel Green Power.

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 concordate con Enel Green Power. Per verificare la continuità, l'omogeneità, le dimensioni e le proprietà meccaniche, Enel Green Power può richiedere 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 con metodi approvati da Enel Green Power.

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.

### **3.10.2. CHEMICAL GROUTING**

Quando si adotta il Chemical Grouting, devono essere utilizzati sistemi ed apparecchiature omologate da Enel Green Power 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 e previa autorizzazione di Enel Green Power, 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.

### **3.10.2.1. 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.

### **3.10.2.2. 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 con Enel Green Power, nel rispetto della normativa vigente, le prescrizioni a cui questa dovrà sottostare.

### **3.10.2.3. 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 materiali da utilizzare ed i rispettivi dosaggi devono essere approvati da Enel Green Power prima dell'inizio dei lavori. I Prodotti usati devono rimanere stabili e non inquinare i terreni circostanti. L'Appaltatore dovrà fornire a Enel Green Power 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.

### **3.10.2.4. 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 come da istruzioni Enel Green Power 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. Enel Green Power si riserva il diritto di

richiedere ulteriori test in laboratorio, se necessario.

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.

### **3.11. 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.

#### **3.11.1. 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 EGP 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 in fase esecutiva da parte di Enel Green Power;
- 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.

Va notato che l'approvazione di Enel Green Power non implica alcuna accettazione di responsabilità e la responsabilità per l'impianto di calcestruzzo spetta ancora all'Appaltatore in ogni momento.

Infine, Enel Green Power ha facoltà di richiedere documentazione aggiuntiva a quella appena presentata.

### **3.11.2. MISCELE DI CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo è una miscela di cemento e materiale 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.

#### **3.11.2.1. Rapporto acqua/cemento**

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

#### **3.11.2.2. 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, e deve essere inviato ad Enel Green Power per ricevere l'approvazione.

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

#### **3.11.2.3. Calcestruzzo non strutturale**

Il calcestruzzo non strutturale deve soddisfare i requisiti contenuti nella documentazione progettuale, nella normativa vigente e negli standard, e deve essere inviato ad Enel Green Power per ricevere l'approvazione.

### **3.11.3. PROVE DA ESEGUIRE SULLE MISCELE**

#### **3.11.3.1. 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 e sottoporlo ad Enel Green Power per l'approvazione prima dell'inizio dei lavori in calcestruzzo. Inoltre, eventuali modifiche sostanziali devono essere approvate da Enel Green Power prima di iniziare i lavori.

#### **3.11.3.2. 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 e le prestazioni di produzione sono affidabili e ritenute soddisfacenti da Enel Green Power, non sono richieste prove ulteriori sulle miscele stesse. Tuttavia EGP 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 da Enel Green Power 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 ai normativa e agli standard applicabili e a quanto segue in questo documento. Le certificazioni devono essere rilasciate a EGP per l'approvazione insieme alla documentazione del mix design;
- Test sulle miscele di prova: in questi casi (impianti di Classe B o quando richiesto da Enel Green Power) 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 EGP. Le miscele sono accettabili se la resistenza alla compressione media è conforme al progetto.

### **3.11.3.3. 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 component grezzi solamente se dalle prove sui campioni risulta una resistenza a compressione minore di quella di progetto, oppure in caso di richiesta da parte di Enel Green Power.

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 e in accordo a quanto richiesto da Enel Green Power. 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 in accordo con Enel Green Power;
- Acqua: un set di prove ogni 2 mesi se si tratta di acqua proveniente dalla rete idrica pubblica, ogni settimana o su richiesta di Enel Green Power nel caso di altri metodi di approvvigionamento;
- Aggregati: un set di prova con frequenza temporale o volumetrica da stabilire in accordo con Enel Green Power;
- Miscela: un set di prove ogni volta che cambia il produttore.

#### **3.11.3.4. 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 Enel Green Power.

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 Enel Green Power e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 7 giorni: secondo quanto concordato con Enel Green Power e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 28 giorni; secondo quanto concordato con Enel Green Power 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 Enel Green Power.

L'Appaltatore è responsabile per eventuali prove aggiuntive oltre a quelle indicate e concordate con Enel Green Power.

In caso di esito negativo di uno qualsiasi dei test di cui sopra, l'Appaltatore dovrà informare tempestivamente Enel Green Power.

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 Enel Green Power a spese dell'Appaltatore, considerando la riduzione della resistenza.

