



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR02800

PAGE

1 di/of 54

TITLE: Disciplinare descrittivo degli elementi tecnici

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**“IMPIANTO EOLICO ACRI”**COMUNI DI ACRI, SAN DEMETRIO CORONE, TERRANOVA DA SIBARI, CORIGLIANO –  
ROSSANO E CASALI DEL MANCO (CS)**PROGETTO DEFINITIVO****DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI**

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File: C24FSTR002WR02800\_Disciplinare descrittivo degli elementi tecnici

|                                   |                   |                          |                     |                 |                     |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| <b>00</b>                         | <b>26/07/2024</b> | <b>PRIMA EMISSIONE</b>   | <b>C. Nicoletti</b> | <b>P.E.</b>     | <b>L. Sblendido</b> |
| <b>REV.</b>                       | <b>DATE</b>       | <b>DESCRIPTION</b>       | <b>PREPARED</b>     | <b>VERIFIED</b> | <b>APPROVED</b>     |
| <b>VALIDATION</b>                 |                   |                          |                     |                 |                     |
| <i>NOME</i>                       |                   | <i>NOME</i>              |                     | <i>NOME</i>     |                     |
| COLLABORATORS                     |                   | VERIFIED BY              |                     | VALIDATED BY    |                     |
| <b>PROJECT / PLANT</b><br>ACRI EO |                   | <b>INTERNAL CODE</b>     |                     |                 |                     |
|                                   |                   | <b>C24FSTR002WR02800</b> |                     |                 |                     |
| <b>CLASSIFICATION:</b> COMPANY    |                   | <b>UTILIZATION SCOPE</b> |                     |                 |                     |



## SOMMARIO

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1       | INTRODUZIONE .....   | 5  |
| 2       | INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....   | 5  |
| 3       | OPERE EDILI .....  | 9  |
| 3.1     | INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI .....                               | 9  |
| 3.2     | PREDISPOSIZIONE DELLE AREE .....   | 9  |
| 3.3     | MATERIALI .....  | 10 |
| 3.4     | SCAVI.....   | 10 |
| 3.4.1   | PREPARAZIONE DELL'AREA DI SCAVO .....                                    | 11 |
| 3.4.2   | MATERIALE ESCAVATO .....   | 11 |
| 3.4.3   | SCAVI DI SBANCAMENTO ED ASSIMILABILI CON MEZZO MECCANICO .....           | 12 |
| 3.4.4   | SCAVI RELATIVI ALLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI .....                | 12 |
| 3.4.5   | SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA .....  | 12 |
| 3.4.6   | SCAVI IN ROCCIA .....  | 13 |
| 3.4.7   | SCAVI CON STRUMENTI MANUALI .....  | 13 |
| 3.4.8   | I TROVANTI .....   | 13 |
| 3.4.9   | REINTERRO .....  | 13 |
| 3.4.10  | REINTERRI CON COMPATTAZIONE .....  | 14 |
| 3.4.11  | REINTERRI SENZA COMPATTAZIONE.....                                       | 14 |
| 3.4.12  | REINTERRO DI SCAVI PRECEDENTI (BACKFILLING) .....                        | 14 |
| 3.4.13  | OPERE IN TERRA, RILEVATI E REINTERRI DEGLI SCAVI .....                   | 14 |
| 3.4.14  | PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE OPERE IN TERRA E DEI RILEVATI ..... | 15 |
| 3.4.15  | IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E VAGLIATURA .....                             | 16 |
| 3.4.16  | ARGINI.....  | 17 |
| 3.4.17  | RILEVATI A SUPPORTO DI STRADE .....                                      | 17 |
| 3.4.18  | STRATI PER LA DIFFUSIONE DEL CARICO .....                                | 18 |
| 3.4.19  | CONDIZIONI CLIMATICHE .....  | 18 |
| 3.5     | PAVIMENTAZIONI STRADALI .....  | 19 |
| 3.5.1   | SCARIFICAZIONE .....   | 19 |
| 3.5.2   | SOTTOFONDO STRADALE E PIAZZOLE DELLE GRU.....                            | 19 |
| 3.5.2.1 | MIGLIORAMENTO DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE.....                        | 20 |
| 3.5.2.2 | MANTO D'USURA E STRATO BITUMINOSO .....                                  | 20 |
| 3.5.3   | STABILIZZAZIONE MEDIANTE CALCE .....                                     | 20 |
| 3.5.3.1 | STANDARD DI RIFERIMENTO .....  | 21 |
| 3.5.3.2 | Fasi di realizzazione .....  | 21 |
| 3.5.3.3 | TEST, REQUISITI DEI MATERIALI E VERIFICHE DELLA QUALITÀ .....            | 23 |
| 3.5.4   | STABILIZZAZIONE MEDIANTE CEMENTO .....                                   | 23 |
| 3.5.4.1 | FASI DI REALIZZAZIONE .....  | 23 |
| 3.5.4.2 | TEST, REQUISITI DEI MATERIALI E VERIFICHE DELLA QUALITÀ .....            | 24 |
| 3.6     | OPERE DI DRENAGGIO .....   | 24 |
| 3.6.1   | DRENAGGIO SUPERFICIALE .....   | 24 |
| 3.6.1.1 | SCAVO DI TRINCEE ED IMPIEGO DI GEOTESSILI.....                           | 24 |
| 3.6.2   | FOSSI DI DRENAGGIO LATO STRADA.....                                      | 25 |
| 3.6.2.1 | IMPIEGO DI GEOTESSILI .....  | 25 |
| 3.6.2.2 | IMPIEGO DI RIP RAP .....   | 25 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.6.2.3  | IMPIEGO DI ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO.....                           | 25 |
| 3.6.3    | TUBI DRENANTI .....  | 25 |
| 3.7      | MATERIALI GEOSINTETICI .....   | 26 |
| 3.7.1    | GEOTESSUTI.....  | 26 |