### **3.11.4. TRASPORTO E MESSA IN OPERA**

#### **3.11.4.1. *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 Enel Green Power.

#### **3.11.4.2. *Gettata***

Prima dell'inizio della gettata, l'Appaltatore dovrà sottoporre, in un documento, la procedura di gettata all'approvazione di Enel Green Power, 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, vibratorii, 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 Enel Green Power di controllare la cassaforma, l'armatura e gli inserti e richiedere l'approvazione di Enel Green Power 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 Enel Green Power 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 me 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 Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva.

### **3.11.4.3. Unione a freddo**

Devono essere le unioni a freddo, a meno che non sia chiaramente indicato nella documentazione di progetto. In caso di interruzione del getto, l'Appaltatore dovrà informare Enel Green Power 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 Enel Green Power. 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 boiacca 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 EGP eventuali misure speciali.

### **3.11.5. 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.

Le modalità di stagionatura devono essere concordate con Enel Green Power prima dell'inizio dei lavori. 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.

#### **3.11.5.1. 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, Enel Green Power può chiedere all'Appaltatore di prendere ulteriori precauzioni.

#### **3.11.5.2. Protezione dal gelo**

Il tempo di protezione dal gelo può essere calcolato in base al grado di maturazione del calcestruzzo. Verrà stabilito da Enel Green Power, 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.

#### **3.11.5.3. Protezione da dilavamento**

In caso di getto direttamente su terreno, se indicato nella documentazione di progetto o richiesto da Enel Green Power, 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.

### **3.11.6. CASSEFORME**

L'Appaltatore ha facoltà di scegliere il tipo di casseforme (metallica o in materiale ligneo), ad eccezione di quando sorge una richiesta specifica da parte di Enel Green Power. È responsabilità dell'Appaltatore assicurarsi della stabilità, rigidezza 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.

### **3.11.7. 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 fondazioni dopo aver verificato e presentato a Enel Green Power i risultati della rottura del calcestruzzo di 7 giorni.

### **3.11.8. TOLLERANZE**

Le tolleranze dovranno essere conformi alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power.

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

### **3.11.9. FINITURA DELLE SUPERFICI ESPOSTE**

Per alcune strutture Enel Green Power può richiedere la realizzazione di specifiche finiture o impermeabilizzazioni della superficie a vista del calcestruzzo, come di seguito descritto.

A meno che non siano richiesti trattamenti e prodotti specifici dalla documentazione di progettazione, l'Appaltatore dovrà proporre un prodotto a Enel Green Power per l'approvazione preventiva e seguire i requisiti e le indicazioni del produttore del prodotto per preparare la superficie e applicare il prodotto. Enel Green Power può chiedere all'Appaltatore di testare la superficie per verificare se lo spessore del trattamento e l'aderenza della superficie soddisfano il risultato atteso.

#### **3.11.9.1. 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 Enel Green Power, 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.

### **3.11.9.2. 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.

### **3.11.9.3. 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 Enel Green Power.

Dopo lo spargimento del materiale in polvere, le superfici devono essere levigate con strumenti meccanici o manuali.

## **3.11.10. 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 Enel Green Power.

La saldatura dell'armatura è consentita solo se specificatamente richiesta dal progetto o consentita da Enel Green Power.

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 EGP. In ambienti molto aggressivi, EGP può richiedere l'uso di armature rivestite da un agente inibitore della corrosione, come zincate (zincate) o epossidiche.

L'Appaltatore fornirà a EGP 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.

### **3.11.10.1. 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 per 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 Enel Green Power per verificare la conformità ai requisiti di progetto. L'attività di colata dovrebbe comunque iniziare solo dopo aver ottenuto

l'approvazione di Enel Green Power.

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

### **3.11.11. 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 Enel Green Power e/o di terzi che dovranno assemblare altre strutture o componenti.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà presentare a Enel Green Power 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 Enel Green Power, 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 Enel Green Power.

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 Enel Green Power prima di intraprendere l'installazione.

#### **3.11.11.1. 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.

### **3.11.11.2. 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 Enel Green Power. Per tutti gli elementi forniti, l'Appaltatore dovrà fornire a Enel Green Power 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 Enel Green Power o secondo le specifiche del produttore/fornitore di bulloni di ancoraggio.

Le tolleranze devono essere conformi alla documentazione di progetto o ai requisiti di Enel Green Power.

Se la fondazione viene gettata in due fasi (lastra e piedistallo), Enel Green Power può chiedere all'Appaltatore di controllare la posizione del bullone di ancoraggio prima della seconda fase.