| 3.8      | TRATTAMENTI DEL TERRENO.....   | 27 |
| 3.8.1    | CHEMICAL GROUTING .....  | 27 |
| 3.8.1.1  | PERFORAZIONI PER L'INIEZIONE .....   | 28 |
| 3.8.1.2  | TECNICHE REALIZZATIVE.....   | 28 |
| 3.8.1.3  | MATERIALI IMPIEGATI .....  | 29 |
| 3.8.1.4  | PROVE .....  | 29 |
| 3.9      | STRUTTURE IN CLS .....   | 29 |
| 3.9.1    | CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DEL CLS .....                       | 29 |
| 3.9.2    | MISCELE DI CALCESTRUZZO.....   | 30 |
| 3.9.2.1  | RAPPORTO ACQUA/CEMENTO.....  | 31 |
| 3.9.2.2  | RESISTENZA A COMPRESSIONE E CLASSE DI ESPOSIZIONE.....                           | 31 |
| 3.9.2.3  | CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE.....  | 31 |
| 3.9.3    | PROVE DA ESEGUIRE SULLE MISCELE .....  | 31 |
| 3.9.3.1  | PROVE SULLE MISCELE DI CALCESTRUZZO E SUI MATERIALI .....                        | 31 |
| 3.9.3.2  | PROVE SUL CALCESTRUZZO PRECEDENTI ALLA COSTRUZIONE.....                          | 31 |
| 3.9.3.3  | PROVE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI SUGLI INGREDIENTI.....                     | 32 |
| 3.9.3.4  | PROVE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI SULLE MISCELE .....                        | 33 |
| 3.9.4    | TRASPORTO E MESSA IN OPERA.....  | 34 |
| 3.9.4.1  | TRASPORTO IN SITO.....   | 34 |
| 3.9.4.2  | GETTATA .....  | 34 |
| 3.9.4.3  | UNIONE A FREDDO .....  | 36 |
| 3.9.5    | STAGIONATURA E PROTEZIONE .....  | 36 |
| 3.9.5.1  | PROTEZIONE DALLA FESSURAZIONE SUPERFICIALE DOVUTA A FATTORI<br>TERMICI 37        |    |
| 3.9.5.2  | PROTEZIONE DAL GELO .....  | 37 |
| 3.9.5.3  | PROTEZIONE DA DILAVAMENTO .....  | 37 |
| 3.9.6    | CASSEFORME.....  | 38 |
| 3.9.7    | REQUISITI SPECIALI PER LE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI .....                  | 38 |
| 3.9.8    | TOLLERANZE.....  | 38 |
| 3.9.9    | FINITURA DELLE SUPERFICI ESPOSTE.....  | 38 |
| 3.9.9.1  | RIVESTIMENTO IMPERMEABILIZZANTE BITUMINOSO.....                                  | 39 |
| 3.9.9.2  | IMPERMEABILIZZAZIONE OSMOTICA A PENETRAZIONE .....                               | 39 |
| 3.9.9.3  | RIVESTIMENTO IN QUARZO E CEMENTO RESISTENTE ALL'USURA /<br>ALL'ABRASIONE .....   | 39 |
| 3.9.10   | ARMATURE IN ACCIAIO .....  | 39 |
| 3.9.10.1 | POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE .....  | 40 |
| 3.9.11   | ELEMENTI ANNEGATI .....  | 40 |
| 3.9.11.1 | BULLONI DI ANCORAGGIO GENERICI NON DESTINATI AGLI AEROGENERATORI<br>40           |    |
| 3.9.11.2 | BULLONI DI ANCORAGGIO PER GLI AEROGENERATORI .....                               | 41 |
| 3.9.11.3 | BULLONI DI ANCORAGGIO POST-INSTALLATI .....                                      | 42 |
| 3.9.11.4 | ANNEGAMENTO PER COLLEGAMENTO DELLE ARMATURE AL SISTEMA DI<br>MESSA A TERRA ..... | 43 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.9.12   | MALTE.....   | 43 |
| 3.9.12.1 | MALTA PER IL RIEMPIMENTO E L'ANNEGAMENTO DEGLI ANCORAGGI .....                           | 43 |
| 3.9.12.2 | MALTE PER LE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI .....                                       | 44 |
| 3.9.13   | ELEMENTI DI GIUNZIONE .....  | 45 |
| 3.9.13.1 | GIUNTI A TENUTA STAGNA TRAMITE CORDOLI IDROESPANSIVI .....                               | 45 |
| 3.9.13.2 | GIUNTI DI TENUTA MEDIANTE PROFILI IN PLASTICA O GOMMA .....                              | 46 |
| 3.9.13.3 | GIUNTI AD ESPANSIONE .....   | 46 |
| 3.10     | PALI DI FONDAZIONE .....   | 46 |
| 3.10.1   | PALI PREFABBRICATI IN CEMENTO ARMATO .....   | 46 |
| 3.10.2   | PALI GETTATI IN LOCO IN POZZI TRIVELLATI A SECCO.....                                    | 47 |
| 3.10.3   | PALI GETTATI IN LOCO IN POZZI TRIVELLATI CON FANGO .....                                 | 48 |
| 3.10.4   | ALTRE TIPOLOGIE DI PALI .....  | 48 |
| 3.10.5   | MATERIALI IMPIEGATI .....  | 48 |
| 3.10.5.1 | CALCESTRUZZO PER I PALI .....  | 48 |
| 3.10.5.2 | BARRE DI RINFORZO IN ACCIAIO.....  | 49 |
| 3.10.5.3 | STAMPI E TUBI IN ACCIAIO .....   | 49 |
| 3.10.6   | PROVE .....  | 49 |
| 3.11     | LAVORI VARI .....  | 49 |
| 3.11.1   | DEMOLIZIONI .....  | 49 |
| 3.11.1.1 | DEMOLIZIONI DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO .....   | 50 |
| 3.11.1.2 | DEMOLIZIONE DI MANTI BITUMINOSI .....  | 50 |
| 3.11.1.3 | DEMOLIZIONE DELLE RECINZIONI .....   | 50 |
| 3.11.1.4 | SMALTIMENTO DEI RIFIUTI E DEI DETRITI DA DEMOLIZIONE.....                                | 50 |
| 3.11.2   | CANCELLI E RECINZIONI .....  | 51 |
| 3.11.3   | ELEMENTI PAESAGGISTICI E OPERE DI PIANTUMAZIONE .....                                    | 51 |
| 4        | OPERE ELETTRICHE.....  | 51 |
| 4.1      | MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI CAVIDOTTI .....   | 52 |
| 4.2      | SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DEL CAVIDOTTO .....  | 52 |
| 4.3      | POZZETTI .....   | 53 |
| 4.4      | MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI .....   | 53 |
| 4.5      | COESISTENZA TRA CAVIDOTTO ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE .....                            | 53 |
| 4.6      | INCROCI TRA CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE.....                              | 54 |
| 4.7      | PARALLELISMI ED INCROCI TRA CAVI ELETTRICI E TUBAZIONI O ALTRE STRUTTURE METALLICHE..... | 54 |



## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive gli interventi progettuali riferiti all'impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione alla futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV, proposto da Hergo Renewables S.p.A., nei territori comunali di Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari, Corigliano – Rossano e Casali del Manco, nella provincia di Cosenza, Calabria.

Il parco eolico è costituito da n.23 aerogeneratori di potenza nominale singola paria 4,5 MW per una potenza nominale complessiva pari a 103,5 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV, su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Laino – Rossano TE".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La soluzione localizzativa scelta per le opere oggetto della presente relazione deriva da uno studio tecnico – ambientale, che ha portato a ritenere la soluzione adottata come la migliore realizzabile, in relazione ai seguenti aspetti

- aspetti ambientali idrogeologici, urbanistici, paesaggistici e naturalistici, con individuazione dei possibili vincoli ambientali;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato dei cavi interrati AT;
- Le soluzioni di layout previste nel progetto sono in grado di assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità delle alimentazioni elettriche;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi,

prevedendo all'occorrenza adeguate mitigazioni vegetazionali.

Di seguito si riporta la sovrapposizione del layout di impianto su base IGM:

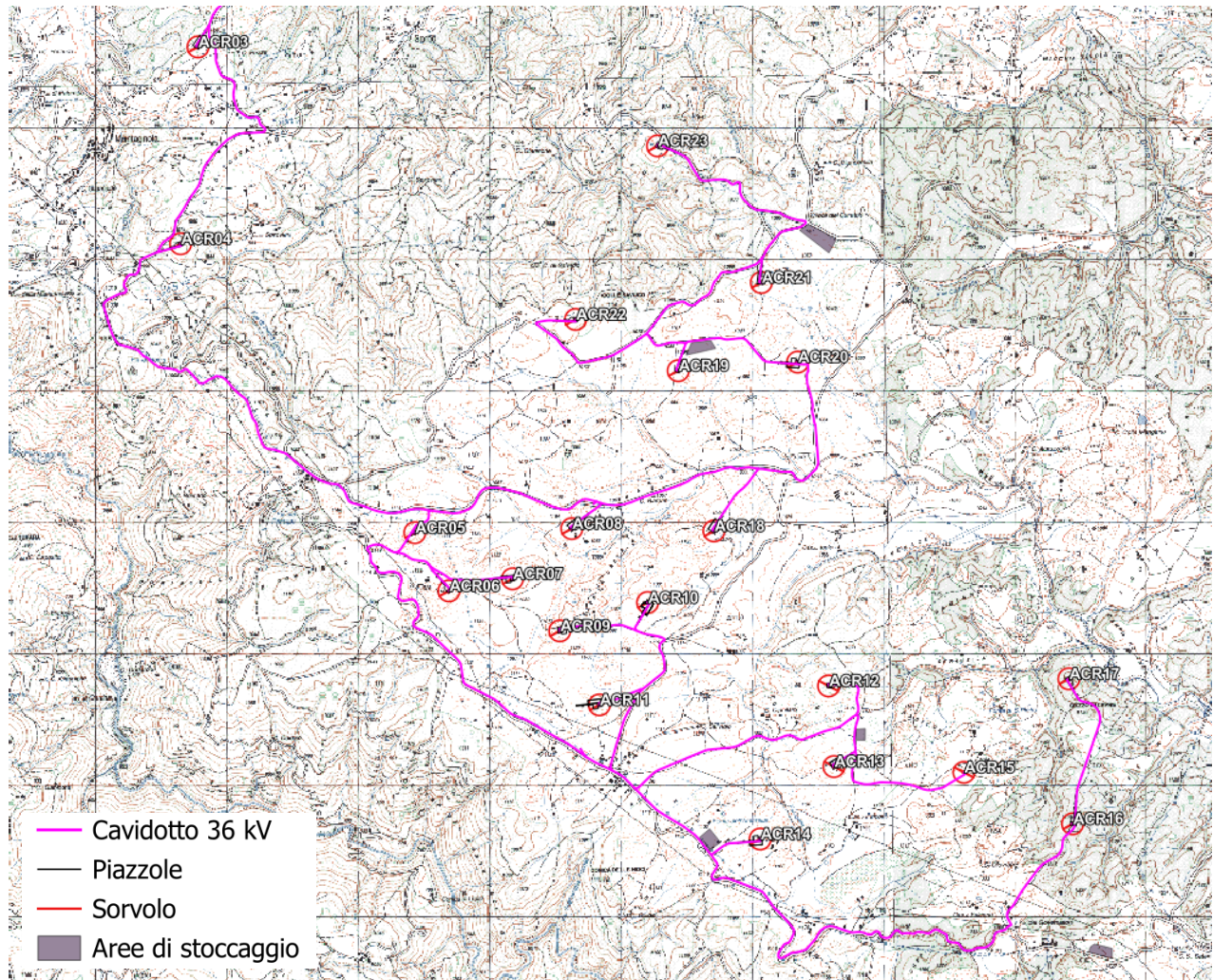


Figura 1: Inquadramento del layout di impianto su base IGM \_ 1/3

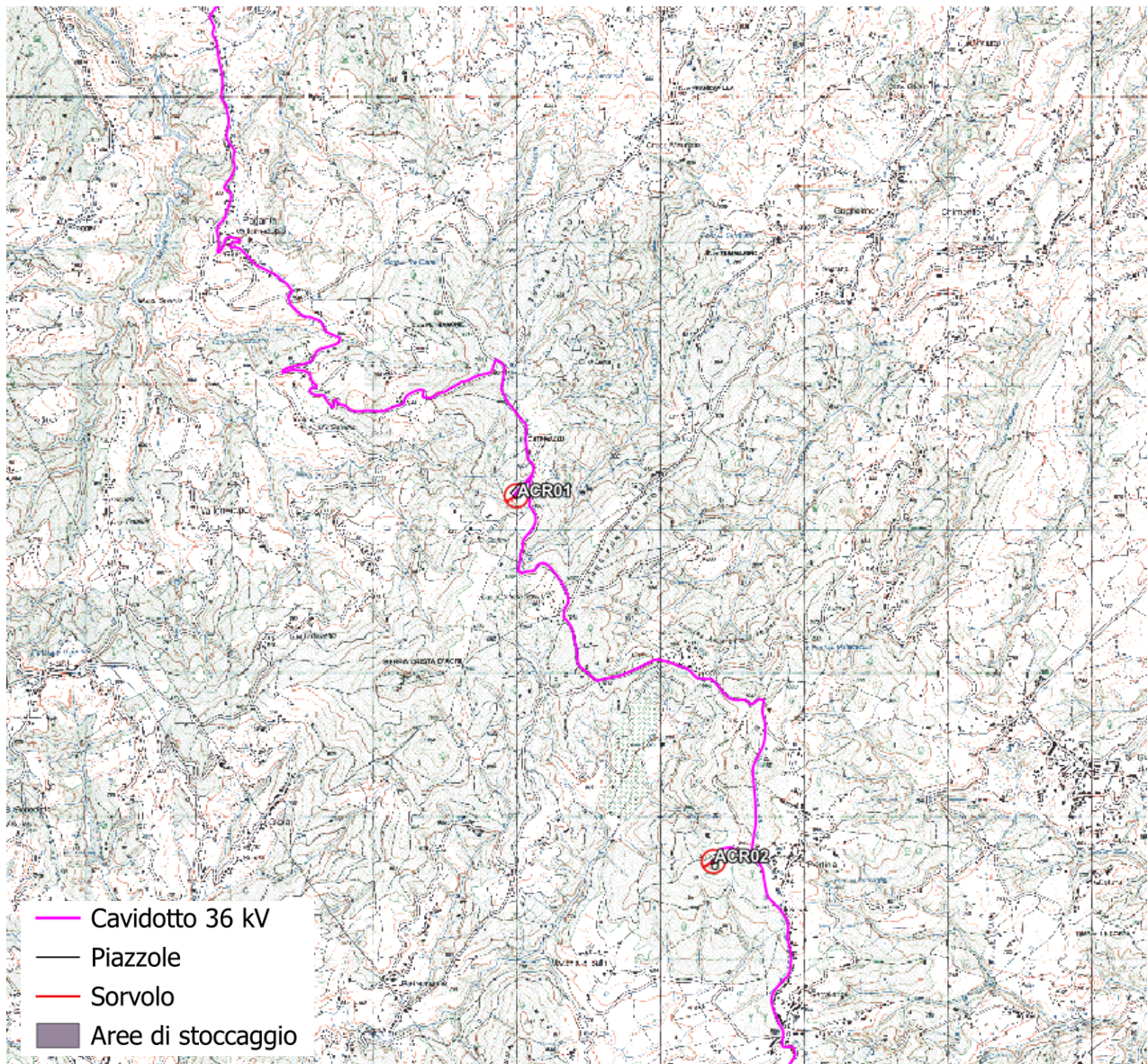


Figura 2: Inquadramento del layout di impianto su base IGM \_ 2/3

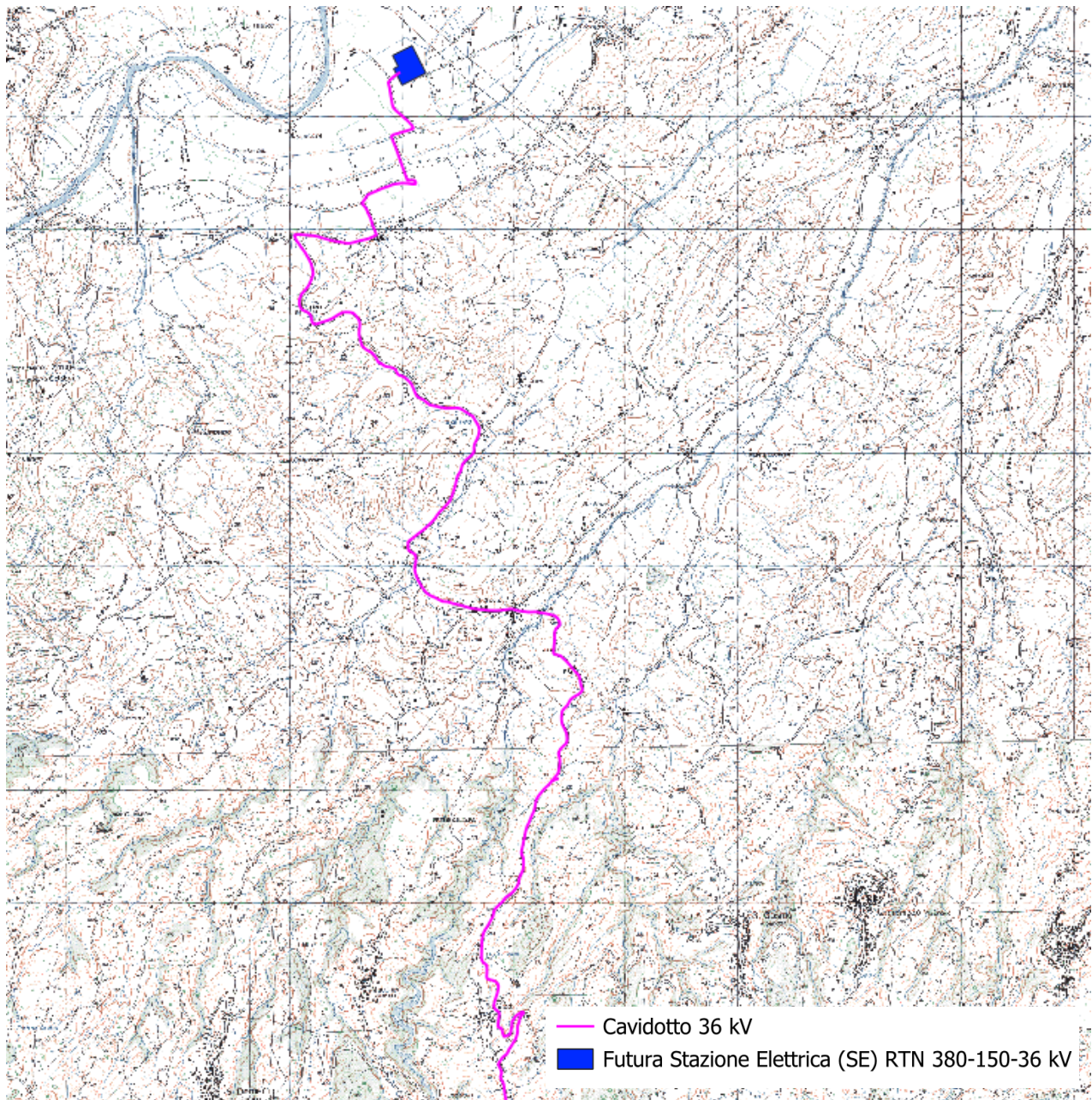


Figura 3: Inquadramento del layout di impianto su base IGM \_ 3/3





### 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 e dagli standard applicabili.

A meno che il presente Disciplinare non ne indichi specificatamente la provenienza, i materiali potranno essere prelevati ovunque si ritenga opportuno, purché le loro qualità rispettino i requisiti contrattuali, la normativa vigente e gli standard applicabili.

Si intendono a carico dell'Appaltatore, tra gli altri, gli oneri relativi all'approvvigionamento presso altri fornitori dei materiali aridi di cava rispondenti alle caratteristiche prescritte o gli eventuali oneri relativi all'approvvigionamento delle cave di prestito per i materiali aridi; quindi la spesa per la ricerca di cave idonee, l'acquisto per i diritti, lo svolgimento delle pratiche per il conseguimento dei permessi di estrazione, il pagamento di canoni, l'eliminazione dei materiali non idonei, la formazione e la coltivazione delle cave secondo la normativa 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 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 Hergo Renewables S.p.A.

L'Appaltatore deve presentare il piano degli scavi per qualsiasi attività di scavo, che dovrà essere inviato a Hergo Renewables S.p.A 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: dovranno essere messi in sicurezza i versanti ed eventualmente prevedere la rimozione del materiale franato. Le aree di scavo dovranno essere mantenute asciutte evitando il ristagno di acqua.

### 3.4.1 PREPARAZIONE DELL'AREA DI SCAVO

Prima di iniziare l'attività di scavo è necessario preparare l'area, rimuovendo gli ostacoli costituiti dalla vegetazione, rami, cespugli e altri possibili ostacoli; il legname proveniente da tali operazioni deve essere stoccato in sede opportuna in prossimità del sito di scavo ed eventualmente recuperato per altre iniziative.

Ostacoli come massi, rifiuti ed altri elementi artificiali saranno gestiti in accordo con la normativa vigente, gli standard applicabili e secondo quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A 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.

Il materiale escavato dovrà essere caratterizzato in ottemperanza alle leggi in vigore, agli standard applicabili e alle specifiche di Hergo Renewables S.p.A. 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 45 cm; il terreno, nel caso di riutilizzi, deve essere ripulito dalla vegetazione e poi stoccato come appena illustrato;