### **3.11.11.3. 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 compilare la documentazione richiesta;

Le tolleranze devono soddisfare i requisiti della documentazione progettuale e le eventuali ulteriori richieste di Enel Green Power.

### **3.11.11.4. 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, gli standard applicabili e le richieste di Enel Green Power.

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.

### **3.11.12. 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 Enel Green Power per l'approvazione preliminare.

A seguito dell'approvazione di Enel Green Power e prima dell'inizio dei lavori, la malta selezionata dovrà essere collaudata per l'approvazione finale da parte di Enel Green Power. 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.

### **3.11.12.1. 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 Enel Green Power, 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 EGP, 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.R, 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.

### **3.11.12.2. 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 Enel Green Power, 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 boiaca 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 Enel Green Power 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.

### **3.11.13. 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 Enel Green Power per l'approvazione.

Enel Green Power 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.

### **3.11.13.1. 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 Enel Green Power, 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.

### **3.11.13.2. 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 Enel Green Power.

### **3.11.13.3. 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.

## **3.12. PALI DI FONDAZIONE**

### **3.12.1. 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 Enel Green Power. Enel Green Power 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 Enel Green Power la procedura per la preforatura. Le attività possono iniziare solo dopo l'approvazione di Enel Green Power.

In ogni caso, l'impiego di questi pali deve essere conforme alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power, sia per quanto riguarda i parametri caratteristici che per le modalità di messa in opera.

### **3.12.2. 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)
- Inclinometro 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 Enel Green Power, ma eventuali guasti devono essere segnalati immediatamente al personale Enel Green Power 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 Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

### **3.12.3. 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 Enel Green Power, 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.

### **3.12.4. 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 Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la con la normativa vigente e gli standard applicabili.

### **3.12.5. 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.

#### **3.12.5.1. Calcestruzzo per i pali**

Le proprietà del calcestruzzo saranno definite nella documentazione di progetto, se le proprietà non sono definite, l'Appaltatore dovrà soddisfare i requisiti minimi elencati nel resto di questa sezione riguardante i pali e quelli indicati nella sezione riguardante i calcestruzzi.

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.

#### **3.12.5.2. Barre di rinforzo in acciaio**

Le caratteristiche delle barre di rinforzi in acciaio saranno definite nella documentazione progettuale, nel caso non fossero presenti bisognerà attenersi a quanto specificato in questo documento all'interno della sezione riguardante calcestruzzi ed elementi di rinforzo.

### **3.12.5.3. 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.

### **3.12.6. 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 Enel Green Power, 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 Enel Green Power 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.

### **3.13. LAVORI VARI**

#### **3.13.1. 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 Enel Green Power.

#### **3.13.1.1. 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.

#### **3.13.1.2. 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.

### **3.13.1.3. Demolizione delle recinzioni**

L'Appaltatore provvederà allo smantellamento delle 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.

### **3.13.1.4. 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 Enel Green Power 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 Enel Green Power 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 supervisor 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;

### **3.13.2. 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 Enel Green Power in fase di progettazione esecutiva.

### **3.13.3. ELEMENTI PAESAGGISTICI E OPERE DI PIANTUMAZIONE**

Possono 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.

### **3.13.4. 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 Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

## **4. 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 EN 50341-2-13:2017-01 (CEI11-4-2/13): 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 EN IEC 62271-100: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad altatensione;
- CEI EN 60909-0 : Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata;
- 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 Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

#### **4.1. 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 aventi tensione di esercizio di 33 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 e in accordo con quanto stabilito con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva.

Nella stazione di trasformazione esistente 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, agli standard applicabili e a quanto concordato con Enel Green Power in fase esecutiva di progettazione.

Ogni scomparto sarà equipaggiato con interruttore sottovuoto, trasformatori di misura, protezioni elettriche e contatori di energia.

Infine, sarà previsto uno scomparto misure di sbarra equipaggiato con i trasformatori di tensione e uno scomparto con sezionatore sotto-carico e fusibile per la protezione del trasformatore.

#### **4.1.1. SEGNALE DELLA PRESENZA DELL'ELETTRODOTTO**

Il percorso dei cavi dovrà essere opportunamente segnalato con l'infissione, a distanza regolare e secondo le normative vigenti e le indicazioni di Enel Green Power, di cartelli metallici indicanti la presenza di cavi elettrici.

I cartelli potranno essere eventualmente, ed in accordo con Enel Green Power, sostituiti con mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni dei cavi, tra cui profondità di posa e tensione di esercizio.

#### **4.1.2. POZZETTI E CAMERETTE**

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.