- Lo strato di terreno non vegetato può essere stoccato in strati successivi, aventi pendenza pari all'angolo di attrito del terreno stesso.

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



### **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. I volumi di scavo considerati sono quelli indicati all'interno degli 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 della posa di cavidotti, le fognature, i drenaggi, le gabbionate etc; questi 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 dovranno essere impiegati i mezzi più idonei, e ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza. In caso di eventi franosi, legati alle pareti degli scavi obbligati, dovrà essere previsto il ripristino dei luoghi.

### **3.4.6 SCAVI IN ROCCIA**

Gli scavi in roccia potrebbero richiedere l'utilizzo di particolari tecniche, motivo per il quale sarà necessario avere a disposizione la documentazione relativa alle attività che si dovranno svolgere. Queste attività dovranno in ogni caso essere condotte in accordo alla normativa vigente, agli standard applicabili e accordo con quanto concordato 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 in moda da riceverne l'approvazione.

### **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.

### **3.4.9 REINTERRO**

Gli scavi di fondazione in generale, quelli per le fognature, i cavidotti, le canalizzazioni etc., che non sono occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata devono essere riempiti fino alla quota prevista dagli elaborati di progetto, utilizzando i materiali provenienti dagli scavi, se vengono considerati idonei dalla D.L.; solo in casi particolari la D.L. può disporre l'esecuzione dei rinterri con materiale diverso da quello proveniente dagli scavi, precisandone tipo e provenienza.



### **3.4.10 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 in conformità alla normativa vigente, agli standard applicabili, o come definito in fase di progettazione definitiva.

### **3.4.11 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.

### **3.4.12 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. In fase di progettazione esecutiva i controlli del materiale di riempimento devono essere eseguiti in conformità con la documentazione di progetto.

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.

### **3.4.13 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 ed EN 13242.

Si potrà prevedere il riutilizzo dei materiali provenienti dagli scavi quando questo soddisfa le direttive progettuali. Dovranno essere, in ogni caso, identificate 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.

In particolare, per quanto concerne le opere in terra, dovrà essere inviato un elaborato tecnico al proponente in modo da riceverne l'approvazione.



### 3.4.14 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLE OPERE IN TERRA E DEI RILEVATI

Le opera 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: necessità di utilizzare l'equipaggiamento necessario per ottenere i requisiti di compattazione richiesti in accordo con normativa vigente, gli standard applicabili e di quanto stabilito in fase di progettazione esecutiva. La compattazione dovrà essere condotta su strati orizzontali, per assicurarne l'uniformità. Prima e durante le operazioni, dovrà essere garantito 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, presentando un report relativo ad ogni procedura di compattazione e, se questa non rispondesse ai requisiti dovrà essere eseguita di nuovo. I test, la loro frequenza sia spaziale che temporale, dovrà essere stabilita in accordo con la normativa vigente, stabilita 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, in accordo a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, alla normativa vigente e ai codici applicabili.



### 3.4.15 IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE E VAGLIATURA

È necessario identificare gli impianti di frantumazione e vagliatura, in accordo con la normativa vigente, i quali dovranno ricevere l'approvazione da parte delle autorità locali.

Inoltre, prima dell'inizio delle attività per cui è richiesto l'utilizzo di tali impianti, dovrà essere redatto un report all'interno del quale siano indicati 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.

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.

Il materiale di ingresso e di uscita dovrà essere sempre registrato, gestendo i materiali di rifiuto come spiegato 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 stabilito in fase esecutiva.





### 3.4.16 ARGINI

Per la realizzazione delle opere arginali tutti i terreni dovranno avere caratteristiche conformi alla normativa vigente e a quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A nella fase esecutiva.

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, sarà necessario 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'ammorbimento del suolo e anche per prevenire il dilavamento del suolo.

Salvo diversa indicazione di Hergo Renewables S.p.A, 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.

### 3.4.17 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 Hergo Renewables S.p.A, 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 A1, A2, A3 secondo ASTM D3282, e dovrà essere testato in accordo con la normativa vigente.

Il terreno da compattare dovrà essere distribuito 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.

Dovranno essere utilizzate 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 con la normativa vigente.

### 3.4.18 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 Hergo Renewables S.p.A 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 potrà essere richiesta l'esecuzione di questi test con maggiore frequenza dietro compenso aggiuntivo o di eseguire test aggiuntivi.

### 3.4.19 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.

## 3.5 PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 3.5.1 SCARIFICAZIONE

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

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

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

### 3.5.2 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:

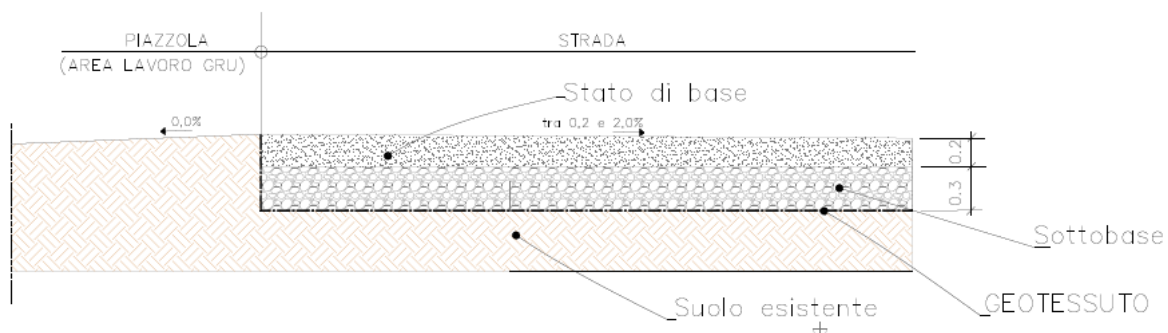


Figura 4: Sezione-tipo stradale con sottofondo

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.

Durante la costruzione, dovrà essere testato il materiale per valutarne la conformità ai requisiti di progettazione, salvo diversa indicazione nel progetto stesso o richiesto da Hergo Renewables S.p.A. Ogni volta che la fonte di approvvigionamento viene modificata dovranno essere eseguiti i



test definiti in accordo alla normativa vigente.

Bisognerà fornire al proponente 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, 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.

### **3.5.2.1 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, questi dovranno essere migliorati sostituendo il materiale esistente con un materiale diverso spessore 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.

### **3.5.2.2 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 in base a quanto stabilito 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. Dovranno essere inoltre stabilite, 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.

### **3.5.3 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.

### 3.5.3.1 STANDARD DI RIFERIMENTO

Gli standard da applicare, nella loro versione più recente, sono i seguenti:

- 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.

### 3.5.3.2 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 garantendo che il processo di bagnatura copra uniformemente l'intero strato di terreno da trattare. Dopo la bagnatura, il contenuto di acqua nel terreno deve essere misurato in diversi punti e profondità. L'applicazione della calce può iniziare solo se il contenuto d'acqua misurato rientra in un intervallo di  $\pm 2\%$  entro il contenuto di umidità ottimale, WOMC. Se il contenuto di umidità del terreno non trattato è variabile o superiore al limite specificato, deve essere miscelato e lasciato asciugare prima dell'applicazione della calce.

Nella fase in cui viene spalmata la calce, il dosaggio di quest'ultima non deve essere inferiore a quello ottimale stabilito dai test di laboratorio. La calce deve essere applicata solo sulla superficie lavorata/preparata e il trattamento con calce su una particolare sezione deve essere completato nello stesso giorno. La quantità di calce dovrebbe essere monitorata quotidianamente verificando la coerenza con le specifiche di progetto. La calce sfusa deve essere applicata mediante uno spandiconcime volumetrico regolato in funzione della velocità di alimentazione e dotato di un dispositivo che regola il dosatore volumetrico a peso con una certa velocità e precisione. Sono preferiti spargitori volumetrici automatici che visualizzano il dosaggio nel tempo. In una giornata lavorativa, la calce dovrebbe essere distribuita su una superficie tale da ottenere un'applicazione completa della calce per la sezione di strada da stabilizzare.

Per quanto riguarda la fase della miscelazione, calce e terriccio devono essere miscelati con una serie di passate utilizzando attrezzature idonee (es. Un Pulvimixer), fino a ridurre tutte le zolle di terreno a dimensioni adeguate in modo tale che la frazione limo-argilla passi attraverso un setaccio da 25 mm. Il mescolatore utilizzato deve essere del tipo a rotore e può essere semovente o trainato. I metodi di miscelazione individuati durante la prova sul campo determineranno il numero minimo di passaggi effettuati ad una data velocità di avanzamento per consentire una distribuzione



uniforme della calce. L'uniformità della miscela suolo-calce deve essere controllata visivamente per il colore e l'assenza di grumi utilizzando indicatori adatti come la fenolftaleina (Fonte: National Lime Association Construction Manual).

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

### **3.5.3.3 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 Hergo Renewables S.p.A e alla documentazione progettuale elaborata nella fase esecutiva.

### **3.5.4 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;

#### **3.5.4.1 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.

### **3.5.4.2 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 dal proponente e alla documentazione progettuale elaborata nella fase esecutiva.

## **3.6 OPERE DI DRENAGGIO**

Quale che sia la tipologia di opera di drenaggio in oggetto, è necessario 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 durante la fase di progettazione.

### **3.6.1 DRENAGGIO SUPERFICIALE**

La realizzazione del drenaggio superficiale consiste di quattro fasi:

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

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

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

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

#### **3.6.1.1 SCAVO DI TRINCEE ED IMPIEGO DI GEOTESSILI**

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

### **3.6.2 FOSSI DI DRENAGGIO LATO STRADA**

Lungo le strade devono essere costruiti fossati di drenaggio, tali da 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.

#### **3.6.2.1 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. 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.

#### **3.6.2.2 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 ad opportuna valutazione prima dell'installazione. La 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.

#### **3.6.2.3 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. Tali elementi devono essere adeguatamente posizionati sul fosso mediante miscele di calcestruzzo conformi alla normativa vigente e alle caratteristiche concordate nella fase di progettazione esecutiva. I collegamenti tra fossi o tra fossi dovranno essere realizzati mediante appositi raccordi opportunamente installati.

### **3.6.3 TUBI DRENANTI**

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

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



Nel caso in cui lo stesso tipo di tubo venga prodotto con fori di dimensioni diverse, potranno essere prescritte le dimensioni in base alla natura del terreno. 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.

### **3.7 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. Hergo Renewables S.p.A può richiedere certificati rilasciati da laboratori di prova autorizzati per confermare le proprietà fisiche, meccaniche, idrauliche e di durabilità dichiarate nelle schede tecniche. 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, si potrà richiedere lo smaltimento delle parti esposte prima dell'uso, senza alcun costo da parte del proponente. Indipendentemente dal tipo di terreno, la superficie di contatto deve essere livellata senza ondulazioni che potrebbero danneggiare il geosintetico o produrre concentrazioni di sollecitazioni.