#### **4.2. 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, i codici applicabili e con quanto concordato con Enel Green Power nella fase esecutiva della progettazione.

#### **4.2.1. COESISTENZA TRA CAVIDOTTO ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE**

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 concordare con Enel Green Power 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.

Eventuali omissioni dei predetti dispositivi protettivi dovranno essere concordate con Enel Green Power, nel rispetto della normativa vigente e degli standard applicabili.

#### **4.2.2. 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 concordato con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

#### **4.2.3. 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 interrate (acquedotti, oleodotti etc.), si deve rispettare quanto concordato con Enel Green Power 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 con Enel Green Power 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 con Enel Green Power nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

#### **4.3. BESS**

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System) sarà composto da blocchi di batterie a ioni di Litio (Li-Ion), che rappresentano la soluzione maggiormente utilizzata per l'integrazione delle tecnologie rinnovabili con la rete, grazie alla loro alta efficienza, modularità, flessibilità e reattività.

Il sistema di batterie installato avrà una potenza complessiva pari a 35 MW, e sarà composto da 10 blocchi da 3,5 MW ciascuno, con una capacità di stoccaggio di energia complessiva pari a 280 MWh.

L'impianto BESS (Battery Energy Storage System), sarà costituito da:

- 80 battery container da 3500 kW

- 20 container PCS (contenenti inverter e trasformatori)
- 10 trasformatori elevatori
- 2 container MV contenente il quadro di media tensione di interfaccia

Il BESS sarà installato in un'area dedicata di dimensioni circa 90 m x 223 m che sarà realizzata nelle vicinanze della sottostazione elettrica d'utente.

I container dovranno essere installati su una struttura in cemento armato, costituita da una platea di fondazione opportunamente dimensionata.

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

Particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie dovranno essere realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale.

Relativamente alla sicurezza degli accessi, i container saranno caratterizzati da elevata robustezza. Tutte le porte dovranno essere in acciaio rinforzato e dotate di serrature e blocchi idonei a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

Il sistema BESS sarà dotato di un proprio impianto di messa a terra, realizzato in conformità alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522.

#### **4.4. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN**

##### **4.4.1. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 33KV-150KV**

La sottostazione si compone di n.1 stallo produttore relativo al progetto dell'impianto eolico Sanluri-Sardara, n.2 stalli AT relativi ad altre iniziative e non oggetto del presente progetto e di n.1 stallo AT in uscita verso la SE Terna. Il montante di trasformazione AT/MT dell'impianto eolico di Sanluri-Sardara sarà composto dalle seguenti apparecchiature ad isolamento in aria:

- N.1 sezionatore di sbarre (189S) dimensionato per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con comando a motore elettrico (110Vcc).
- N. 3 TV di tipo induttivo a triplo avvolgimento secondario protezioni e misure con isolamento in SF6.
- N.1 interruttore generale (152T) dimensionato per 170 kV, 31,5 kA, 1250 A, con bobina di chiusura, due bobine di apertura, isolamento in SF6 e comando a motore elettrico (110Vcc).
- N.3 TA a quattro avvolgimenti secondari, 2 di misura e 2 di protezione, con isolamento in SF6.
- N.3 scaricatori di sovratensione.
- N.1 trasformatore AT/MT 150/33kVdi potenza nominale 145MVA ONAN-ONAF
- N.1 quadro di media tensione 33 kV
- N.1 trasformatore 33 kV/400 V per i servizi ausiliari
- N.1 quadro servizi ausiliari in bassa tensione
- Quadro protezione
- Quadro di misura.

Le apparecchiature AT e il trasformatore saranno installati all'aperto, il quadro di media tensione, i servizi ausiliari e i sistemi di protezione, controllo e misura saranno installati all'interno del fabbricato previsto all'interno dell'area di sottostazione riservata al progetto in oggetto. 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 con Enel Green Power nella fase esecutiva della

progettazione.

L'insieme della sottostazione di trasformazione e dell'elettrodotto a 150 kV costituiranno l'impianto d'Utente.

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.

#### **4.4.2. INTERCONNESSIONE ALLA RTN**

L'impianto d'utente composto dalla sottostazione di trasformazione e dalle sbarre in alta tensione AT sarà connesso all'impianto di rete individuato.

All'interno della stazione di Terna, nella sezione a 150 kV, sarà allestito uno arrivo linea dedicato al nuovo parco eolico.

Il confine di competenza tra RTN e l'impianto risulterà essere i terminali del sezionatore AT lato utente.