#### **3.7.1 GEOTESSUTI**

I geotessili devono essere costituiti da tessuto in fibra di polipropilene (PP) o tessuto non tessuto in fibra di poliestere con fili continui uniti meccanicamente, senza l'utilizzo di adesivi o componenti chimici. I geotessili permeabili (tessuti e non tessuti) non devono decomporsi e devono essere atossici. Se vengono utilizzate fibre sintetiche, devono avere una buona resistenza alla temperatura, agli agenti chimici e ai raggi UV.

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

Il geotessile di separazione (normalmente avente un peso minimo di 300 g/m<sup>2</sup>) dovrà essere posizionato dopo lo scavo sopra il fondo stradale compattato, in modo da separare il sottostrato dal suolo originario. In caso di rilevati, in base al tipo di terreno utilizzato per il rilevato, il geotessile può essere interposto tra rilevato e sottofondo o in alternativa al fondo del rilevato.

La giunzione tra lastre di geotessile può essere ottenuta per sovrapposizione, cucitura o con strisce adesive, graffette (in ogni caso graffe antiruggine), collanti (incollaggio) o hot melt e legatura. Le lastre potranno essere unite 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 stabiliranno le proprietà minime che i materiali dovranno garantire.

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

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. I detriti di perforazione devono essere rimossi, raccolti e smaltiti. Se richiesto potranno essere eseguite delle prove idrauliche e devono essere prelevati campioni di terreno continui durante la perforazione del suolo.

Prima di iniziare le attività di trattamento del suolo, sarà necessario 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 da parte del proponente.

#### **3.8.1 CHEMICAL GROUTING**

Quando si adotta il Chemical Grouting, devono essere utilizzati sistemi ed apparecchiature omologate in grado di iniettare miscele ad alta densità con aggregati di varie dimensioni, entro le quantità e le tempistiche richieste. L'apparecchiatura deve consentire la preparazione e l'iniezione



di variazioni nelle quantità di impasto quando si riscontrano variazioni impreviste delle condizioni del terreno. Preparare le miscele per eliminare i grumi e mescolare costantemente fino al getto. Le linee di alimentazione devono essere predisposte in modo che, in cantiere, consentano un facile trasporto della miscela a tutti i punti di getto.

Le miscele verranno preparate utilizzando sistemi automatici o semiautomatici costituiti dai seguenti elementi principali:

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

In particolari condizioni e previa autorizzazione, 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.

### **3.8.1.1 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.

### **3.8.1.2 TECNICHE REALIZZATIVE**

Sono disponibili diversi metodi per la realizzazione del chemical grouting per questo motivo dovranno essere effettuate 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 le prescrizioni a cui questa dovrà sottostare.



### 3.8.1.3 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 prima dell'inizio dei lavori. I Prodotti usati devono rimanere stabili e non inquinare i terreni circostanti. Il tipo e la frequenza dei controlli e delle prove devono essere eseguiti come da documentazione di progetto.

### 3.8.1.4 PROVE

Per quanto riguarda i test sulle iniezioni durante l'esecuzione, le prove sul campo possono prevedere l'esecuzione di carote e/o prove geofisiche nel terreno trattato, per verificarne la continuità, l'omogeneità e le proprietà meccaniche. Il carotaggio deve essere continuo lungo le posizioni e con frequenza come da documentazione di progetto. Dopo la raccolta dei campioni di carote di campo, i fori devono essere riempiti con materiale di miscela della stessa resistenza. I campioni devono essere inseriti in contenitori di PVC adeguatamente sigillati e inviati a un laboratorio per le prove. Per le iniezioni sul campo di prova, le prove dovranno essere eseguite in base ai requisiti della documentazione di progetto. Se i risultati di tali controlli non sono soddisfacenti, potranno essere richieste ulteriori indagini per garantire la continuità e l'idoneità del trattamento.

## 3.9 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.

### 3.9.1 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.

Il proponente, prima dell'inizio dei lavori, deve avere a disposizione le seguenti:

- 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;
- 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 Hergo Renewables S.p.A non implica alcuna accettazione di responsabilità e la responsabilità per l'impianto di calcestruzzo spetta ancora all'Appaltatore in ogni momento.

Infine, Hergo Renewables S.p.A ha facoltà di richiedere documentazione aggiuntiva a quella appena presentata.

### **3.9.2 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.



### **3.9.2.1 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO**

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

### **3.9.2.2 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 al proponente per ricevere l'approvazione. Se non indicato diversamente, la resistenza a compressione del calcestruzzo deve essere almeno pari a 3500 psi.

### **3.9.2.3 CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE**

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

## **3.9.3 PROVE DA ESEGUIRE SULLE MISCELE**

### **3.9.3.1 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 a Hergo Renewables S.p.A per l'approvazione prima dell'inizio dei lavori in calcestruzzo. Inoltre, eventuali modifiche sostanziali devono essere approvate prima di iniziare i lavori.

### **3.9.3.2 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 Hergo Renewables S.p.A, non sono richieste prove ulteriori sulle miscele stesse.
- Se l'impianto di betonaggio è di Classe B, sarà necessario qualificare i progetti di miscelazione proposti mediante test sulla miscela di prova, in base ai requisiti determinati e alla documentazione progettuale e a quanto segue nel presente documento.

Le seguenti prescrizioni sono valide per le varie tipologie di prove

- Prove sui materiali componenti il calcestruzzo: indipendentemente quanto appena



illustrato, è necessario controllare le materie prime proposte (cemento, aggregati, acqua e additivi), valutare la loro conformità secondo i requisiti indicati nelle presenti specifiche e/o nella documentazione di progetto. Le prove su cemento, aggregati, acqua e additivi devono essere eseguite in conformità alla normativa ed agli standard applicabili e a quanto segue in questo documento.

- Test sulle miscele di prova: in questi casi (impianti di Classe B o quando richiesto dal proponente) e se non diversamente indicato dal progetto, per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo, dovranno essere prodotte delle miscele di prova secondo quanto stabilito da normativa e dagli standard vigenti. Inoltre, per ogni calcestruzzo omogeneo (della stessa classe e consistenza), bisognerà avere a disposizione 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. La fase di Costruzione avrà inizio dopo che i 28 giorni di interruzione mostrano che i requisiti di progetto sono stati soddisfatti. In ogni caso, se i risultati di 28 giorni non soddisfano i requisiti di progettazione / progetto, dovranno essere demolite e ricostruite le strutture in calcestruzzo.
- 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.

Le miscele sono accettabili se la resistenza alla compressione media è conforme al progetto.

### **3.9.3.3 PROVE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI SUGLI INGREDIENTI**

Durante l'esecuzione dei lavori, si dovrà realizzare il 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.

Per gli impianti di Classe B sono sempre richieste, in fase di costruzione, le prove sui materiali dei componenti, in accordo alle normative e agli standard applicabili.

Le prove riguarderanno cemento, aggregati, acqua e la miscela, in particolare:

- Cemento: un set di prove ogni due mesi o in base ad una volumetria di riferimento;
- Acqua: un set di prove ogni 2 mesi se si tratta di acqua proveniente dalla rete idrica pubblica, ogni settimana o su richiesta da parte del proponente;
- Aggregati: un set di prova con frequenza temporale o volumetrica;
- Miscela: un set di prove ogni volta che cambia il produttore.

#### **3.9.3.4 PROVE DURANTE L'ESECUZIONE DEI LAVORI SULLE MISCELE**

Tutte le miscele dovranno essere testate in accordo con la normativa vigente, 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 dal proponente e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 7 giorni: secondo quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- Resistenza a compressione a 28 giorni: secondo quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A e in accordo alla normativa vigente e agli standard applicabili;
- 2 campioni di riserva per eventuali test di resistenza a compressione.

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 Hergo Renewables S.p.A a spese dell'Appaltatore, considerando la riduzione della resistenza.

### **3.9.4 TRASPORTO E MESSA IN OPERA**

#### **3.9.4.1 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.

#### **3.9.4.2 GETTATA**

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

Procedura di getto del calcestruzzo:

- La quantità di calcestruzzo da collocare prevista, in metri cubi;
- Un calendario del personale e dei mezzi da utilizzare (autobetoniere, pompe, vibratori, ecc.);



- I tempi per applicare la protezione sul calcestruzzo fresco per una corretta stagionatura;
- Possibili azioni correttive in caso di interruzioni impreviste;
- Tempi di maturazione, con indicazione dei tempi minimi necessari prima della rimozione dei casseri;
- L'Appaltatore dovrà garantire che la cassaforma, l'armatura e gli aggregati siano accuratamente disposti prima di iniziare il processo di getto del calcestruzzo;
- L'Appaltatore dovrà chiedere a Hergo Renewables S.p.A di controllare la cassaforma, l'armatura e gli inserti e richiedere l'approvazione di Hergo Renewables S.p.A 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 Hergo Renewables S.p.A 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 nella fase di progettazione esecutiva.

### 3.9.4.3 UNIONE A FREDDO

Devono essere previste le unioni a freddo, a meno che non sia chiaramente indicato nella documentazione di progetto. Le attività possono iniziare solo dopo l'approvazione da parte del proponente. Nel caso in cui il blocco di calcestruzzo debba avere caratteristiche monolitiche, e se espressamente consentito nella documentazione di progetto, le unioni a freddo possono essere realizzati nei seguenti modi:

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

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

### 3.9.5 STAGIONATURA E PROTEZIONE

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

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

Il calcestruzzo adeguatamente stagionato dovrebbe avere una quantità adeguata di umidità per un'idratazione continua e lo sviluppo di forza, stabilità del volume, resistenza al gelo e scongelamento, resistenza all'abrasione e alla formazione di scaglie.

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

- Erosione da pioggia o acqua corrente;
- Improvvisa perdita d'acqua dalla superficie esterna della miscela;



- Raffreddamento rapido nei primi giorni dopo la colata;
- Estrema differenza di temperatura tra la superficie e il nucleo del calcestruzzo;
- Basse temperature o gelo;
- Vibrazioni o urti che possono danneggiare il calcestruzzo o interferire con l'adesione alle armature.

In caso di condizioni di umidità speciali, l'Appaltatore dovrà garantire che la superficie sia costantemente asciutta fino al completamento del processo di stagionatura. Il metodo e il tempo di asciugatura devono essere conformi alla ACI 308R-01 - "Guida alla stagionatura del calcestruzzo" e tutti gli altri requisiti dell'ACI, i requisiti di progettazione e gli standard locali. La stagionatura del calcestruzzo deve iniziare il prima possibile dopo la compattazione e la finitura. Il tempo di indurimento dovrebbe essere prolungato se il calcestruzzo è esposto a condizioni severe. In ogni caso l'Appaltatore è pienamente responsabile della corretta stagionatura del calcestruzzo e di eventuali riparazioni che potrebbero essere necessarie se la stagionatura del calcestruzzo non dovesse essere eseguita correttamente.

### **3.9.5.1 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, Hergo Renewables S.p.A può chiedere all'Appaltatore di prendere ulteriori precauzioni.

### **3.9.5.2 PROTEZIONE DAL GELO**

Il tempo di protezione dal gelo può essere calcolato in base al grado di maturazione del calcestruzzo. Verrà stabilito da Hergo Renewables S.p.A, 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.

### **3.9.5.3 PROTEZIONE DA DILAVAMENTO**

In caso di getto direttamente su terreno, se indicato nella documentazione di progetto o richiesto dal proponente, 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.

### **3.9.6 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 Hergo Renewables S.p.A. È responsabilità dell'Appaltatore assicurarsi della stabilità, rigidità e durabilità delle casseforme impiegate.

La cassaforma può essere rimossa quando il calcestruzzo ha sviluppato una resistenza sufficiente alle sollecitazioni strutturali e alla deformazione e quando il processo di maturazione è completo.

### **3.9.7 REQUISITI SPECIALI PER LE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI**

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

La parte inferiore della fondazione deve essere colata con cura e deve essere priva di vuoti. È compito dell'Appaltatore verificare la posizione di tutte le barre e inserti prima di iniziare le attività di getto e di impedire qualsiasi movimento durante le attività di getto, in particolare per il sistema di ancoraggio.

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

### **3.9.8 TOLLERANZE**

Le tolleranze dovranno essere conformi alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A.

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

### **3.9.9 FINITURA DELLE SUPERFICI ESPOSTE**

Per alcune strutture Hergo Renewables S.p.A 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 Hergo Renewables S.p.A per l'approvazione preventiva e seguire i requisiti e le indicazioni del produttore del prodotto per



preparare la superficie e applicare il prodotto. Hergo Renewables S.p.A può chiedere all'Appaltatore di testare la superficie per verificare se lo spessore del trattamento e l'aderenza della superficie soddisfano il risultato atteso.

### **3.9.9.1 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 Hergo Renewables S.p.A, 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.

### **3.9.9.2 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.

### **3.9.9.3 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 Hergo Renewables S.p.A

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

### **3.9.10 ARMATURE IN ACCIAIO**

I rinforzi in acciaio per le strutture in calcestruzzo devono essere laminati a caldo e devono essere



conformi alla normativa vigente; la saldatura dell'armatura è consentita solo se specificatamente richiesta dal progetto. L'armatura a superficie liscia può essere utilizzata solo per elementi secondari, in ambienti molto aggressivi, è possibile richiedere l'uso di armature rivestite da un agente inibitore della corrosione, come zincate (zincate) o epossidiche. Al proponente verranno forniti 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.

### **3.9.10.1 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'assemblaggio delle armature in acciaio deve essere tale da fornire un'adeguata rigidità per evitare flessioni, deve utilizzare supporti adeguati a mantenere l'armatura in una posizione stabile durante il getto di calcestruzzo. I distanziatori devono essere utilizzati per mantenere il copriferro richiesto come da documenti di progetto e in accordo con gli standard e le normative applicabili. Le tolleranze dell'armatura devono essere conformi ai requisiti di progettazione, agli standard applicabili e alla normativa vigente.

### **3.9.11 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. Gli elementi annegati devono essere contrassegnati per una chiara identificazione. Dopo l'installazione e prima del getto di calcestruzzo, dovrà essere garantito il corretto posizionamento. Le tolleranze devono soddisfare i requisiti specifici del progetto. Le tolleranze per i tirafondi relativi agli aerogeneratori devono sempre soddisfare quelli stabiliti dal produttore degli stessi.

#### **3.9.11.1 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 dovranno essere smontati i modelli e gli accessori, pulire, ingrassare e proteggere la filettatura dei bulloni di ancoraggio per evitare ruggine e danni.

### **3.9.11.2 BULLONI DI ANCORAGGIO PER GLI AEROGENERATORI**

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.

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 a secondo le specifiche del produttore/ fornitore di bulloni di ancoraggio.

### 3.9.11.3 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 Hergo Renewables S.p.A.



### **3.9.11.4 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 Hergo Renewables S.p.A.

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.

### **3.9.12 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.

Le amate adottate saranno premiscelate e scelte 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. A seguito dell'approvazione e prima dell'inizio dei lavori, la malta selezionata dovrà essere collaudata per l'approvazione finale. La malta approvata deve essere stesa e stagionata secondo le indicazioni del produttore e come da ACI 351.1R capitolo 6, 7 e 8.

#### **3.9.12.1 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 Hergo Renewables S.p.A, 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 Hergo Renewables S.p.A, l'Appaltatore dovrà eseguire una serie delle seguenti prove in conformità con ACI 351.1R, alle temperature previste nelle condizioni di campo:

- Variazione del volume, secondo ACI 351.1R, sezione 4.2.3 o 4.3.3;
- Coerenza, secondo ACI 351.1R, sezione 4.2.4 o 4.3.4;
- Impostazione e orario di lavoro, secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.2.7 o 4.3.6;
- Bleeding (tipo cemento idraulico), secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.2.5;
- Creep (tipo epossidico), secondo ACI 351.1R, paragrafo 4.3.7;

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

### **3.9.12.2MALTE 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 deve soddisfare i requisiti di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, per qualificare la malta proposta per l'approvazione finale dovranno essere eseguiti 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 boiaccia 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 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, lo spazio tra i condotti dei tubi e le aste in acciaio dovrà essere sigillato per evitare l'intasamento dei tubi dei condotti e lasciare libere le aste per le future operazioni di tensionamento.

### **3.9.13 ELEMENTI DI GIUNZIONE**

I giunti vengono solitamente inseriti per tenuta o per esigenze di dilatazione. Le certificazioni del produttore e procedure di installazione chiare devono essere presentate al proponente per procedere all'approvazione.

Hergo Renewables S.p.A 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.

#### **3.9.13.1 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 della fornitura dei materiali, il proponente dovrà avere a disposizione una relazione tecnica riguardante i prodotti proposti per l'approvazione, all'interno della quale verranno specificate 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.

### **3.9.13.2 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.

### **3.9.13.3 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. I materiali utilizzati devono presentare tutti i requisiti e le caratteristiche riportati nella documentazione di progetto e le procedure di installazione riportate nella documentazione del produttore.

## **3.10 PALI DI FONDAZIONE**

### **3.10.1 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, si potrà decidere di riposizionare il palo o di perforare 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. In ogni caso, l'impiego di questi pali deve essere conforme alla normativa vigente, agli standard applicabili e a quanto concordato con in fase di progettazione, sia per quanto riguarda i parametri caratteristici che per le modalità di messa in opera.

### 3.10.2 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 al proponente.

Infine, le tolleranze da considerare nell'esecuzione di questi pali saranno stabilite in accordo alla



normativa vigente, agli standard applicabili e secondo quanto concordato nella fase esecutiva della progettazione.

### 3.10.3 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.

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, è necessario misurare la quantità di fango utilizzato durante le attività.

### 3.10.4 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 nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la con la normativa vigente e gli standard applicabili.

### 3.10.5 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.

#### 3.10.5.1 CALCESTRUZZO PER I PALI

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

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





### **3.10.5.2 BARRE DI RINFORZO IN ACCIAIO**

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

### **3.10.5.3 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.

### **3.10.6 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, sarà necessario 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. Le attività dovranno essere organizzate in modo da non interferire con il lavoro e non ritardare il programma.

Si propone un elenco delle prove che vengono generalmente realizzate, i cui parametri, modalità esecutive, dovranno essere concordate con il proponente 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.

## **3.11 LAVORI VARI**

### **3.11.1 DEMOLIZIONI**

Le opere di demolizione possono essere relative a strutture in calcestruzzo, pavimentazioni in asfalto, recinzioni in genere. Dovranno essere implementate le 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, dovrà essere sottoposta all'approvazione una relazione tecnica. La demolizione mediante esplosivi è consentita solo in condizioni speciali e previa approvazione



### **3.11.1.1 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.

### **3.11.1.2 DEMOLIZIONE DI MANTI BITUMINOSI**

La demolizione di pavimentazioni bituminose può interessare un'intera superficie o una superficie parziale. In caso di demolizione parziale, sarà necessario prevedere delle 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.

### **3.11.1.3 DEMOLIZIONE DELLE RECINZIONI**

L'Appaltatore provvederà allo smantellamento delle eventuali recinzioni lungo le porzioni previste dal progetto, concordando le operazioni d'intesa con i proprietari fondiari / terzi e ritenendo che possa essere richiesta l'installazione di recinzioni temporanee. Le recinzioni possono includere cancelli e possono essere realizzate con reti, griglie o pannelli supportati da pali fissati direttamente nel terreno o su un muro con fondazione.

Gli elementi da smontare possono essere realizzati in metallo, plastica, legno, cemento, mattoni, pietre.

La demolizione di pareti o pannelli in calcestruzzo, mattoni e pietre è da considerarsi come demolizione della struttura in cemento armato trattati in questa stessa sezione.

### **3.11.1.4 SMALTIMENTO DEI RIFIUTI E DEI DETRITI DA DEMOLIZIONE**

Bisognerà 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 preventivamente segnalato al proponente 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 a Hergo Renewables S.p.A quanto segue:

- Identificare la categoria di rifiuto e il codice applicato;
- Copia delle autorizzazioni rilasciate dall'autorità;
- Riportare i dati identificativi del raccoglitore di rifiuti e dei supervisori del trasporto;
- Copia dell'autorizzazione specifica per i preposti;
- Dichiarazione di accettazione dei rifiuti da parte del destinatario della discarica / impianto di riciclaggio;
- Copia del modulo riportante i codici identificativi e la quantità dei rifiuti conferiti alla discarica / impianto di riciclaggio;

### **3.11.2 CANCELLI E RECINZIONI**

La fornitura e l'installazione di recinzioni e cancelli deve essere predisposta 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 in fase di progettazione esecutiva.

### **3.11.3 ELEMENTI PAESAGGISTICI E OPERE DI PIANTUMAZIONE**

In riferimento alla realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione, potrebbero essere necessari lavori di sistemazione paesaggistica e piantumazione per ripristinare o creare condizioni ambientali piantando alberi o arbusti o specie di piante e semina di erba per creare prati.

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.

## **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 20-62 (HD 629) – Requisiti di prova degli accessori per cavi di energia con tensione nominale da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV;
- CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2)



kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;

- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) fino a 150 kV ( $U_m = 170$  kV);
- CEI EN 50522:2011-03 (CEI 99-3)- Messa a terra degli impianti a tensione superiore a 1kV, e CEI EN 61936-1:2011-03 (CEI 99-2) - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12);
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

Le opere dovranno in ogni caso essere coerenti con la normativa vigente, i codici applicabili e con quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A nella fase esecutiva della progettazione.

#### **4.1 MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI CAVIDOTTI**

Per raccogliere l'energia prodotta dal campo eolico e convogliarla verso la cabina di raccolta sarà prevista una rete elettrica costituita da tratte di elettrodotti interrati aventi tensione di esercizio di 36 kV.

L'installazione dei cavi e la loro tipologia dovranno soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche, nonché gli standard applicabili e in accordo con quanto stabilito nella fase di progettazione esecutiva.

#### **4.2 SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DEL CAVIDOTTO**

Il percorso dei cavi interrati dovrà essere opportunamente segnalato con l'infissione, a distanza regolare e secondo le normative vigenti e le indicazioni di Hergo Renewables S.p.A, di cartelli metallici indicanti la presenza di cavi elettrici.



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

#### 4.3 POZZETTI

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

Per la costruzione e il dimensionamento dei pozzetti si dovrà tener presente quanto segue:

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

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

In particolare, si dovrà:

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

#### 4.4 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 AT 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 Hergo Renewables S.p.A nella fase esecutiva della progettazione.

#### 4.5 COESISTENZA TRA CAVIDOTTO ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati



alla maggiore 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 il proponente 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 già menzionati dispositivi protettivi dovranno essere concordate nel rispetto della normativa vigente e degli standard applicabili.

#### 4.6 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 Hergo Renewables S.p.A nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

#### 4.7 PARALLELISMI ED INCROCI TRA CAVI ELETTRICI E TUBAZIONI O ALTRE STRUTTURE METALLICHE

Per quanto riguarda la distanza in proiezione orizzontale fra i cavi e le tubazioni metalliche interrato (acquedotti, oleodotti etc.), si deve rispettare quanto concordato con Hergo Renewables S.p.A 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 Hergo Renewables S.p.A 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 Hergo Renewables S.p.A nella fase di progettazione esecutiva, in accordo con la normativa vigente e gli standard applicabili.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido