



Consorzio Z.I.R. Chilivani - Ozieri

S.P. Ozieri - Mesu e Rios s.n.
07010 - Chilivani, Ozieri



Chilivani Ambiente S.p.A.

Sede Legale e/o Centro Servizi
S.P. Ozieri - Mesu e Rios s.n.
07010 - Chilivani, Ozieri

***Procedura di VIA ex-post
ai sensi dell'art.29 c.3 del D. Lgs. 152/06 ssmmii***

**Discarica controllata per rifiuti non pericolosi dotata di
impianto di biogas in Loc. "Coldianu"
Comune di Ozieri (SS)
AMPLIAMENTO MODULO 1BIS**

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI
ELEMENTI TECNICI**

Il Progettista:



A.R.T. STUDIO Ambiente Risorse Territorio srl

Via Ragazzi del 99, 5
10090 Buttigliera Alta (TO)

IL DIRETTORE TECNICO
Dr. Maurizio FIORE

Consorzio

COMMISSARIO LIQUIDATORE
Avv. Franco FIGUS

Chilivani Ambiente S.p.A.
AMMINISTRATORE DELEGATO
Ing. Manuela FODDIS

LUGLIO 2024

SOMMARIO

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	1
2. MATERIALI	1
3. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	1
4. TRACCIAMENTI	2
5. SCAVI IN GENERE.....	2
5.1 SCAVI IN SEZIONE LARGA	3
5.2 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA	3
6. RILEVATI E REINTERRI.....	4
6.1 GENERALITA'	4
6.2 PROVE DI CONTROLLO E DOCUMENTAZIONE PREVENTIVA DEI MATERIALI NATURALI IN GENERE.....	5
6.3 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI E FORMAZIONE DELLA FONDAZIONE	6
7. COSTRUZIONE DELL' ARGINE IN TERRA COMPATTATA.....	7
7.1 STESA E COMPATTAZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IL NUCLEO	7
7.2 LIMITI DI UMIDITA'	8
7.3 PROVE DI CONTROLLO E AUTORIZZAZIONI	8
8. OPERE IN TERRA RINFORZATA	10
8.1 GABBIONI.....	10
8.2 MANUFATTI IN TERRA RINFORZATA TIPO TERRAMESCH.....	11
8.2.1 Generalità	11
8.2.2 Requisiti per il rilevato strutturale.....	15
8.2.3 Compattazione	15
8.2.4 Istruzioni per la costruzione del rilevato strutturale	15
8.2.5 Prove di controllo	17
8.3 MATERIALI DI RINFORZO	17
8.3.1 Geogriglia monodirezionale ad alta resistenza PARAGRID	17
8.3.2 Geogriglia monodirezionale ad alta resistenza PARALINK	18
9. SISTEMI DI PROTEZIONE/IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA DISCARICA	24
9.1 IMPERMEABILIZZAZIONE CON ARGILLA COMPATTATA	24
9.1.1 Caratteristiche del materiale naturale	24
9.1.2 Modalità di posa del materiale naturale	25
9.2 IMPERMEABILIZZAZIONE CON GEOMEMBRANE E GEOCOMPOSITI SINTETICI.....	27
9.2.1 Geocomposito bentonitico	27
9.2.2 Geomembrana in HDPE	30
10. DRENAGGI	32
10.1 DRENAGGI CON MATERIALE NATURALE	32
10.2 DRENAGGI CON MATERIALI SINTETICI	32
11. MATERIALI SINTETICI PROTETTIVI ED AUSILIARI	35
11.1 GEOTESSUTI (TNT)	35

11.2 GEORETI GRIMPANTI.....	36
11.3 GEOSTUOIA RINFORZATA.....	37
12. RETE GEOELETTICA.....	38
13. TUBAZIONI DRENANTI E NON	39
13.1 CARATTERISTICHE.....	39
13.2 MODALITA' DI TRASPORTO E DI ACCATASTAMENTO DEI TUBI.....	40
13.3 RACCORDI E PEZZI SPECIALI.....	40
13.4 POSA IN OPERA.....	41
14. IMPIANTO ANTINCENDIO.....	42
15. SERBATOI DI STOCCAGGIO PERCOLATO	47
16. IMPIANTO BIO-SSIDAZIONE	48
17. REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE	50
17.1 CANALETTE METALLICHE.....	50
17.2 CANALETTE GEOSINTETICHE	51
18. MATERIALI VARI.....	52
18.1. MATERIALI ED OPERE D'ARTE MINORI	52
18.1.1 Rete elettrosaldata	52
18.1.2 Inerti	53
18.1.3 Leganti idraulici.....	54
18.1.4 Legnami	54
18.1.5 Malte.....	54
18.1.6 Calcestruzzo.....	54
18.1.7 Acqua	55
18.1.8 Cemento	55
18.2 SUBSTRATI VEGETANTI E CONCIMI	58
18.2.1 Terra agraria	58
18.2.2 Terriccio	58
18.2.3 Compost.....	59
18.2.4 Torba.....	59
18.2.5 Concimi minerali ed organici	59
18.2.6 Pacciami.....	60
18.2.7 Materiale vivaistico.....	60
18.3 OPERE A VERDE	64

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Modulo 1 Bis

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto per l'ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi di Ozieri (SS), consiste nella realizzazione di un nuovo modulo di discarica (Modulo n.1 bis), da ubicarsi in sopraelevazione del modulo n.1, in fase di post-esercizio.

Nell'ambito dei lavori di ampliamento occorrerà anche apportare alcune modifiche all'attuale modulo, senza inficiarne la funzionalità, che rimarrà indipendente ed autonoma rispetto a quella dell'ampliamento proposto.

Oltre a movimenti di materia, sono previste opere in terra compattata, in terra rinforzata e opere di impiantistica idraulica; non sono previste opere in cemento armato.

2. MATERIALI

I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, rispondano alle caratteristiche ed alle prestazioni previste dalle vigenti leggi. Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

3. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le eventuali demolizioni di murature, calcestruzzi, e quant'altro, sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbi di qualunque tipo. Pertanto, è vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che, invece, devono essere trasportati e guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati

4. TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto o di costruzione di opere d'arte, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, sulla base delle misure planimetriche ed altimetriche riportate dal progetto esecutivo o indicate con comunicazione scritta dalla Direzione Lavori, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e risistemando quelle eventualmente manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

5. SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. LL.PP. 11 marzo 1988, nonché in conformità alle particolari prescrizioni che saranno dettate all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.1 SCAVI IN SEZIONE LARGA

Gli scavi saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto esecutivo, salvo le eventuali varianti che potrà disporre la Direzione dei lavori; dovrà essere usata ogni attenzione nel realizzare le scarpate e nel profilare i cigli delle strade e piste, che dovranno risultare paralleli all'asse stradale.

L'Impresa dovrà consegnare gli scavi al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e lo spurgo dei fossi.

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo che le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o quella che sarà ritenuta necessaria allo scopo di impedire scoscendimenti, restando, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire quanto prima i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura, e spese, il deflusso delle acque, se occorra, con canali fuggatori.

Il materiale di risulta dagli scavi dovrà essere, ove idoneo, impiegato per i reinterri e rimodellamenti nell'ambito del cantiere.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili per caratteristiche geotecniche e prestazionali o non rispondenti ai requisiti minimi previsti dal D.Lgs. 152/06 per il sito di impiego e comunque non ritenute idonee, a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione dei rilevati e per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate in discariche autorizzate o comunque fuori dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

In ogni caso, i materiali di scavo dovranno essere gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente (DPR 13 giugno 2017, n. 120)

La Direzione Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

5.2 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano di campagna, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere. Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità ordinata dalla Direzione Lavori all'atto della loro esecuzione, tenendo conto delle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione e la relativa Circ. M. LL. PP. 24 settembre 1988, n. 30483.

Le profondità di scavo, che si trovano indicate nei disegni progettuali, sono perciò quelle minime. La Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, oppure, a richiesta della Direzione Lavori, potranno essere disposti a gradini, anche con contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre a quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20, l'Impresa dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione Lavori, all'aggottamento e smaltimento dell'acqua.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza richieste. Il legname impiegato a tale scopo, purché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Il materiale di risulta dagli scavi dovrà essere gestito analogamente a quanto previsto al precedente punto 5.1.

Qualora gli scavi interessino i rifiuti abbancati, gli scavi dovranno essere preventivamente autorizzati dalla DL ed il materiale di risulta (rifiuto) dovrà essere depositato nell'ambito della discarica ed in adiacenza allo scavo, mentre il suo allontanamento e smaltimento dovrà avvenire a cura ed onere del Gestore dell'impianto.

6. RILEVATI E REINTERRI

6.1 GENERALITA'

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in generale, e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti

dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare, in tutto o in parte, i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene

sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione Lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

E' obbligo dell'Appaltatore di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

6.2 PROVE DI CONTROLLO E DOCUMENTAZIONE PREVENTIVA DEI MATERIALI NATURALI IN GENERE

Il materiale da mettere in opera per i riporti potrà essere prelevato, per la parte non disponibile in cantiere, da cave di prestito autorizzate al di fuori dell'area di cantiere o da scavi interni al cantiere stesso.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi interni al cantiere o dalle cave di prestito, l'Impresa dovrà esperire una campagna di indagini atta a fornire alla Direzione Lavori un'esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche ed ambientali dei materiali. In ogni caso dovranno essere impiegati solamente materiali rispondenti ai requisiti di cui al D.Lgs 152/06 – Parte IV.

Per ogni zona di provenienza l'Impresa dovrà altresì eseguire un adeguato numero di campionamenti da concordarsi preventivamente con la DL.

Prima di avviare la coltivazione delle eventuali cave di prestito e dell'impiego a rilevato dei materiali di scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1a, A1b, A3 e A2-4. Di norma la dimensione massima delle pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore di ogni strato compattato.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo. A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare in generale una densità pari o superiore al 95% della densità massima individuata dalle prove di compattazione ASTM D1557-78, ove non diversamente stabilito in fase di progetto o dal Direttore Lavori.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio, con la frequenza nel seguito riportata, o altra frequenza da concordarsi preventivamente con la DL:

- analisi granulometrica (almeno una ogni 2.000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 2.000 m³ di);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0.4 UNI 2332 (almeno una ogni 2.000 m³ di materiale);
- prova di compattazione AASTM D1557-78 (almeno una ogni 2.000 m³ di materiale) ed esecuzione eventuale di analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione prima e dopo la prova stessa, limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili.

Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori, la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a fare eseguire le prove a sua cura e spese.

Prima di essere autorizzata ad iniziare la costruzione dei riporti l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- Autorizzazione in corso di validità alla coltivazione della cava.
- Una mappa dell'area di cava in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi.
- Una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite.

6.3 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI E FORMAZIONE DELLA FONDAZIONE

L'Impresa provvederà a fare sì che il piano di posa dei riporti sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane, attraverso la regolarizzazione e compattazione "a rifiuto" dei rifiuti presenti

Il piano di posa dei riporti dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori. In quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento di bonifica, per rimuovere eventuali strati di materiali coesivi, teneri e per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza.

Il materiale lapideo grossolano di fondazione, dovrà avere pezzatura prevalente indicativamente compresa tra i 5 e i 30 cm ed essere esente da frazione limoso-argillo-sabbiosa. A tal fine potrà essere utilizzato sia materiale proveniente da cave di prestito, sia derivante da scavi di materiali scistosi in cantiere o da scavi minerari, purché compatibile con l'uso previsto ai sensi del D.Lgs 152/2006 e sue ss.mm.ii.

I materiali di fondazione, sia provenienti da cave di prestito, sia costituiti da rifiuti di consistenza lapidea, non dovranno contenere frazioni idrosolubili in misura superiore al 5%.

I materiali di fondazione dovranno essere costipati mediante rullatura per strati non superiori a m 0,30. La superficie finita di fondazione dovrà garantire una portanza minima unitaria non inferiore a 1,5 kg/cm² o un Md > 150. Tale requisito dovrà essere dimostrato dall'Impresa appaltatrice, attraverso idonee prove eseguite su superfici omogenee e rappresentative ogni 500 m², o altra superficie da concordarsi preventivamente con la DL, in funzione dell'omogeneità del materiale. L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori. È comunque richiesto che, fra le prove indicate, almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio esterno.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici o a opere non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa non sarà compensata né per il maggior scavo, né per la maggior quantità di materiale di riporto che ne consegue.

7. COSTRUZIONE DELL' ARGINE IN TERRA COMPATTATA

7.1 STESA E COMPATTAZIONE DEI MATERIALI COSTITUENTI IL NUCLEO

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati finiti di spessore costante non superiore a m 0,30 e con modalità ed attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto di acqua. Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenze trasversali non inferiore al 2%.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà certificato, anche mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore allo stato sciolto (materiale da compattare) di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato e comunque tale spessore non dovrà risultare superiore a 0,40 m.

7.2 LIMITI DI UMIDITA'

La compattazione potrà avere luogo soltanto dopo avere accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1.5\%$ circa) a quello ottimale determinato mediante la prova ASTM D1557-78. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato mediante aerazione; se inferiore; l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato. Il grado di compattazione finale di ogni strato dovrà essere almeno pari al 95% del valore di compattazione standard predeterminata.

Il tipo, le caratteristiche ed il numero dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori: nelle fasi iniziali del lavoro l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegare e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme: a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

In presenza di paramenti di contenimento laterali la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

7.3 PROVE DI CONTROLLO E AUTORIZZAZIONI

Prima che venga messo in opera lo strato successivo, la Direzione Lavori potrà richiedere che lo strato di riporto già in opera venga sottoposto a prova per verificare la rispondenza ai requisiti di costipamento richiesti (una portanza minima unitaria non inferiore a $1,5 \text{ kg/cm}^2$ o un $M_d > 150$). La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori. È comunque richiesto che, fra le prove indicate, almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio esterno. Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovranno essere tali da poter eseguire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata, distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori. Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

Il programma di prove è riportato nella tabella seguente.

Tutti gli oneri conseguenti all'effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo dovranno intendersi a totale carico dell'Impresa.

Per quanto riguarda le operazioni di preparazione dei piani di posa di strati argillosi a bassa permeabilità si rimanda alla specifica relativa a quest'ultime lavorazioni.

Tipo di prova	Prima prova	Prove successive ⁽¹⁾
Classificazione CNR-UNI 10006	1.000 m ³	ogni 2000 m ³
Costipazione. ASTM D1557	1000 m ³	ogni 2000 m ³
Densità in sito ASTM D1556	500 m ² di strato compattato	ogni 800 m ² di strato compattato
Carico su Piastra SNV 670317	Su prescrizione della Direzione Lavori	
Controllo Umidità	Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità di materiali portati a rilevato.	

- ⁽¹⁾ La frequenza potrà essere diversa in funzione delle caratteristiche di omogeneità del materiale steso.

I materiali usati per la costruzione del nucleo dell'argine dovranno essere compattati, ad un valore minimo di densità, calcolato come percentuale della massima densità secca ottenibile per gli stessi materiali, determinata tramite Prova di Compattazione Standard eseguita in accordo con AS 1289 Test 5.1.1.

8. OPERE IN TERRA RINFORZATA

8.1 GABBIONI

Gabbioni in rete metallica a doppia torsione, marcati CE in accordo con la Direttiva Europea 89/106/CEE e in possesso di certificato ETA (European Technical Approval) con impieghi previsti: opere di sostegno, sistemazioni fluviali, sistemi di controllo dell'erosione, barriere fonoassorbenti e opere di carattere architettonico, e realizzati in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione".

emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione relatrice n°16/2000, il 12 Maggio 2006.

La rete metallica a doppia torsione deve essere realizzata con maglia esagonale tipo 8x10 (UNI-EN 10223-3), tessuta con filo in acciaio trafilato, con caratteristiche meccaniche superiori a quanto prescritto dalle UNI-EN 10223-3 (carico di rottura compreso tra 380 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%) e tolleranze sui diametri conformi alle UNI-EN 10218, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con Galmac, lega eutettica di Zinco Alluminio (5%), conforme all'EN 10244-2 (Classe A) con un quantitativo non inferiore a 245 g/m². L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita (EN 10244). La galvanizzazione dovrà inoltre superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (Kesternich Test) per un minimo di 28 cicli, al termine del quale la rete non presenterà evidenti segni di ruggine rossa. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale di 0.5 mm, portando il diametro esterno al valore nominale di 3.70 mm. La resistenza del polimero ai raggi UV sarà tale che a seguito di un'esposizione di 4000 ore a radiazioni UV (secondo ISO 4892-2 o ISO 4892-3) il carico di rottura e l'allungamento a rottura non variano in misura maggiore al 25%.

La resistenza a trazione nominale della rete dovrà essere pari a 50 kN/m (test eseguiti in accordo alla EN 15381, Annex D).

Gli elementi saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m²; l'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno galvanizzati con Galmac, con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 MPa.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di origine rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La conformità dei prodotti dovrà essere certificata da un organismo terzo indipendente (certificazione di prodotto) e l'indicazione "prodotto certificato" e il nome dell'organismo terzo certificatore dovranno comparire sulle etichette di accompagnamento della

merce e sui certificati di origine. Il Sistema Qualità della ditta produttrice sarà inoltre certificato in accordo alla ISO 9001:2008 da un organismo terzo indipendente.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari, si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del pietrame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo, di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete.

8.2 MANUFATTI IN TERRA RINFORZATA TIPO TERRAMESCH

8.2.1 Generalità

Le terre rinforzate sono costituite da un elemento di rinforzo del terreno che può essere di natura sintetica o metallica. Il paramento di tali opere è solitamente rinverdirente ancorché è possibile realizzarlo con materiali inerti.

Il materiale utilizzato per questo progetto è una struttura di sostegno in terra rinforzata monofacciale con paramento esterno non rinverdirente, marcata CE in accordo con la ETA 16/0767 per gli specifici impieghi come "sistemi in rete metallica per il rinforzo del terreno per opere di sostegno preassemblata in stabilimento di produzione.

L'elemento di rinforzo è realizzato in rete doppia torsione e realizzata in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione"(n.69/2013) e con la UNI EN 10223-3:2013.

L'elemento dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva **tabella 8.2/I**.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di euro (validità decennale come da DPR 224/1988 art. 14) con sottolimito di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Inoltre, il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 e EN 15804 ed una certificazione emessa da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)

Caratteristiche	Norma	Unità di misura	Valori di riferimento
Altezza elemento		m	0,73
Lunghezza Rinforzo		m	6
Tipo di maglia della rete	UNI EN 10223-3	-	8x10
Diametro filo interno	UNI EN 10218-2	mm	2.7
Diametro filo esterno	UNI EN 10218-2	mm	3.7
Rivestimento filo in acciaio	UNI EN 10244-2	-	Zn-Al 5% - Classe A 245 g/m ²
Spessore rivestimento Polimerico	UNI EN 10245	mm	0.5 mm
Rivestimento Polimerico – resistenza all'abrasione	EN 60229-2008	cicli	100.000
Rivestimento Polimerico – resistenza ai raggi UV dopo esposizione di 2500 ore a raggi QUV-A, diminuzione prestazioni meccaniche	ISO 4892-3 mode 1	%	< 25%
Resistenza a trazione del filo	UNI EN 10218-2	N/mm ²	350-550
Resistenza a trazione della rete nominale T_b	UNI EN 10223-3	kN/m	≥50*
Resistenza a trazione della rete nelle condizioni di progetto T_d @120 anni e terreno di riempimento con dimensioni <38 mm e PH tra 3 e 13	BS 8006	kN/m	≥39,5*
Resistenza a punzonamento della rete	UNI 11437.	kN	≥65
Resistenza a corrosione in SO ₂ del rivestimento Galfan dopo 28 cicli	EN ISO 6988		percentuale di ruggine rossa < 5%
Resistenza del filo plasticato a corrosione test in nebbia salina della rete dopo 6000 h	EN ISO 9227		percentuale di ruggine rossa < 5%
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO ₂ per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso	ISO 14025 - EN 15804		<1.1 kgCO ₂ -Equiv. per kg di prodotto realizzato *
Durabilità (vita utile presunta)	EN 10223-3	Anni	120*

*valore certificato da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)

Tabella 8.2/I: Caratteristiche del sistema di rinforzo

Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, 14001, 14025 e EN 15804, polizza assicurativa RC prodotto, certificato BBA o assimilabile.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore dovrà consentire e fare in modo che la D.L. (o la Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la fornitura del materiale.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione nominale della rete (UNI EN 10223-3)
- Rivestimento Polimerico – resistenza all'abrasione (EN 60229-2008)
- Resistenza a punzonamento della rete (UNI 11437.)
- Resistenza a trazione del filo – (UNI EN 10218-2)

Determinazione tramite certificazione a supporto

- Resistenza di progetto del rinforzo in rete DT (BS 8006)
- Global warming potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

La D.L. si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio

L'Appaltatore deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in pacchi che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i pacchi devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei materiali giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del pacco e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

La DL dovrà verificare la concordanza tra i tagliandi riportati su ogni singolo pacco di gabbioni, la DOP emessa dal fornitore e la FPC dello stesso.

Materiali non documentalmente conformi saranno stoccati e messi in disparte per ulteriori accertamenti e potranno essere rigettati dalla DL.

Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella tabella 1.2.7/I, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 200 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove:

- Resistenza a trazione nominale della rete (UNI EN 10223-3)
- Rivestimento Polimerico – resistenza all'abrasione (EN 60229-2008)
- Resistenza a punzonamento della rete (UNI 11437.)
- Resistenza a trazione del filo – (UNI EN 10218-2)

Determinazione tramite certificazione a supporto

- Resistenza di progetto del rinforzo in rete DT (BS 8006)
- Global warming potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

La D.L. o la Committente si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto nella specifica presente.

8.2.2 Requisiti per il rilevato strutturale

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera, potrà provenire sia da scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni riportate alle Norme UNI 10006 dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 150 mm.

Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale. In ogni caso saranno esclusi elementi di diametro maggiore o uguale a 250 mm, e i materiali che, da prove opportune, presentino angoli d'attrito minori di quelli previsti in progetto.

Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere superiore a 18-19 kN/m³. Tale materiale sarà compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO (ASTM D 1557).

8.2.3 Compattazione

Per tale operazione devono essere sottoposte alla preventiva approvazione del Committente, il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti è modesto e gli spazi di lavoro disponibili sono esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano.

Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 95% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557). La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo

direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante.

La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori operino ad una distanza non inferiore a 0.50 m dal paramento esterno. Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare ad eventuali danni causati dalle attività di cantiere oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici.

8.2.4 Istruzioni per la costruzione del rilevato strutturale

Il materiale verrà posto in opera per strati, secondo le modalità di seguito riportate:

- riempimento delle reti con materiale idoneo, fino a formare uno strato di 30 cm;

- compattazione del materiale posto in opera mediante rullatura, secondo le indicazioni successivamente riportate;
- riempimento delle reti con materiale idoneo, fino a completamento dell'elemento Terramesh;
- risagomatura del piano di posa per l'esecuzione dell'elemento Terramesh successivo.

Il procedimento di compattazione prevede una rullatura con rullo pesante da 15 tonnellate minimo ed una successiva compattazione con "rana compattatrice" o piastra vibrante della porzione di terreno posta ad una

distanza di 50 cm dal paramento. Questo procedimento consente di non generare deformazioni locali indotte dal passaggio o urto meccanico dei mezzi contro il cassero o gli altri componenti del sistema. Si dovrà inoltre avere, durante tale operazione, particolare cura nell'assicurare che non si abbia alcun urto meccanico o addirittura sgancio dei tiranti disposti nella porzione interna del paramento.

Compattazione del rilevato: le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (almeno una ogni 10.000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 10.000 m³ di materiale);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (almeno una ogni 20.000 m³ di materiale);
- prova di compattazione AASHTO (almeno una ogni 20.000 m³ di materiale) ed esecuzione eventuale di: A) analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili; B) prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova AASHTO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e compattati al 95% della densità massima ($\pm 2\%$).

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

Materiali non conformi alle specifiche potranno essere usati solo su autorizzazione scritta del progettista ed approvate dalla D.L. previa verifica presso l'Ufficio Tecnico delle Officine Maccaferri sul loro eventuale utilizzo.

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia). Nella esecuzione di rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei rulli gommati che permettano la chiusura della superficie dell'ultimo strato in caso di pioggia.

8.2.5 Prove di controllo

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno nel rilevato rinforzato, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La frequenza delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come indicativa e potrà essere diminuita o aumentata, secondo quanto prescritto dalla Direzione Lavori in considerazione della maggiore o minore omogeneità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa.

L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori.

La serie di prove sui primi 5000 m³ verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

TIPO DI PROVA	PRIMI 5000 m ³	SUCCESSIVI m ³
Classif. CNR - UNI 10006	500	5.000
Costip. AASHTO - Mod. CNR	500	5.000
Densità in sito - CNR 22	250	1.000
Carico su piastra - CNR 9 - 70317	1.000	5.000
Controllo umidità	*	*

* Frequenti e rapportate alle condizioni metereologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali costituenti il rilevato.

8.3 MATERIALI DI RINFORZO

8.3.1 Geogriglia monodirezionale ad alta resistenza PARAGRID

Geogriglia costituita da un nucleo di filamenti di poliestere ad alta tenacità densamente raggruppati, paralleli e perfettamente allineati, racchiusi in una guaina protettiva di resina annegati in una massa di polietilene (LLDPE) a forma di nastro di larghezza compresa tra i 24 ed i 33 mm. La griglia sarà costituita dalla saldatura di nastri costituiti secondo le caratteristiche suddette, aventi resistenza longitudinale e trasversale variabile, con maglia vuota di dimensioni cm 25. Le caratteristiche minime di seguito riportate dovranno essere certificate da ente governativo (BBA o assimilabile) certificante esterno qualificato :

- resistenza a trazione trasversale kN/m 5

- resistenza a trazione longitudinale kN/m \geq
- resistenza a trazione singolo nastro longitudinale kN \geq
- allungamento a rottura nella direzione longitudinale \geq 11%
- allungamento max sulla curva dei 114 anni (1.000.000 h) al 40% del NBL <6%.
- deformazione viscosa residua post-costruzione tra la curva a 24 h e quella a 10.000 h non superiore all' 1% per carichi di esercizio compresi tra il 40 ed il 60% della resistenza nominale a breve termine; il coefficiente riduttivo del "creep" a 20°C per opere permanenti di 100 anni deve risultare non superiore a 1.39 corrispondente al 72% del carico di rottura nominale del prodotto.

La griglia dovrà risultare idonea all'impiego in ambienti basici con ph pari a 11 con coefficiente ambientale riduttivo con tempo di ritorno di 120 anni a 20°C non superiore a 1.17.

Il materiale sarà fornito, imballato, in rotoli di minimo 3.90 metri di larghezza.

Il materiale dovrà essere sottoposto alla DL per approvazione

accompagnato dalla scheda tecnica, la documentazione CE relativa secondo norma relativa alle applicazioni di rinforzo, certificazione ISO 9001 del produttore e fornitore, polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 10 milioni di Euro (validità decennale come da DPR 224/1988 art. 14) con sottolimito di 2.6 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale; la non presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Il materiale sarà steso manualmente avendo cura di evitare la formazione di ondulazioni o grinze in conformità alle istruzioni di posa del fornitore ed in accordo alla EN 14475.

PARAGRID	50/05	80/05	100/05	150/05	200/05
①	42,6 x 5,1	42,6 x 5,1	42,6x 5,1	42,6 x 4,2	42,6 x 4,2
②	50	80	100	150	200
③	3,75	6,0	7,5	11,25	15,0

8.3.2 Geogriglia monodirezionale ad alta resistenza PARALINK

8.3.2.1 Caratteristiche tecniche

La Geogriglia ad alta resistenza è un geosintetico di rinforzo costituito utilizzato per la stabilizzazione ed il rinforzo dei terreni. Dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- stabile agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro

Inoltre, il prodotto dovrà possedere una certificazione ambientale (EPD) emessa da ente terzo accreditato in accordo a ISO 14025 - EN 15804, e le caratteristiche minime riportate in tabella 1 dovranno essere certificate da ente governativo (BBA o assimilabile) esterno qualificato.

La geogriglia sarà del tipo monorientata o fortemente orientata, a maglia rettangolare, quadrata o comunque di altra forma idonea all'impiego e alla tipologia di terreno, in materiale sintetico di qualunque tipo (ad es.: fibre di poliestere o polietilene o polipropilene o aramide o polivinilalcol ecc), resistenti o protetti ai raggi u.v.

Tale geogriglia dovrà rispettare i livelli prestazionali riportati nella Relazione tecnica in particolare, con riferimento alla norma BS8006 o ISO TR 20432, il fornitore del geosintetico di rinforzo dovrà garantire il soddisfacimento dei requisiti seguenti (riferite ad una striscia di prodotto di dimensione pari a 1 m):

Caratteristiche	Norma	U.M.	Valori riferimento
Resistenza a trazione caratteristica	EN ISO 10319	kN/m	≥300
Allungamento caratteristico	EN ISO 10319	%	≤ 9.5
coefficiente riduttivo per danneggiamento da installazione in materiale granulare con D90< 23 mm*	ISO TR 20432	-	≤ 1.05*
coefficiente riduttivo per danneggiamento da installazione in materiale granulare con D90< 150 mm*	ISO TR 20432	-	≤ 1.25*
coefficiente riduttivo del "creep" a 20°C per opere permanenti di 100 anni *	ISO TR 20432	-	≤ 1.38*
deformazione viscosa residua post-costruzione tra la curva isocrona a 24 h e quella a 1.000.000 h *	UNI EN 10319 / EN ISO 13431 @10.000 h di test	-	≤ 1%*
allungamento max sulla curva dei 114 anni (1.000.000 h) al 45% del NBL *	UNI EN 10319 / EN ISO 13431 @10.000 h di test	%	< 6%*
coefficiente riduttivo per impiego in ambienti basici con PH pari compreso tra 4 e 9 permanenti con tempo di ritorno di 100 anni a 20°C *	ISO TR 20432		≤ 1.08*
coefficiente riduttivo per impiego in ambienti basici con PH pari a 11 per opere permanenti con tempo di ritorno di 120 anni a 20°C *	ISO TR 20432		≤ 1.18*
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO2 per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio	ISO 14025 - EN 15804		<1.35 kgCO2-Equiv. per kg di prodotto realizzato*

*valore certificato da ente governativo/laboratorio accreditato esterno qualificato (BBA o assimilabile)

Tabella 8.3/I: Caratteristiche della geogriglia

8.3.2.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) una documentazione contenente le certificazioni del Produttore tra le quali, schede

tecniche del materiale, Certificato comprovante la Marcatura CE (FPC Factory production Certificate) e la DOP (declaration of Performance), ISO 9001, 14001, 14025 e EN 15804, certificato BBA o assimilabile per la determinazione delle prestazioni in accordo a BS8006/ISO TR20432 e polizza assicurativa RC prodotto.

La mancata presentazione della presente documentazione implica la non accettazione del prodotto.

Ispezioni e prove

L'Appaltatore deve consentire e fare in modo che la D.L. possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geocompositi.

Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione nominale (EN ISO 10319)
- Allungamento a carico massimo (EN ISO 10319)

Determinazione tramite idonea certificazione a supporto

- sforzo di trazione allo SLU/SLV con deformazione caratteristica inferiore al 9.5%;(ISO TR 20432)
- sforzo di trazione allo SLE con deformazione inferiore al 4%; (ISO TR 20432)
- deformazione viscosa residua post-costruzione tra la curva a 24 h e quella a 1.000.000 h
(EN ISO 10319 e UNI EN ISO 13431 @10.000 h di test)
- allungamento max sulla curva dei 114 anni (1.000.000 h) al 45% del NBL
(EN ISO 10319 e UNI EN ISO 13431 @10.000 h di test)
- Global warming potential (GWP 100 anni) – (ISO 14025 - EN 15804)
- Coefficienti riduttivi riportati in tabella 1

La D.L. si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Appaltatore dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Appaltatore deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Appaltatore deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Appaltatore, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione, affinché la D.L. possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati tabella 1

8.3.2.3 Posa in opera del materiale

Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

Posizionamento in opera

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i prodotti devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Verbale di accettazione

La D.L. ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

Procedure per la posa in opera

L'Appaltatore deve organizzare le operazioni di posa in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla D.L. in base alle esigenze di coltivazione.

Le giunzioni devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza delle stesse senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

L'Appaltatore deve assicurare che le geogriglie rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Appaltatore deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore deve informare tempestivamente la D.L. indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la D.L. avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Appaltatore deve procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geostuoia, la D.L. deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.

Le geogriglie non devono essere in alcun modo esposte al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

8.3.2.4 Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

Il Produttore dovrà corredare ogni partita di prodotto da certificato di legge DOP in accordo alla norma sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione.

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche fornite dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità della geogriglia.

Controlli sulle geogriglie

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella tabella 1, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m², per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove: Dovranno essere forniti, in particolare, i certificati relativi alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione nominale (EN ISO 10319)
- Allungamento a carico massimo (EN ISO 10319)

Determinazione tramite idonea certificazione a supporto

- sforzo di trazione allo SLU/SLV con deformazione caratteristica inferiore al 9.5%;(ISO TR 20432)
- sforzo di trazione allo SLE con deformazione inferiore al 4%; (ISO TR 20432)
- deformazione viscosa residua post-costruzione tra la curva a 24 h e quella a 1.000.000 h

(EN ISO 10319 e UNI EN ISO 13431 @10.000 h di test)

- allungamento max sulla curva dei 114 anni (1.000.000 h) al 45% del NBL
(EN ISO 10319 e UNI EN ISO 13431 @10.000 h di test)
- Global warming potential (GWP 100 anni) – (ISO 14025 - EN 15804)
- Coefficienti riduttivi riportati in tabella 1

In ogni caso, almeno n. 1 campione dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore.

9. SISTEMI DI PROTEZIONE/IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA DISCARICA

9.1 IMPERMEABILIZZAZIONE CON ARGILLA COMPATTATA

L'impermeabilizzazione delle zone di della discarica in cui è prevista la stesa e compattazione con argilla, la stessa sarà realizzata con uno strato di argilla dello spessore di 1metro. Lo strato di argilla sarà steso a straterelli sovrapposti di 25 cm, previa regolarizzazione dell'argine e la formazione della pendenza di progetto, e costipati meccanicamente fino a raggiungere una permeabilità prevista dalla normativa vigente per il fondo, le pareti ed il capping.

9.1.1 Caratteristiche del materiale naturale

Il materiale da utilizzare per la costruzione dell'impermeabilizzazione sarà preferibilmente argilla e/o materiale con caratteristiche equivalenti avente le caratteristiche granulometriche, geo-meccaniche, limiti ed indici specifici coerenti con i valori seguenti:

- Permeabilità massima in sito, dopo compattazione, pari a $K = 1 \cdot 10^{-9}$ m/s (per impermeabilizzazione del fondo) e pari a $K = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s (per impermeabilizzazione del capping);
- Gruppo di appartenenza CH secondo Casagrande;
- Passante al setaccio 200 ASTM: superiore al 80%;
- Limite liquido Atterberg (LL): minimo 25% e massimo 50%;
- Indice di plasticità (IP): minimo 8 - 10% e massimo 30%;
- Umidità: 10%-35%;
- Materiale organico: assente.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea quale terreno organico, piante, e di qualsiasi altro materiale non idoneo.

Il materiale proverrà da una cava o altro sito autorizzato proposta dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori. Sarà compito dell'Impresa fornire prova della rispondenza dei materiali alla presente Specifica.

L'Impresa comunicherà alla Direzione Lavori, con almeno 30 giorni di anticipo sull'inizio delle operazioni di posa, i nominativi della o delle cave di prestito che intende utilizzare, e fornirà alla Direzione Lavori campioni del materiale.

La Direzione Lavori potrà sottoporre i materiali alle seguenti prove a totale onere dell'Appaltatore. I valori di accettabilità delle singole prove sono indicati nel seguito, fra parentesi:

- granulometria;
- limiti di Atterberg ($LL = 25 * 50\%$; $IP = 8 * 30\%$);
- compattazione con prova Proctor standard;
- permeabilità in laboratorio ed in campo, previa compattazione.

La permeabilità in laboratorio verrà misurata in apparecchio triassiale su provini ricostruiti a densità prossime a quella ottimale da prova Proctor standard, con tensioni di confinamento di entità comparabile con quelle medie agenti in sito.

Sulla base dei risultati delle prove, la Direzione Lavori si riserva facoltà di accettare o meno le cave proposte; in particolare, potrà essere sufficiente che una sola delle prove suddette dia esito negativo per giustificare il rifiuto della cava.

9.1.2 Modalità di posa del materiale naturale

Il materiale potrà essere steso solo previa approvazione, da parte della Direzione Lavori, dell'idoneità della superficie di imposta.

Lo spessore minimo in opera dopo compattazione dello strato di argilla e/o del materiale con caratteristiche equivalenti sarà, misurato secondo una direttrice ortogonale al piano di posa e dovrà essere uguale o superiore a 0.50 m sia per la fondazione che per il paramento interno degli argini di sopraelevazione, costituenti parte della chiusura della discarica e uguale o superiore a m 1,0 per l'impermeabilizzazione delle superfici esterne alle vasche originarie.

In linea di principio, ogni strato dovrà essere steso sulla massima superficie possibile, prima della compattazione. Ogni strato sarà steso in modo uniforme affinché risulti, dopo la compattazione, uno spessore non superiore a 25 cm, oppure un eventuale spessore minore precisato dalla Direzione Lavori (quando necessario per ottenere il grado di compattazione richiesto) utilizzando mezzi compattatori di piccole dimensioni.

Al fine di consentire un'idonea compattazione, lo strato di materiale costituente il paramento interno degli argini dovrà originariamente avere spessore maggiore di quello richiesto (0,50 m) ed essere successivamente riprofilato e lisciato, dopo compattazione.

I limiti minimi e massimi di umidità previsti per i materiali variano da CUO -1% a CUO +2%, dove con il termine CUO si intende il Contenuto di Umidità Ottimale determinato usando le procedure previste in AS 1289: 1993 Test 5.1.1 per gli standard di compattazione.

Se il contenuto di umidità naturale del materiale riscontrato in una zona non ricada nei limiti di cui sopra, l'Impresa dovrà trattare il materiale fino a condurre i valori entro detti limiti.

Qualora le condizioni meteo-climatiche inducessero condizioni dell'umidità dell'argilla:

- inferiori a quelle minime prescritte, questa dovrà essere inumidita e mantenuta umida fino alla stesura dello strato successivo
- superiori a quelle prescritte, essa dovrà essere essiccata, stendendola e rimaneggiandola (in periodi di bel tempo) con mezzi di tipo agricolo, quali erpici o aratri a dischi rotanti; se ciò non risultasse sufficiente, la posa dovrà essere sospesa fintanto che non si ripristino naturalmente le condizioni di umidità massima consentita per il corretto svolgimento di tale operazione.

Le operazioni di compattazione dovranno essere eseguite utilizzando un rullo statico del tipo "a piede di pecora". La pressione di contatto al piede dovrà essere compresa fra i 25 ed i 35 kg/cm². Per la realizzazione dell'ultimo strato dovrà essere utilizzato un analogo rullo liscio.

Lo spessore massimo di ogni strato (dopo compattazione) non dovrà superare 0,25 m; la compattazione dovrà essere comunque ottenuta con un numero di passate di rullo compattatore minimo pari a 5 e massimo pari a 14. Il numero minimo di passate del rullo in funzione dello spessore ottimale degli strati ed il peso del rullo stesso sarà determinato all'inizio dei lavori di compattazione dopo aver eseguito un campo prova; qualora le prove di densità in sito provassero che la densità specificata non può essere raggiunta con le passate previste, il numero di passate richiesto potrà essere incrementato o lo spessore degli strati diminuito. Non sarà dovuto all'Impresa alcun compenso aggiuntivo per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle limite.

I rulli compattatori dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con una sovrapposizione laterale non inferiore a 20 cm. La velocità operativa dei rulli non dovrà superare i 3 km/h.

Il grado di compattazione finale di ogni strato dovrà essere almeno pari al 95% del valore di compattazione standard predeterminata.

Non si potrà procedere alla compattazione se le analisi eseguite sui campioni prelevati in cantiere avranno determinato uno scarto superiore al 4% dall'umidità ottimale determinata in laboratorio con il metodo Proctor Standard. Le procedure da eseguire a cura dell'Impresa nei controlli della compattazione saranno le seguenti:

- a) Densità in sito con il metodo della sabbia calibrata - ASTM D1556
- b) Curva densità-contenuto di acqua secondo il metodo Proctor Standard ASTM D698
- c) Granulometria ASTM D421 - D422 - D2217
- d) Limiti di Atterberg D423-66 D424-59

L'Impresa preleverà campioni di materiale steso, prima che esso venga compattato. I risultati delle prove granulometriche, le determinazioni dei limiti di Atterberg e del contenuto di umidità naturale eseguiti

sui campioni dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori che dovrà essere messa in grado di approvarli prima che inizi la compattazione.

Il prelievo dei campioni, le eventuali analisi della Direzione Lavori e la successiva compattazione dovranno avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da impedire che le condizioni atmosferiche alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si procederà alla compattazione ma dovranno essere presi provvedimenti tali da riportare il materiale al grado di umidità voluto, fermo restando il fatto che le verifiche finali dovranno avere un esito positivo.

Le analisi granulometriche e la determinazione dei limiti di Atterberg saranno effettuate in ragione di 1 prova ogni 1000 m³ di materiale. La Direzione Lavori potrà richiedere/accettare durante i lavori una frequenza diversa delle analisi per un periodo di tempo da lei ritenuto necessario per garantire la buona qualità dei materiali.

Il materiale dovrà essere compattato in maniera da ottenere un grado di compattazione non inferiore al 95% del valore ottimale risultante da prova Proctor Standard.

Le prove di densità in sito includeranno anche la determinazione del contenuto d'acqua. I campioni prelevati a tale scopo dovranno essere tenuti in contenitori ermetici, che dovranno essere riempiti completamente.

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione dello strato di impermeabilizzazione.

Le prove di densità in sito (con il metodo del cono di sabbia) saranno eseguite in ragione di 1 prova ogni 500 m² di materiale compattato, salvo diversa indicazione della DL; almeno ogni 5 prove verrà eseguito anche il controllo in laboratorio con le prove Proctor Standard.

La D.L. potrà richiedere durante i lavori una frequenza maggiore delle prove per un periodo di tempo da lei ritenuto necessario per garantire la buona quantità della compattazione.

Le piccole cavità derivanti dall'asportazione di materiale per le prove di densità andranno accuratamente liberate dalla sabbia usata per la prova ed intasate con argilla compattata manualmente.

Il controllo della permeabilità verrà eseguito su campioni indisturbati prelevati in sito. La permeabilità verrà misurata attraverso prove in apparecchiatura triassiale, eseguite a tensioni di confinamento analoghe a quelle medie cui sarà sottoposto il materiale in sito. I fori necessari per il prelievo dei campioni dovranno essere sigillati con miscele di argilla e bentonite sodica.

9.2 IMPERMEABILIZZAZIONE CON GEOMEMBRANE E GEOCOMPOSITI SINTETICI

9.2.1 Geocomposito bentonitico

I geocompositi bentonitici consistono in uno strato di bentonite interposta tra due geotessili (uno di tipo non tessuto agugliato ed uno tessuto) in filamenti di polipropilene laminati da un lato con una

membrana in polietilene. I vari componenti sono tra loro agugliati in modo da raggiungere le massime prestazioni, anche nelle più severe prestazioni di impiego. La struttura deve garantire una buona resistenza al taglio del geocomposito ed allo spellamento dei singoli strati, garantendo buone prestazioni idrauliche di bassa permeabilità, anche su superfici ad elevata pendenza.

Il geocomposito bentonitico, fornito in pezzi in rotolo, deve essere posato previa regolarizzazione della superficie di posa; tale superficie, indipendentemente dalla natura, non deve presentare scabrezze e comunque condizioni che possano generare condizioni di punzonatura e compromettere l'integrità del geocomposito, sotto l'azione dei carichi soprastanti.

Per garantire la continuità dell'impermeabilizzazione, le singole pezze devono essere sovrapposte tra di loro, longitudinalmente e lateralmente per non meno di m 0,30.

Successivamente alla posa deve essere evitato il transito sulle aree impermeabilizzate di mezzi meccanici e comunque qualsiasi operazione che ne possa compromettere l'integrità.

Le caratteristiche minime del prodotto finito e delle sue componenti sono riportate nella tabella seguente (**Tab. 9.2/I**)


			WL20	Note
Caratteristiche dei geotessili				
Strato di base			Geotessile non tessuto agugliato	
Strato superiore			Geotessile tessuto	
Polimero			Polipropilene	
Membrana laminata da un lato			Polietilene	
Massa areica unitaria	EN ISO 9864	g/m ²	Strato di base 200 - Strato superiore 100	1
Caratteristiche della bentonite				
Tipologia			Bentonite di sodio	
Peso specifico		g/cm ³	2.60	
Punto di fusione		°C	1340	
Granulometria		mesh	Miscela speciale tra 6 e 30 (circa)	
Contenuto di montmorillonite		%	90 (-10)	2, 5
Assorbimento d'acqua	ASTM E946	%	> 650	
Capacità di rigonfiamento libera	ASTM D5890	ml/2g	> 24	
Perdita di flusso	ASTM D5891	ml	< 18	
Massa bentonite @12% umidità	EN 14196	g/m ²	5000	3
Caratteristiche del geocomposito (GBR-C)				
Massa areica unitaria	EN 14196	g/m ²	5500	1, 3
Spessore	EN ISO 9863-1	mm	7.2	1
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10 cm	65	1, 5
Perneabilità	ASTM E96	m/s	<7.0 x 10 ⁻¹³	2, 5
Indice di flusso	EN 16416 ASTM D5887	m ³ /m ² s	Nessun flusso misurato	
Resistenza a trazione (longitudinale)	EN ISO 10319	kN/m	14.5 (-2.5)	4
Allungamento (longitudinale)	EN ISO 10319	%	14±7	5
Resistenza al punzonamento (CBR)	EN ISO 12236	kN	2.4 (-0.4)	4
Larghezza dei rotoli		m	5.0	6
 <ol style="list-style-type: none"> 1) Valore nominale; è ammessa una tolleranza standard del 10% 2) Valore calcolato in base a prove effettuate sulla membrana in polietilene e sul GCL laminato secondo ASTM E96 ed effettuate sulla bentonite secondo ASTM D5887; spessore dei vari componenti assunto in condizioni asciutte non espanse 3) Valore nominale funzione del grado di umidità della bentonite fissato al 12% Il contenuto minimo di bentonite a secco (0% umidità) è fissata a 4400 g/m² 4) Valore MARV al 95% del limite di confidenza (valore medio meno la tolleranza) 5) Dato riportato a titolo informativo 6) Valore nominale, una tolleranza standard dell'1% è ammessa. <p>L'imballaggio di protezione non deve essere rimosso fino a quando MACLINE® GCL non è pronto per essere installato; MACLINE® GCL deve essere coperto entro un giorno dopo l'installazione (EN 12224 - durabilità).</p> <p>Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza e di analisi di laboratorio ma non costituiscono una garanzia prestazionale minima dei materiali. In ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.</p>				

Tabella 9.2/I: Caratteristiche minime geocomposito bentonitico

9.2.2 Geomembrana in HDPE

9.2.2.1 Caratteristiche tecniche

La geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) dovrà essere prodotta con polimero vergine (non rigenerato o riciclato), per una quantità minima pari al 97%, mentre per il restante 2% sarà costituita dal pigmento (carbon black) con l'aggiunta di additivi atti a migliorare le qualità di viscosità, saldabilità e resistenza ai raggi U.V. In particolare, l'indice di viscosità, definito dal MFI (Melt Flow Index), dovrà risultare compreso tra 2 e 3 g/10 min (ASTM D 1238 190/5 Cond. P)

Ai fini di un controllo di qualità, la geomembrana dovrà essere targata per tutta la sua estensione, con le indicazioni del nome del prodotto, il tipo di prodotto, il produttore, la materia prima utilizzata, la settimana e l'anno di produzione.

Per l'impermeabilizzazione delle superfici di fondo vasca o assimilate, lo spessore dovrà essere di mm 2,5 e la densità non inferiore a: 0,942 g/cm³ (ASTM D 1505), mentre per la copertura sommitale (Capping) lo spessore potrà essere non inferiore a mm 1,5 e la densità non inferiore a: 0,926 g/cm³ (ASTM D 1505),

La geomembrana dovrà risultare completamente impermeabile all'acqua e dovrà presentare le seguenti caratteristiche dimensionali e chimico-fisiche:

- Melt Flow Index (MFI): 2 g/10 min (ASTM D 1238 190/5)
- Carico di snervamento: 25 N/mm (ASTM D 6693)
- Allungamento a snervamento: 12 % (ASTM D 6693)
- Carico di rottura: 40 N/mm (ASTM D 6693)
- Allungamento a rottura: 500 % (ASTM D 6693)
- Resistenza alla lacerazione: 180 N/mm (ASTM D 1004)
- Resistenza alla perforazione: 800 mm (DIN 16726)
- Elongazione multi assiale: 15 % (DIN 53861/EN 14151)
- Stabilità dimensionale: < 1 % (ASTM D 1204, 1 ora a 100 °C)
- ESCR (stress cracking): 1000 ore (ASTM D 1693)
- Resistenza al punzonamento: 500 N (ASTM D 4833).

9.2.2.2 Modalità di posa

Prima di procedere nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. (al fine di acquisirne l'approvazione) il diagramma di posa provvisorio riportante la posizione dei teli da mettere in opera.

La posa dei teli in HDPE dovrà essere effettuata mediante stesura successiva in adiacenza (sovrapposizione) longitudinale.

La posa della geomembrana dovrà avvenire ponendo la massima cura affinché non si formino pieghe o grinze; qualora queste risultino inevitabili, a causa della conformazione naturale del piano, l'Appaltatore

dovrà procedere adeguatamente, ad effettuare tagli, sovrapposizioni e saldature, atti ad eliminare le eventuali anomalie previa autorizzazione da parte della D.L.

Onde evitare successivi raggrinzimenti, dovuti alla diversa temperatura assunta dai teli al momento della saldatura, è vietato eseguire la saldatura di due teli contigui se non siano trascorse più di quattro ore dallo srotolamento di entrambi.

I fogli dovranno essere sovrapposti per una larghezza minima di 20 cm e nessun compenso aggiuntivo potrà essere richiesto dall'Appaltatore per tale sovrapposizione.

Le saldature in cantiere saranno di due tipi: Saldature a "termofusione"

Sarà effettuata secondo il sistema a doppia pista che consiste nel portare a fusione due strisce dei fogli sovrapposti, lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. La saldatura è da eseguirsi con il sistema a cuneo riscaldato oppure ad aria calda con temperatura adeguata alle caratteristiche della geomembrana.

Saldature ad "estrusione"

Consiste in un apporto di materiale, dello stesso polimero, fuso in loco mediante apposita apparecchiatura portatile. I lembi dovranno essere asciutti e preventivamente molati e preriscaldati con aria calda.

9.2.2.3 Controlli e collaudi

Per ogni giorno di posa, prima di iniziare, il posatore deve determinare in presenza della D.L. i parametri della saldatura su un campione di geomembrana non inferiore ad 1 m², effettuando al minimo tre prove per la determinazione del carico di snervamento e del carico di rottura, da confrontare con la scheda tecnica e con i requisiti minimi di qualità; infine i dati determinati, dovranno essere riportati sul protocollo di saldatura.

Almeno due campioni della saldatura effettuata, recanti il nome del posatore e la data dell'intervento, devono essere rimessi alla D.L. per permettere ulteriori prove.

Tutte le saldature saranno collaudate al 100 % del loro sviluppo. Il collaudo sarà effettuato dal posatore e l'esito sarà documentato nel protocollo di saldatura.

Sono ammessi i seguenti tipi di collaudo:

- A. Collaudo ad aria compressa o con gas idoneo delle saldature a doppia pista: consiste nel munire i due terminali della linea saldata di bocchettoni a tenuta d'aria. Si immette poi, attraverso uno di questi, aria compressa ad una pressione dipendente dalla temperatura secondo il seguente schema:

Temperatura telo	Pressione
5÷20 °C	5 atm
20÷35 °C	4 atm
35÷50 °C	3 atm

Dopo 10 minuti è ammessa una caduta di pressione del 10 % del valore iniziale.

- B. Collaudo ad ultrasuoni: le saldature saranno controllate con apparecchio ad ultrasuoni; la sonda collegata al monitor con cavo coassiale, verificherà l'omogeneità della saldatura; l'impianto è dotato di un allarme sonoro per segnalare eventuali saldature difettose.

Tutte le saldature risultate efficienti verranno registrate sull'apposito protocollo di saldatura. Per quelle oggetto di riparazione, si procederà ad un successivo collaudo sino ad ottenere un risultato positivo.

A fine lavori l'Appaltatore fornirà alla D.L. il diagramma di posa definitivo, che descriva dettagliatamente il posizionamento dei teli posati. Sul diagramma di posa finale, dovranno essere indicate inoltre:

- le posizioni delle saldature effettuate;
- i numeri di matricola dei fogli posati;
- i punti di prelievo dei provini delle saldature;
- i punti difettosi riscontrati nei collaudi non distruttivi e/o idraulici.

10. DRENAGGI

10.1 DRENAGGI CON MATERIALE NATURALE

Il materiale lapideo drenante selezionato dovrà presentare le seguenti caratteristiche minime:

- contenuto di fine (passante al vaglio 200 ASTM) assente
- almeno 85% dei grani avente dimensioni superiori a 30 mm; nessun elemento con dimensioni maggiori di 70 mm.

Le caratteristiche del materiale saranno confermate, su richiesta della DL, attraverso prove di controllo (analisi granulometriche e determinazione del contenuto di carbonati) da eseguire nella quantità minima di 1 serie di prove ogni 500 m³ di materiale utilizzato.

10.2 DRENAGGI CON MATERIALI SINTETICI

Il geocomposito drenante è costituito da un materassino a più strati che assolve la funzione del materiale drenante tradizionale, quali le diverse tipologie di inerti o sistemi similari utilizzabili. Si presenta sotto forma di rotolo con altezza e lunghezza variabili.

I geocompositi sono costituiti da un nucleo drenante di polietilene che viene termosaldato ad un geotessile su uno o entrambi i lati o ad uno strato impermeabilizzante su un lato.


Il geocomposito drenante è costituito da un geocomposito per drenaggio planare ottenuto da accoppiamento per termosaldatura continua di anima drenante in georete in polietilene ad alta densità a maglia romboidale a due strati in geotessile non tessuto (GTX) aventi funzione di separazione, filtrazione e protezione.

La posa dovrà avvenire nel rispetto delle seguenti modalità:

- i teli dovranno essere posati in adiacenza l'uno con l'altro sul piano finito sottostante;
- prolungamento oltre le superfici di separazione degli strati a cui è interposto: m 0,50;
- quando posato su superfici con pendenza superiore a 30°, dovrà essere fissato allo strato sottostante mediante ancoraggio al terreno lungo il suo lembo superiore con chiodatura con tondini di ferro uncinati ad un estremo, di diametro non inferiore a mm 10 e lunghezza non inferiore a m 0,50, posti ad interasse non superiore a m 1,5, o altra forma di chiodatura allo stesso interasse;
- al fine di evitare il danneggiamento del geocomposito, la posa dovrà avvenire immediatamente prima dell'addossamento dei rifiuti in modo tale che esso rimanga immerso tra questi ed il piano sottostante (geomembrana in HDPE).



Il materiale dovrà avere i requisiti minimi seguenti:

			W 108X		
GEOCOMPOSITO (GCO)					
Spessore a 2 kPa ^(1,3)	EN ISO 9863-1	mm	14.5 (+/- 12%)		
Spessore a 20 kPa ^(1,3)	EN ISO 9863-1	mm	-		
Massa areica ^(1,3)	EN ISO 9864	g/m ²	1945 (+/- 10%)		
Resistenza trazione - MD ^(2,4)	EN ISO 10319	kN/m	88 (- 12%)		
Capacità drenante nel piano- MD ^(1,2,4,5)	EN ISO 12958	l/m/s	(+/- 25%)		
		Proprietà a breve termine			
		Gradiente =	0.03	0.1	1.0
				dopo 20anni ⁽⁵⁾	dopo 100anni ⁽⁵⁾
				1.0	1.0
Contatto morbido/morbido ⁽⁴⁾		20 kPa	-	-	2.76 ⁽²⁾
Contatto rigido/morbido ^(1,4)		20 kPa	0.40	0.72	2.88
		100 kPa	0.30	0.51	2.13
		200 kPa	0.20	0.38	1.79
				1.88	1.85
				1.36	1.14
FILTRI ESTERNI (GTX-N)					
Struttura: Geotessile nontessuto					
Materia prima: poliolefina stabilizzata UV			GTX 1		GTX 2
Massa areica ^(1,3)	EN ISO 9864	g/m ²	105 (+/- 10%)	1200 (+/- 10%)	
Spessore a 2 kPa ^(1,3)	EN ISO 9863-1	mm	0.60 (+/- 33%)	7 (+/- 10%)	
Resistenza a trazione - MD & CMD ^(1,4)	EN ISO 10319	kN/m	7.4 (- 0.7)	80.5 (- 10)	
Resistenza a punzonamento statico ^(1,4)	EN ISO 12236	N	1220 (- 120)	15500 (- 1700)	
Resistenza a punzonamento dinamico ^(1,4)	EN ISO 13433	mm	35 (+ 13)	5 (+ 0)	
Flusso perpendicolare al piano ^(1,4)	EN ISO 11058	l/m ² /s	110 (- 30)	19 (- 10)	
Apertura caratteristica O ₉₀ ^(1,4)	EN ISO 12956	µm	95 (+/- 32)	48 (+/- 20)	
ANIMA DRENANTE (GMA)					
Struttura: geostuoia tridimensionale con struttura a canali longitudinali paralleli composta da monofilamenti estrusi aggrovigliati					
Materia prima: polipropilene, stabilizzato UV con carbon black					
Massa areica ^(1,3)	EN ISO 9864	g/m ²	640 (+/- 7%)		
Proprietà di durabilità, ambientali e di sostenibilità					
In terreno naturale con 4<ph<9 e temperatura del terreno <25°C per una vita d'esercizio minima di ⁽²⁾ : 25anni, 50anni (tipo II), 100anni (tipo I)					
Contenuto di SVHC ⁽⁶⁾	ISO 14025 EN 15804	%	≤ 0.1		
Riscaldamento Globale (GWP _{100yrs}) ⁽⁶⁾		kg CO ₂ -Eq.	≤ 2.33E+00		
Eutrofizzazione (EP) ⁽⁶⁾		kg Phosphate-Eq.	≤ 5.25E-04		
Acidificazione (AP) ⁽⁶⁾		kg SO ₂ -Eq.	≤ 4.75E-03		



(1) valore informativo non riportato in DoP;
(2) valore certificato riportato in DoP;
(3) valore nominale; se non indicato, si ammette una tolleranza standard del 10%;
(4) il valore caratteristico corrisponde al valore medio al netto della tolleranza e corrisponde al MARV al 95% del limite di confidenza
(5) Le proprietà a lungo termine riportate sono calcolate sulla base di test di creep a lungo termine eseguiti con carichi da 50 a 500 kPa utilizzando del test di creep isoterico convenzionale prove eseguite a temperatura ambiente secondo ISO 25619-1: 2008;
(6) Valori riportati nel certificato EPD S-P-01470 rilasciato in conformità a EN15804 + A1 e ISO14125 a Maccaferri con riferimento alla famiglia di prodotti MacDrain con validità fino al dicembre 2023.

A seconda dei requisiti di progetto, è possibile realizzare lunghezze e larghezze variabili in accordo col piano di produzione e la disponibilità dei macchinari; si prega di verificare le condizioni di stoccaggio con il reparto logistica.
Prodotti speciali possono essere realizzati su richiesta per progetti specifici
MD : direzione longitudinale
CMD : direzione trasversale



Il produttore, per il proprio processo di ottimizzazione e miglioramento delle caratteristiche tecniche dei prodotti, si riserva la facoltà di modificare gli standard e le caratteristiche dei prodotti senza alcun preavviso. Tutte le informazioni fornite sono date in buona fede sulla base della nostra esperienza; in ogni modo nessuna responsabilità per un errato utilizzo progettuale delle stesse potrà essere imputata al produttore o ai suoi distributori.

11. MATERIALI SINTETICI PROTETTIVI ED AUSILIARI

11.1 GEOTESSUTI (TNT)

Il geotessuto deve essere realizzato in fibre al 100% di polipropilene non rigenerate, assemblate mediante agugliatura, esente da collanti, appretti, impregnanti; non deve aver subito alcun trattamento di termosaldatura o termocalandrature.

Salvo diversa indicazione della D.L., deve avere una massa areica conforme a quanto previsto dal progetto per gli usi specifici, ma comunque mai inferiore a 400 g/m².

La posa dovrà avvenire nel rispetto delle seguenti modalità:

- le giunzioni tra i teli saranno sovrapposte di almeno 30 cm e dovranno essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi, senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti
- prolungamento oltre le superfici di separazione degli strati a cui è interposto: m 0,50
- quando posato su superfici con pendenza superiore a 30°, dovrà essere fissato allo strato sottostante mediante picchetti metallici o altra forma di chiodatura ad interasse non superiore a m 1,50.
- i teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati successivi di materiale sopra degli stessi.

Il materiale fornito dovrà essere corredato da idonea certificazione che riporti lo spessore e le caratteristiche meccaniche sotto diverse condizioni di carico, la resistenza al punzonamento, la resistenza e l'allungamento a rottura. La Direzione Lavori verificherà preliminarmente la rispondenza del materiale alle caratteristiche riportate in precedenza sottoponendolo, a discrezione, a prova presso laboratori qualificati a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale dovrà avere i requisiti minimi seguenti:

PROPRIETA'	METODO	UNITA'	VALORE											
Polimero	Analisi DSC		Polipropilene (PP)											
Caratteristiche fisiche														
Massa areica	EN ISO 9864	g/m ²	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	1	
Spessore a 2 kPa	EN ISO 9863-1	mm	4.00	4.20	4.40	4.60	5.20	6.00	6.00	7.00	8.00	10.00	1	
Caratteristiche meccaniche														
Resistenza a trazione - MD	EN ISO 10319	kN/m	27	32	36	43	52	58	64	70	81	100	2,3	
Resistenza a trazione - CMD	EN ISO 10319	kN/m	28	35	38	47	55	64	68	70	87	100	2,3	
Allungamento - MD	EN ISO 10319	%	75	75	70	75	70	75	60	79	79	100	2,3	
Allungamento - CMD	EN ISO 10319	%	75	75	70	70	70	75	65	80	75	100	2,3	
Punzonamento statico (CBR test)	EN ISO 12236	N	4900	5500	6600	8000	9500	11000	11000	12000	15500	18000	2,3	
Punzonamento dinamico	EN ISO 13433	mm	6	5	5	1.2	1.2	0	0	0	0	0	2,3	
Protection efficiency	EN 13719	%											2,3	
	300 kPa		2.21	2.21	1.94	1.80	1.27	1.10	1.10	0.80	0.67	0.67		
	600 kPa		3.61	3.61	3.55	3.35	2.78	2.54	2.54	2.21	1.70	1.70		
	1200 kPa		6.48	6.48	5.40	4.87	4.62	4.49	4.49	3.48	3.31	3.31		
Proprietà idrauliche														
Permeabilità normale al piano	EN ISO 11058	l/m ² s	34	34	20	19	16	14	11	10	9	35	2,3	
Porometria O ₉₀	EN ISO 12956	mm	0.067	0.067	0.066	0.056	0.057	0.052	0.050	0.051	0.046	0.056	2,3	
Trasmissività a 20 kPa	EN ISO 12958	l/m s	1.48 E-02	7.47 E-03	7.37 E-03	1.02 E-02	1.38 E-02	1.75 E-02	1.40 E-02	1.40 E-02	1.40 E-02	1.40 E-02	2,3	
Durabilità														
Resistenza agenti atmosferici	EN 12224		da coprire entro 14 giorni dall'installazione										2	
Resistenza all'ossidazione	EN ISO 13348		previsione di durabilità minima di 25 anni in terreni naturali con 4<ph<9 e temperature del terreno <25 °C										2	
Funzioni														
Filtrazione (F), Separazione (S), Drenaggio (D), Protezione (P)														
Dimensioni dei rotoli														
Lunghezza/rotolo		m	90	85	70	60	100	90	85	65	65	50	5	
Ampiezza/rotolo		m					6.50						6	
Area/rotolo		m ²	585	522.5	455	390	650	585	552.5	422.5	422.5	325		
Diametro/rotolo		m	60	60	60	60	80	80	80	80	80	80	1	
Peso (lordo)/rotolo		kg	234	249	228	234	455	468	498	423	507	488	1	

1. Valore nominale; una tolleranza del 10% è normalmente ammissibile se non diversamente indicato
2. I test indicati sono parte del mandato del certificato CE e sono riportate nelle DoP;
3. Valori medi; risultato statistico in conformità alle norme europee armonizzate
4. I test indicati non sono parte del mandato del certificato CE pertanto i valori relativi ai test indicati sono forniti a titolo informativo;
5. Tolleranza pari a 0.5 m;
6. Tolleranza pari a 0.05 m.

11.2 GEORETI GRIMPANTI

Le georeti grimpanti devono in generale possedere requisiti di tali da garantire la stabilità degli strati soprastanti di terreno, evitando fenomeni di scivolamento. Le georeti da impiegarsi devono garantire tale funzione su pendii di lunghezza non inferiore a m 8 e pendenza fino a 30°. I rotoli, di larghezza variabile, ma non inferiore a m 2,50, devono essere srotolati dall'alto verso il basso avendo cura che i lembi adiacenti garantiscano la continuità planare delle georeti, fissate tra di loro con cavallotti metallici ad interasse non superiore a m 2,0. Superiormente i singoli moduli devono essere immorsati in una

canaletta dedicata o fissati con pioli metallici infissi negli strati sottostanti ad un interasse non superiore a m 1,0 ed una profondità di m 0,50.

11.3 GEOSTUOIA RINFORZATA

Le Geostuoie devono essere del tipo rinforzate, realizzate con una matrice polimerica tridimensionale estrusa su una rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 tessuta con filo rivestito con Galmac® (Zn/Al5%) e Polimac®. Il materiale deve essere prodotto in conformità al CPR - Regolamento sui Prodotti da Costruzione 305/2011 e alla EN 10223-3 e possedere i requisiti minimi di cui alla seguente **tabella 11.3/I**.

			R1 8127G0
Proprietà della geostuoia			
Polimero			Polipropilene
Massa areica ⁽¹⁾	EN ISO 9864	g/m ²	450 (±30)
Punto di rammollimento ⁽²⁾	ISO 306	°C	150
Densità ⁽²⁾	ISO 1183	kg/m ³	900
Resistenza agli UV			Stabilizzato
Proprietà del rinforzo			
Tipo	EN 10244-2 EN 10245-1		Rete metallica a doppia torsione con rivestimento GalMac® e Polimac®
Maglia tipo	EN 10223-3		8x10
Diametro filo (int. / ext.)	EN 10223-3	mm	2.70 / 3.70
Rivestimento Galmac	EN 10244-2		Classe A
Resistenza a trazione nominale	EN 10223-3	kN/m	50
Carico a punzonamento nominale	UNI 14437	kN	65
Proprietà fisiche geocomposito			
Massa areica ⁽¹⁾	EN ISO 9864	g/m ²	2130 (±213)
Indice dei vuoti ⁽¹⁾		%	> 90
Spessore 2 kPa ⁽³⁾	EN ISO 9863-1	mm	16 (±4)
Larghezza rotolo ⁽⁴⁾		m	2.00
Lunghezza rotolo ⁽⁵⁾		m	25
Proprietà di controllo dell'erosione			
Penetrazione leggera (passante)	ASTM D6567	%	35 - 45
Copertura del terreno		%	55 - 65
Fattore C (cover management factor) ⁽⁶⁾ : - intensità di pioggia i = 50 mm/h	ASTM D6459		≤ 0.0028

- intensità di pioggia $i = 100$ mm/h			≤ 0.012
- intensità di pioggia $i = 150$ mm/h			≤ 0.032
Proprietà ambientali e di sostenibilità			
Contenuto di SVHC ⁽⁷⁾	ISO 14025 EN 15804	%	≤ 0.1
Global Warming Potential (GWP _{100yrs}) ⁽⁷⁾		kg CO ₂ -Eq.	$\leq 1.35E+00$
Potenziale di eutrofizzazione (EP) ⁽⁷⁾		kg Phosphate- Eq.	$\leq 5.92E-04$
Potenziale di acidificazione (AP) ⁽⁷⁾		kg SO ₂ -Eq.	$\leq 4.31E-03$

Tabella 11.3/I: Requisiti minimi geostuoie rinforzate

12. RETE GEOELETRICA

Al di sotto della geomembrana in HDPE e sopra l'impermeabilizzazione basale in argilla o geocomposito bentonitico, sarà disposto un sistema di monitoraggio a cui è affidato il duplice compito di controllare la tenuta della geomembrana e di valutare la natura dei fluidi eventualmente infiltratisi, dopo aver attraversato il telo impermeabile, all'interno dello strato di argilla, seguendone l'evoluzione nel tempo, in modo da offrire tutti gli elementi necessari per valutare l'esigenza di un intervento, e attivare, in quest'ultimo caso, un sistema di allarme.

Concetto fondamentale per comprendere il funzionamento del sistema è che la barriera in HDPE, oltre ad essere isolante dal punto di vista idraulico, lo è anche sotto il profilo elettrico. Si tratta, cioè, di uno strato a resistenza praticamente infinita che, dal punto di vista geoelettrico, separa nettamente gli strati di terreno tra i quali viene posato; pertanto, se si crea un campo elettrico al di sopra di detto strato, non si rileverà alcuna presenza dello stesso campo elettrico al di sotto.

In altri termini, inviando corrente di intensità i attraverso un elettrodo di corrente posto all'interno dello strato di argilla, nessuno degli elettrodi che si trovano in altra zona della discarica, sempre all'interno dello strato, deve misurare una differenza di potenziale.

Se, invece, si riscontra una differenza di potenziale, è certo che è presente una soluzione di continuità nel livello resistivo (strato di argilla), che segnala una lacerazione del telo. Si utilizza, quindi, la stessa tecnica adottata nell'ambito industriale per misurare la messa a terra e l'isolamento.

Per valutare la resistività dello strato di argilla e, quindi, del fluido di saturazione, è necessario disporre di una apparecchiatura che misuri la differenza di potenziale tra due punti.

E' stato concepito, all'uopo, un apparato articolato come segue:

- messa in opera, all'interno dello strato di argilla, di una maglia rettangolare con distanza tra i nodi costante. Ciascuno degli elettrodi può indifferentemente svolgere la funzione di elettrodo di corrente o elettrodo di potenziale;
- messa in opera, in altro punto della discarica, di elettrodi di potenziale;
- collegamento degli elettrodi, per mezzo di cavi elettrici, ad una centralina di *energizzazione* e di misura;
- installazione di una consolle di controllo (master unit), dotata di coprocessore matematico, che svolge le seguenti funzioni:
 - scelta automatica di sequenze di misure in base ad indicazioni dell'operatore;
 - azionamento della centralina elettrica di energizzazione e misura;
 - visualizzazione sul monitor dell'andamento delle misure in esecuzione;
 - registrazione su supporto magnetico di tutti i dati rilevati;
 - attivazione di un sistema di allarme in caso di superamento di determinati parametri stabiliti dall'operatore.

13. TUBAZIONI DRENANTI E NON

13.1 CARATTERISTICHE

Dovranno essere costruite secondo tecnologie che garantiscano il mantenimento delle forme, la resistenza alla pressione, agli urti ed alle sollecitazioni in una fascia di temperatura compresa tra -40° e +100° C.

Nelle tubazioni drenanti, le fessure dovranno essere tali da garantire l'afflusso facilitato del liquido ed il suo deflusso e dovranno essere presenti su almeno 2/3 del perimetro del tubo. La luce delle fessure dovrà essere inferiore a 8 mm.

Dovranno rispondere alle seguenti norme UNI:

- UNI 7611: Tubi di PE a.d. per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.
- UNI 7615: Tubi di PE a.d. Metodi di prova generali.
- UNI 7612: Raccordi di PE a.d. per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.
- UNI 7616 + FA90: Raccordi di PE a.d. per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova generali.
- UNI 9561: Raccordi a compressione a base di materiali termoplastici per condotte di PE per fluidi in pressione e per irrigazione. Tipi, dimensioni e requisiti.
- UNI 9562: Raccordi a compressione a base di materiali termoplastici per condotte in PE per fluidi in pressione e per irrigazione. Metodi di prova.

I tubi di HDPE e relativi raccordi in materiali termoplastici, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme di cui sopra, dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP-UNI di proprietà dell'UNI, gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, Ente giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 dell'1.2.1975.

13.2 MODALITA' DI TRASPORTO E DI ACCATASTAMENTO DEI TUBI

Nel trasporto dei tubi, i piani di appoggio dovranno essere privi di asperità. I tubi dovranno essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, nylon o similari, adottando gli accorgimenti necessari a fare in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con le imbragature stesse, per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni verranno effettuate manualmente si avrà cura di non fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

Il piano di appoggio dovrà essere pulito, livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non dovrà essere superiore a 2 m, qualunque ne sia il diametro. Per i tubi in rotoli, appoggiati orizzontalmente, l'altezza potrà essere superiore ai 2 m.

Nel caso i tubi siano accatastati all'aperto per lunghi periodi, essi dovranno essere protetti dai raggi solari con teli o tettoie.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

13.3 RACCORDI E PEZZI SPECIALI

I raccordi e pezzi speciali in HDPE dovranno rispondere agli stessi requisiti chimico-fisici dei tubi.

I raccordi dovranno essere prodotti per stampaggio o, nel caso non fossero reperibili sul mercato, ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale ecc.). In ogni caso tali operazioni dovranno essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del Fornitore.

I raccordi dovranno rispondere alle norme UNI 7612.

Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme citate si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché essi siano idonei allo scopo.

Il collegamento fra tubi di HDPE in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico o a mezzo di flange con collari predisposti sul tubo.

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti minimi:

Proprietà	Unità	Valori						
Diametro nominale	mm	100	160	200	250	300	355	400
Diametro esterno	mm	119	176	235	294	353	412	464
Diametro interno	mm	100	154	199	248	300	346	395
Larghezza fessure	mm	0.8 - 1.4						
Superficie di captazione	cm ² /m	> 50						
Tipologia di fessurazione		Dreno parziale*			Dreno collettore*			
Dimensioni standard								
Lunghezza barre	m	6						
Contenuto in un pallet	n°	117	48	27	18	10	8	6
Contenuto in un pallet	m	702	288	162	108	60	48	36

13.4 POSA IN OPERA

La minima profondità di posa dalla generatrice superiore del tubo drenante è indicata sulle tavole progettuali.

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo della canalizzazione esistente uno strato di materiale incoerente quale sabbia, per tubi non fessurati e di materiale drenante lavato di pezzatura > 1 cm, per tubi fessurati, sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi dovranno essere controllati per evidenziare eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati dovranno essere chiusi ermeticamente con nastro adesivo, onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili dovranno essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

14. IMPIANTO ANTINCENDIO

La presente specifica ha lo scopo di stabilire i requisiti vincolanti di fornitura e collaudo di tubi in polietilene alta densità PE100 sigma 80, atossici e idonei all'adduzione di acqua, i cui requisiti base sono conformi alla norma UNI EN 12201. In aggiunta ai requisiti base devono essere garantite e documentate le elevate prestazioni, corrispondenti alle caratteristiche descritte nel presente disciplinare, a garanzia di affidabilità e sicurezza della condotta, correttamente posata, per tutta la durata della vita utile della condotta; i tubi sono destinati al trasporto di acqua in pressione per alimentare l'impianto antincendio a salvaguardia della discarica.

Normativa Tecnica di riferimento UNI EN 12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione di acqua - Polietilene (PE).

Requisiti prescritti Materia prima Polietilene Alta Densità PE100 sigma 80, ottenuto con polimerizzazione dell'etilene gassoso, da primari produttori di resina; il polimero (PE) deve essere stabilizzato ed addizionato dal produttore della materia prima con opportuni additivi uniformemente dispersi nella massa fornita in forma di granulo.

Gli additivi utilizzati (antiossidanti, stabilizzanti, lubrificanti, nero di carbone) sono dosati ed aggiunti alla resina base dal produttore di materia prima nella fase di realizzazione del compound (resina finita) e sono destinati a migliorare le prestazioni nelle fasi di trafilatura e iniezione, e a conferire la necessaria resistenza agli agenti atmosferici ed all'invecchiamento del prodotto finito.

Il compound, all'atto dell'immissione in tramoggia di estrusione, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 350 ppm, produttori di tubi che utilizzino sugli impianti di estrusione tramogge preriscaldate a garanzia dell'abbattimento della eventuale umidità residua, saranno preferiti a produttori i cui impianti ne siano sprovvisti.

Il compound utilizzato per la riga coestrusa (la riga **blu** che identifica sul tubo l'utilizzo per adduzione di acqua), deve essere omologo, o almeno compatibile per MRS (differenza ammessa inferiore a 0,5) e Melt Index (differenza ammessa inferiore a 0,1) al compound nero utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:- - compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati; compound e/o materiale base ottenuto per masterizzazione di materia prima neutra (polietilene neutro addizionato dal produttore di tubo con additivi);

- lotti di compound provenienti da uno o più primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, quali ad esempio Melt Index, massa volumica, umidità residua, non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore.

Caratteristiche della materia prima (*Polietilene PE100 per l'estrusione dei tubi*)

Le caratteristiche del compound per tubi, devono essere tali da soddisfare quanto previsto dalla UNI EN 12201-1 e dal presente disciplinare; il produttore di tubi deve documentare, con certificazioni di Laboratori accreditati (preferibilmente europei) del fornitore di compound, la rispondenza ai valori della tabella seguente:

MRS (Minimum Required Strenght) (ISO/TR 9080)	≥ 10 MPa
RCP (Rapid Crack Propagation) Diam 250 mm, SDR 11, 0°C (ISO 13477)	Press min arresto 10,0 bar
S.C.G. (Slow Crack Growth – Notch Test) T=80°C t=165h SDR11 Press = 9,2 bar (EN ISO 13479)	≥ 500 h
Contenuto di Carbon Black (C.B.) (ISO 6964)	Compreso tra 2 e 2,5 % in peso
Dispersione C.B. (ISO 18553)	≤ 3
O.I.T. (T=200°C) (UNI EN 728)	≥ 50 min (il valore minimo di norma è 20 min)
Melt Index (5 kg T=190°C t=10min.) (ISO 1133)	compreso tra 0.2 e 0.5 g/10min

Tubi

Il Polietilene Alta Densità PE100 sigma 80 utilizzato per la produzione dei tubi deve essere conforme ai requisiti del punto precedente e tale da garantire ogni requisito contenuto nel presente disciplinare.

Il colore dei tubi deve essere NERO con bande coestruse BLU (per l'identificazione dell'uso per adduzione di acqua); il *nero di carbone (carbon black)* presente nella resina, protegge dalla foto ossidazione i tubi in considerazione dell'eventuale loro stoccaggio all'aperto.

L'aspetto delle superfici interna ed esterna del tubo deve essere liscio, pulito, ed non presentare cavità di nessuna natura, impurità o porosità o qualsiasi altra irregolarità superficiale.

I tubi sia in rotoli che in barre devono essere forniti confezionati con idonei tappi colorati alle estremità al fine di mantenere la superficie interna pulita e garantire l'inalterabilità delle caratteristiche sanitarie e organolettiche più avanti descritte in questo disciplinare, I tubi in barre devono essere forniti confezionati in fasci, opportunamente legati con reggetta in poliestere, di forma geometrica tale da risultare compatta; la forma esagonale (a nido d'ape) è preferita in quanto autoportante, e quindi ottimale per la protezione del singolo tubo durante le operazioni di movimentazione.

Caratteristiche meccanico-fisiche

Le caratteristiche dei tubi devono essere conformi ai requisiti di UNI EN12201- 2, e avere **valori superiori** ai minimi previsti secondo la tabella sotto riportata, al fine di garantire l'adeguato livello di affidabilità e sicurezza della condotta correttamente posata

Caratteristiche e valori minimi di norma	Requisiti	Metodi di prova
Resistenza alla pressione intera 20 °C / 100h / $\sigma = 12.4$ Mpa 80 °C / 165h / $\sigma = 5.4$ Mpa 80 °C / 1000h / $\sigma = 5.0$ Mpa	Nessun cedimento durante la prova 20 °C / 100h / $\sigma = 12.4$ Mpa 80 °C / 165h / $\sigma = 5.4$ Mpa 80 °C / 1000h / $\sigma = 5.0$ Mpa	UNI EN 921
Allungamento a rottura ≥ 350 %	≥ 500 %	ISO 6259
Indice di fluidità MFR variazione inferiore al 20%	Variazione dell'MFR dopo la lavorazione inferiore al 10% (differenza ammessa tra il valore misurato sul tubo e il valore misurato sul granulo di origine)	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossidazione OIT ≥ 20 min a 200°	Temperatura di prova: 200 °C ≥ 50 min	UNI EN 728

Caratteristiche e valori minimi di norma	Requisiti	Metodi di prova
Resistenza alla crescita lenta della frattura SGC – notch test (per $\varnothing \leq 250$ mm) 80 °C / 165h / $\sigma = 4,6$ MPa	Nessun cedimento durante la prova: 80 °C / 500h / $\sigma = 4,6$ MPa	ISO 13479
Resistenza alla crescita lenta della frattura – metodo del cono (per spessori ≤ 5 mm)	La velocità di crescita dell'intaglio non deve essere superiore a 10 mm/giorno	ISO 13480

Collaudi non distruttivi

Oltre alle prove previste (di tipo distruttivo che hanno valenza statistica) dalla norma di riferimento (UNI EN12201-2), devono essere eseguite, sulla intera produzione o su una percentuale della produzione (__ %, indicata a discrezione del committente) oggetto della fornitura, specifiche prove di tenuta idraulica (non distruttive) ad una pressione idrostatica inferiore o uguale alla Pressione Nominale. Suddette prove di breve durata, hanno lo scopo di verificare l'assenza di difetti di tipo macroscopico e di documentare la corretta uniformità dimensionale dei tubi.

Procedura di collaudo di tenuta idraulica per tubi

La tenuta idraulica dei tubi deve essere verificata secondo il metodo descritto nella norma UNI 11149. In sede contrattuale il committente e il fornitore definiscono la frequenza minima di campionamento. Il fornitore deve fornire un report che evidenzi il ciclo di collaudo comprovante:

1. la dilatazione viscoelastica del materiale
2. tenuta del sistema dopo parziale svuotamento.

Salvo diverse indicazioni la pressione massima di prova è pari alla PN 16 del tubo collaudato.

Marcatura minima

La marcatura minima su ogni metro di tubo deve essere indelebile e riportare almeno i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN 12201);
- Marchio di Qualità del prodotto;
- Codice identificativo del PE utilizzato;
- diametro esterno nominale del tubo X spessore nominale;
- pressione nominale (PN 16);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- numero lotto di produzione;
- numero turno di produzione;
- polietilene 100% vergine.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al produttore.

Caratteristiche geometriche - dimensioni dei tubi

- Diametri, spessori e tolleranze:

I tubi devono avere, i diametri e gli spessori con le relative tolleranze, rispondenti ai valori riportati nella UNI EN 12201.

- Lunghezze:

I tubi sono forniti per il De1100 richiesto in barre di lunghezza totale 6 m e/o 12 m, e, dove previsto, in rotoli di lunghezza dipendente dal De e dichiarata dal produttore.

- Dimensioni dei rotoli:

Il diametro interno minimo del rotolo non deve essere inferiore a 18 volte il De del tubo che deve essere arrotolato in modo che non si producano deformazioni localizzate.

Controlli e responsabilità

Il committente si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a quanto dichiarato dal produttore di tubi con particolare riguardo ai requisiti della presente specifica e alle caratteristiche sanitarie (conformità alle regolamentazioni vigenti e verifica delle caratteristiche organolettiche secondo UNI EN 1622).

Il produttore alla sottoscrizione del contratto, si assumerà ogni e qualsiasi onere conseguente le consegne di tubo non conforme ai requisiti previsti dalla presente specifica.

Documenti e certificazioni di qualità

Il produttore di tubi deve essere iscritto e deve essere in regola con i contributi al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) previsti.

Il fornitore in fase di offerta dovrà allegare:

- a. Certificati di conformità del produttore di tubi alle norme UNI EN ISO 9002 del Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- b. Certificati di conformità del prodotto rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert, sulla intera gamma fornita, alla norma di riferimento, e ai requisiti organolettici stabiliti dal DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificati secondo UNI EN 1622,
- c. I tubi forniti devono essere accompagnati da documentazione del produttore (report di laboratorio) che evidenzino la rispondenza di ciascun lotto di tubi prodotto oggetto della fornitura ai requisiti della presente specifica, in particolare devono essere prodotte registrazioni di laboratorio dei test:
 1. OIT > 50 min, 200°C (report curva calorimetrica);
 2. Caratteristiche in trazione (report curva di trazione);
 3. Resistenza alla pressione interna 500h sigma=5,4 MPa 80°C.
 4. Resistenza alla crescita lenta della frattura SGC – notch test (per $\varnothing \leq 250$ mm)
 5. Resistenza alla crescita lenta della frattura – test del cono (per spessori ≤ 5 mm)
- d. Registrazione (report) delle curve delle prove di tenuta idraulica, eseguite su una parte (%), concordata in sede di contratto) o sull'intera produzione consegnata a seconda di quanto stabilito in sede contrattuale.

Assistenza post vendita

Se concordato in sede d'ordine il fornitore deve garantire:

- l'assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell'inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa;
- l'assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo in cantiere secondo DM 12.12.85 di condotte interrate per fluidi in pressione conformemente al metodo previsto in UNI 11149.

Movimentazione e trasporto dei tubi

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

15. SERBATOI DI STOCCAGGIO PERCOLATO

I serbatoi di stoccaggio del percolato dovranno essere forniti in opera, completi di ogni loro parte ed accessorio ed in particolare di:

- protezione circolare sul coperchio, completa di proteggi piedi e corrimano' costruita in accordo con le norme UNI EN ISO 14122/2016
- scaletta alla marinara con partenza da terra, provvista di un cancelletto antirisalita lucchettabile, un ballatoio intermedio rompi tratta, un cancelletto superiore anticaduta, con chiusura automatica a molla
- anelli di sollevamento
- connessione di carico flangiata sul tetto DN100 PN 10-16
- portella ovale di ispezione sulla parte bassa del fasciame
- tubazione di scarico, completa di connessione flangiata DN100 PN 10-16.

I serbatoi dovranno essere realizzati in accordo al D.M. 17.01.2018, in riferimento alla zona sismica 4, ed avere le seguenti caratteristiche minime:

- forma cilindrica verticale, a parete semplice, con fondo conico a 30° e tetto bombato, poggiante su n.8 gambe tronco-piramidali poggianti su piastra
- materiali di costruzione: parti a contatto con il percolato: acciaio inox AISI 316L/1.4404;
- parti restanti: acciaio inox AISI 304/1.4301
- saldature decapate e spazzolate a fascia

16. IMPIANTO BIO-SSIDAZIONE

I moduli di bio-ossidazione BOIS possono essere realizzati con diverse forme o materiali costruttivi; nel seguito si riportano, le caratteristiche essenziali e funzionali-tipo che devono avere, indipendentemente dai dettagli tecnico-operativi da condividere con la D.L..

Il "contenitore" del BOIS dovrà essere realizzato con materie plastiche o comunque resistenti alla aggressione chimica dei gas e dei condensati oltre che agli agenti ambientali. La capacità interna del BOIS dovrà essere di circa 1000 litri.

Requisito essenziale del BOIS deve essere la facile accessibilità e manutenzione, per agevolare le operazioni di monitoraggio, irrigazione e cambio della massa reagente quando necessario. Una delle ipotesi può essere quella dell'utilizzo di cisterne prefabbricate in polipropilene o polietilene montate su pallet per consentire una facile movimentazione in cantiere e dotate di tappo filettato di grandi dimensioni.

Ogni modulo dovrà essere dotato di uno scarico di fondo dotato di valvola a sfera per lo scarico delle condense e lo scarico degli eccessi delle acque di umidificazione della massa reagente.

Lo scarico sarà raccordato al pozzo biogas stesso mediante adeguata pendenza. L'operazione di verifica dell'eccesso di liquidi e di scarico sarà manuale (non continua).

La parte inferiore del filtro verrà riempita con ghiaia a limitata componente carbonatica come elemento di "plenum" per favorire la distribuzione dei gas sotto la matrice ossidante.

La ghiaia, grazie al suo elevato peso specifico, consente anche di zavorrare il biofiltro evitando spostamenti accidentali.

In uno spigolo del contenitore verrà inserita una tubazione (PVC o HDPE) con diametro di 50 mm che consente di connettere il plenum in ghiaia alla sommità del biofiltro.

I moduli di bio-ossidazione BOIS potranno essere realizzati con diverse forme o materiali costruttivi ma nel rispetto delle caratteristiche dimensionali e prestazionali precedentemente indicate.

Il "contenitore" del BOIS dovrà essere realizzato con materie plastiche o comunque resistenti alla aggressione chimica dei gas e dei condensati oltre che agli agenti ambientali. La capacità interna del BOIS dovrà essere di circa 1000 litri.

Si propone l'esecuzione di un modulo facilmente accessibile e manutenzionabile per agevolare le operazioni di monitoraggio, irrigazione e cambio della massa reagente quando necessario. Una delle ipotesi può essere quella dell'utilizzo di cisterne prefabbricate in polipropilene o polietilene montate su pallet per consentire una facile movimentazione in cantiere e dotate di tappo filettato di grandi dimensioni.

Ogni modulo dovrà essere dotato di uno scarico di fondo dotato di valvola a sfera per lo scarico delle condense e lo scarico degli eccessi delle acque di umidificazione della massa reagente.

Lo scarico sarà raccordato al pozzo biogas stesso mediante adeguata pendenza. L'operazione di verifica dell'eccesso di liquidi e di scarico sarà manuale (non continua).

La parte inferiore del filtro verrà riempita con ghiaia a limitata componente carbonatica come elemento di "plenum" per favorire la distribuzione dei gas sotto la matrice ossidante.

La ghiaia, grazie al suo elevato peso specifico, consente anche di zavorrare il biofiltro evitando spostamenti accidentali.

In uno spigolo del contenitore verrà inserita una tubazione (PVC o HDPE) con diametro di 50 mm che consente di connettere il plenum in ghiaia alla sommità del biofiltro.

Sul raccordo di alimentazione del BOIS verrà ricavato un punto di analisi dotato di valvola per consentire la valutazione qualitativa e quantitativa dei flussi di gas prima del biofiltro.

Il biofiltro verrà "riempito" (sul campo o in pre-fornitura) alternando strati di materiale biologico ad alta componente organica (compost) a corteccia triturata (massa strutturante) al fine da favorire la diffusione dei gas, evitare gli impaccamenti della massa, distribuire l'umidità e favorire la percolazione delle eccedenze di umidità.

Con questa alternanza di strati a differente trasmissività ai gas si evitano percorsi preferenziali e quindi l'utilizzo di solo una parte della massa reagente.

Inoltre, la tipologia del materiale è facilmente reperibile e rappresenta inoltre un recupero ambientale del compost.

Lo scarico del biofiltro in atmosfera avverrà sempre con una tubazione De 50 mm in PVC o HDPE raccordata alla parte alta del contenitore, al di sopra della massa reagente.

Anche lo scarico sarà dotato di un punto di misura per verificare i parametri di monitoraggio dopo il biofiltro.

Il terminale alto (minimo 2,5 m) è attrezzato con curva di esalazione.

Lo scarico del biofiltro dovrà essere posto ad una quota dal suolo non inferiore a 2,5 m.

Nella parte alta del biofiltro potrà essere presente un sistema di irrigazione "goccia a goccia" che consente di mantenere umida la massa reagente mediante il raccordo ad un contenitore di acqua di almeno 50 litri.

Questa operazione verrà eseguita nel corso dei mesi estivi per evitare che la massa reagente alteri la propria umidità ottimale e che la popolazione batterica riduca la propria efficacia.

Di contro nei mesi invernali, qualora le condizioni lo richiedessero, potrà essere possibile la dotazione di un rivestimento coibente delle superfici esterne del BOIS.

Si precisa che la soluzione illustrata è indicativa ed evidenzia una caratterizzazione prestazionale del sistema di ossidazione. La stessa funzione può essere ottenuta con altre tipologie di bio-ossidatori, con altre forme e con diversi accessori ma finalizzati allo stesso scopo funzionale.

17. REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

Canaletta per regimazione delle acque superficiali possono essere costituite da elementi metallici prefabbricati o geosintetici.

17.1 CANALETTE METALLICHE

Gli elementi modulari sono realizzati in acciaio e sottoposti a processo di zincatura a caldo, aventi forma semicircolare e realizzati con materiale ondulato. Gli elementi sono uniti tra loro mediante ferramenta di giunzione e rinforzati trasversalmente con impiego di traverse. Indipendentemente dal diametro, gli elementi modulari dovranno avere caratteristiche analoghe a quelle riportate negli schemi sottostanti.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore mm 2,5 con tolleranza secondo UNI EN 10051, carichi unitari di rottura non inferiori a quelli previsti dalla UNI EN 10025 in riferimento al tipo e qualità S235JR e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, secondo la norma UNI EN ISO 1461.

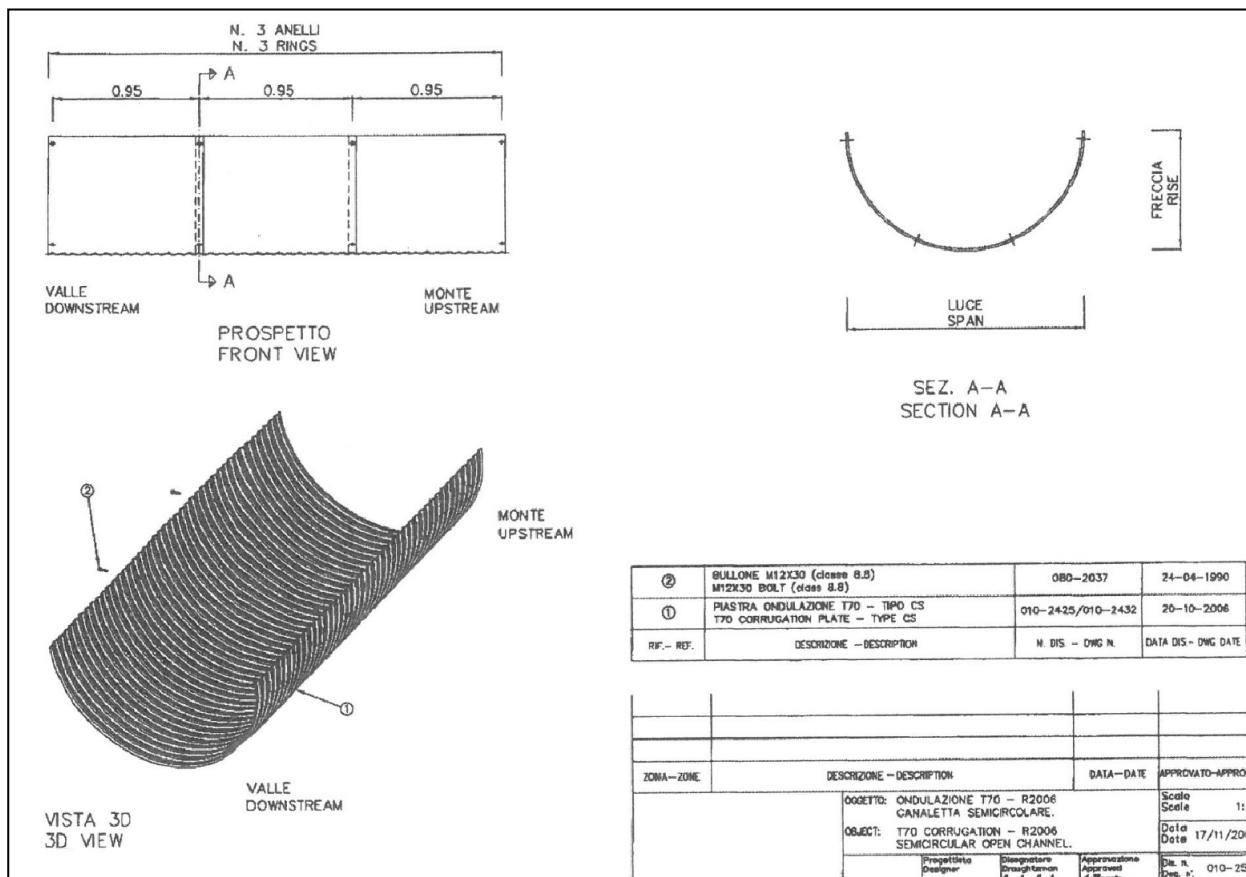
Bulloneria A.R. D. M12 con sottotesta sferico. Passo mm 1016", con viti T.E. M12x24/36 classe 8.8 secondo Norme UNI EN ISO 898-1, passo mm 1,75.

Dadi M12 classe 8 secondo Norme UNI EN ISO 20898-2.

La coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 12 e 16 kgm, a seconda delle dimensioni e dell'impiego.

Zincatura viti e dadi secondo Norme UNI EN ISO 1461.

La struttura metallica sarà provvista di profilati di rinforzo e di paletti di sostegno disposti ad interasse di m 3,00 o m 6,00 circa.



La posa deve avvenire previo scavo di adeguata sezione, preparazione del fondo scavo con letto di sabbia o terra fine o cls a bassa densità e successivo rinfilanco con gli stessi materiali fino a p.c. Nelle sezioni di brusco cambiamento di pendenza i bordi superiori di elementi contigui devono essere opportunamente raccordati mediante taglio delle discontinuità.

17.2 CANALETTE GEOSINTETICHE

I canali in terra rinverdibili si applicano posando entro lo scavo nel terreno una speciale biostuoia che ne garantisce l'impermeabilizzazione della sezione idraulica, e favorisce nel tempo un rinverdimento controllato degli stessi.

Il materiale deve essere costituito da una geostuoia tridimensionale accoppiata con una membrana rinforzata (geotessile tessuto in polipropilene laminato su entrambi i lati con un film di rivestimento impermeabile in polipropilene) protetta da un lato da un geotessile non tessuto.

La geostuoia deve avere una massa areica minima di 500 g/m^2 valutata secondo le norme EN ISO 9864, ed essere costituita da due strutture, realizzate in filamenti in polipropilene termosaldati tra loro nei punti

di contatto e stabilizzati per resistere agli U.V, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare $> 90\%$ e quella inferiore a maglia piatta.

La membrana esterna deve avere una resistenza al punzonamento dinamico non superiore a 15 mm secondo le EN ISO 13433.

Lo spessore nominale del geocomposito non deve essere < 15 mm ad un carico nominale pari a 2 KPa.

Il geocomposito deve avere una massa areica minima non inferiore a 850 g/m^2 ed una resistenza a trazione non inferiore a 10 KN/m.

La posa deve avvenire previo scavo di adeguata sezione, preparazione del fondo scavo con letto di sabbia o terra fine o cls a bassa densità e successivo rinfilanco con gli stessi materiali fino a p.c. Il materiale viene fornito in rotoli che devono essere longitudinalmente sovrapposti per almeno m 0,30 (lembo del rotolo di monte sovrastante il lembo del rotolo di valle). Il fissaggio deve avvenire lungo i lembi superiori con picchetti metallici ad U, posti ad interasse non superiore a m 0,60

18. MATERIALI VARI

18.1. MATERIALI ED OPERE D'ARTE MINORI

Per opere d'arte minori si intendono tutti quei manufatti necessari a dare funzionalità all'impianto di smaltimento e comprendono scavi di cunette e piccole opere in cemento armato, oltre agli interventi per la realizzazione del sistema di regimazione delle acque meteoriche, per lo spostamento

Della sottostazione del biogas, ecc...

18.1.1 Rete elettrosaldata

La rete elettrosaldata dovrà essere in tondini FeB44 di diametro 10 mm e con maglia 20x20 cm (min. $6,30 \text{ Kg/m}^2$) salvo diversa indicazione della DL. L'impresa appaltatrice fornirà alla D.L. la documentazione di qualificazione del materiale previsto dalle norme vigenti. Sarà facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere il materiale; in tale caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'impresa ed inviate a spese dell'impresa ad un laboratorio autorizzato ufficiale. La posa dovrà avvenire su superfici piane, compattate e regolarizzate, mediante sovrapposizione dei moduli non inferiore a n. 1 maglia (m 0,20).

18.1.2 Inerti

Inerti per conglomerati cementizi

Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati all'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia all'epoca dell'esecuzione dei lavori.

La granulometria degli aggregati litici degli impasti potrà essere espressamente prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei conglomerati, e l'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche per ogni lavoro.

Fermo quanto sopra, valgono le prescrizioni particolari indicate nei paragrafi seguenti.

Sabbie naturali

La sabbia per le malte e i calcestruzzi sarà delle migliori cave, di natura silicea, ruvida al tatto, stridente allo sfregamento, scevra da terra, da materie organiche od altre materie eterogenee. Prima dell'impiego, essa dovrà essere lavata e, a richiesta della Direzione dei Lavori, vagliata o setacciata a seconda dei casi; essa dovrà avere grana adeguata agli impieghi cui dovrà essere destinata; precisamente, salvo le migliori prescrizioni di legge in materia di opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, dovrà passare attraverso ad un setaccio con maglia (lato) di:

- 5 mm, per calcestruzzo
- 2.5 mm, per malte da muratura in laterizio o pietra da taglio
- 1 mm, per malte da intonaci.

Pietrischi

I pietrischi saranno silicei, di dimensioni ben assortite, esenti da sabbia, terra ed altre materie eterogenee. Prima dell'impiego, questi materiali dovranno essere accuratamente lavati e, occorrendo, vagliati.

Inerti per drenaggio

Gli inerti per drenaggio, salvo diversa indicazione della DL dovranno essere costituiti da materiali prevalentemente silicei o scistosi sciolti, di pezzatura prevalente (>90%) compresa tra 30 e 70 mm, privi di frazione sabbiosa e terrosa (limi, argilla e sostanza organica).

18.1.3 Leganti idraulici

Per i leganti idraulici debbono essere rispettate tutte le norme stabilite dalla Legge 26.5.1965 n. 595, dal D.M. 3.6.1968 come modificato dal D.M. 20.11.1984. Essi dovranno essere approvvigionati in relazione alle occorrenze, con un anticipo tale, rispetto alla data del loro impiego, da consentire l'effettuazione di tutte le prove prescritte presso i Laboratori stabiliti dalla Direzione dei Lavori, e ciò indipendentemente dalle indicazioni riportate sui contenitori, loro sigilli e cartellini che la Legge prescrive.

18.1.4 Legnami

I legnami, di qualunque essenza siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912 e alle norme UNI vigenti. Saranno approvvigionati fra le più scelte qualità della specie prescritta e, in particolare, si presenteranno sani, senza nodi, fenditure o difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

18.1.5 Malte

I componenti delle malte saranno misurati separatamente ad ogni impasto. La miscela tra sabbia e legante verrà fatta a secco; l'acqua sarà aggiunta in misura non superiore al necessario, soltanto dopo il raggiungimento di una intima miscelazione.

Qualora la confezione avvenga manualmente, si dovrà operare sopra aree convenientemente pavimentate e riparate dal sole e dalla pioggia, cospargendo in più riprese con l'acqua necessaria.

Per lavori nella stagione rigida, potrà venire unito alla malta un fluidificante a discrezione e su richiesta della Direzione Lavori, senza che l'Impresa abbia diritto ad alcun maggior compenso oltre il prezzo stabilito.

Il volume degli impasti verrà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui dovranno essere portati a rifiuto.

18.1.6 Calcestruzzo

Nel presente documento sono fornite le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera, ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato, che dovranno peraltro essere in conformità alle norme vigenti.

In particolare dovranno applicarsi tutte le norme contenute nella Legge 1086 5.11.1971, nel D.M. 30.5.1972, nel D.M. 27.7.1985 e relativa circolare M.LL.PP. 31.10.1988 n. 27996, nel D.M. 14.2.1992,

integrate dalle presenti specifiche. Il calcestruzzo potrà essere fornito da impianti commerciali e trasportato con autobetoniere.

18.1.7 Acqua

L'acqua di impasto dovrà essere limpida e non contenere solfati, sostanze organiche od oli minerali che possano compromettere la presa e l'indurimento del calcestruzzo o diminuirne le caratteristiche di resistenza, impermeabilità e durabilità ovvero la conservazione dell'acciaio di armatura.

18.1.8 Cemento

Con riferimento alle classi dei calcestruzzi, si potrà adottare il cemento Portland o Pozzolatico tipo R325 o R345.

Il cemento sarà sottoposto, a cura e spese dell'Impresa, alle prove di accettazione stabilite dalla legge ed in particolare dal R.D. 17.11.1939 n. 2228 e successive modificazioni e aggiornamenti.

Le classi dei calcestruzzi sono definite dalle rispettive resistenze. Viene peraltro prescritto il dosaggio minimo del cemento per le varie classi indicate nella tabella seguente:

CLASSE	RESISTENZA MINIMA A 28 GIORNI	DOSAGGIO CEMENTO (kg/m ³) (QUAN.TÀ MIN.)	DIAMETRO MAX INERTE GROSSO (mm)
A	Rbk 350 kg/cm ²	300	20
B	Rbk 250 kg/cm ²	250	20
C	Rbk 200 kg/cm ²	200	30
D	Rbk 160 kg/cm ²	150	30

I rapporti fissati dovranno essere strettamente rispettati durante tutti i lavori. Di regola il rapporto acqua-cemento non dovrà essere superiore a 0.5.

Il tempo di mescolamento non sarà mai inferiore a 90 s dal momento in cui tutti i materiali sono stati introdotti, per betoniere fino a 1 m³. Per betoniere di capacità superiori si prolungherà il tempo di mescolamento di 10 s per ogni mezzo metro cubo addizionale.

In particolare, le betoniere dovranno essere accuratamente vuotate dopo ogni impasto ed il calcestruzzo dovrà essere trasportato direttamente sul luogo di impiego ed ivi posto in opera.

Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto dovrà avvenire mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiali e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non supera i 25 minuti. Per periodi di tempo più lunghi si dovrà provvedere al mescolamento continuo durante il trasporto.

L'Impresa è tenuta ad informare la Direzione Lavori dell'esecuzione dei getti, e potrà procedere all'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione della Direzione Lavori ed in presenza di un rappresentante della stessa.

Inoltre si dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare una esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a mano d'opera scarsa o male addestrata.

Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra o altro materiale nocivo.

Il calcestruzzo sarà steso nelle casseforme in strati orizzontali di altezza non superiore a 50 cm e costipato con adatti vibratori ad immersione. Il tempo e gli intervalli di immersione dei vibratori nel getto saranno determinati dalla Direzione Lavori in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo.

L'Impresa dovrà adottare cure particolari per i getti e le vibrazioni dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquami (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire l'impermeabilità degli stessi. Nel limite del possibile, bisognerà evitare le riprese di getto.

Le posizioni delle riprese di getto delle strutture di calcestruzzo semplice o armato dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. In particolare è fatto esplicito obbligo che il getto di tutte le strutture orizzontali (per esempio platee, solettoni di fondazione, travi con relative solette) che, per necessità strutturali, debbono garantire un comportamento perfettamente monolitico, siano prive di riprese.

Qualora l'interruzione del getto superi le 8 ore occorrerà, prima di versare lo strato successivo, scalpellare, sabbiare e lavare la superficie di ripresa e stendervi uno strato di 1-2 cm di malta formata dal medesimo impasto della classe di calcestruzzo del getto al quale saranno tolti gli inerti grossi.

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti dovrà essere resa regolare in modo da mantenere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione del giunto.

Eventuale materiale di riempimento sarà costituito da cartonfeltro bitumato con mastice di bitume o da altro materiale approvato dalla Direzione Lavori. L'impermeabilizzazione o tenuta dei giunti verrà ottenuta mediante nastri in PVC.

Dopo che è avvenuto il getto è necessario che, a spese dell'Impresa, il calcestruzzo sia mantenuto umido per almeno 8 giorni e protetto dall'azione del sole, del vento secco, dell'acqua e di vibrazioni meccaniche.

È vietato eseguire getti quando è previsto che la temperatura scenda sotto gli 0°C. Per i getti di calcestruzzo da eseguire durante la stagione invernale dovranno essere prese particolari precauzioni e disposizioni al fine di evitare gli effetti deleteri del gelo. In questo caso, ed in presenza di ritardi di presa, si tarderà il disarmo delle strutture gettate, che dovranno essere protette durante il periodo di presa.

Tutti gli inserti, come tubi, profilati metallici, ecc. che attraversano strutture di calcestruzzo contenenti liquami dovranno essere posti in opera nei punti precisi indicati sui disegni e con sistemi tali da impedire perdite o filtrazioni dei liquami fra il contatto calcestruzzo-inserti. Pertanto potranno essere permessi giunti o alette metalliche che garantiscano la tenuta e resistenza alla pressione del liquame.

Le casseforme per getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante le vibrazioni del getto.

Sono previsti due tipi di casseforme:

- casseforme per getti da intonacare o contro terra o comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, oppure metalliche;
- casseforme per getti da lasciare in vista. Dovranno essere metalliche e in tavolame accuratamente piallato o stuccato a getto o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati.

Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiaccia od altra sostanza estranea. Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme che verranno in contatto con il calcestruzzo dovranno essere lubrificate con olio emulsionato di tipo commerciale o con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo.

Non è ammesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme sono già montate per il getto.

Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso.

In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Il ferro tondo d'armatura verrà posto in opera in base ai disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori.

Si impiegheranno barre lisce FeB 32k oppure barre ad aderenza migliorata qualità FeB 44k, a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori. La rete elettrosaldata sarà del tipo standard nelle varie misure commerciali, e formata da ferro FeB 32k.

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità in peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto.

Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi, saldate o legate con una gabbia rigida.

Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Per quanto si riferisce al ricoprimento dei ferri, sovrapposizioni, piegature e ganci, varranno le norme del vigente regolamento per le strutture in c.a..

In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non dovrà essere inferiore ai 3 cm.

Tutti gli oneri derivanti all'Impresa per certificati e prove sui ferri di armatura sono a Suo carico.

18.2 SUBSTRATI VEGETANTI E CONCIMI

18.2.1 Terra agraria

La terra da apportare per la costituzione del letto di semina, per poter essere definita "agraria", deve essere (salvo altre specifiche richieste) chimicamente neutra (cioè presentare un pH prossimo al valore 7), deve contenere nella giusta proporzione e sotto forma di sali solubili tutti gli elementi minerali indispensabili alla vita delle piante, nonché una sufficiente quantità di microrganismi e di sostanza organica (humus minimo 0.5%); può contenere composti inorganici in quantità non superiori a quelle indicate per la terra naturale e deve rientrare per composizione granulometrica media nella categoria della "terra fine" in quanto miscuglio ben bilanciato e sciolto di argilla, limo e sabbia (terreno di "medio impasto").

Viene generalmente considerato come terreno vegetale adatto per i lavori di rinaturalizzazione e di verde ornamentale in genere, lo strato superficiale (30-40 cm.) di ogni normale terreno agricolo o forestale.

Non è ammessa nella terra agraria la presenza di pietre (di cui saranno tuttavia tollerate quantità massime del 5% purché di diametro inferiore a 5,0 cm salvo più restrittive indicazioni progettuali), di tronchi, di radici o di qualunque altro materiale dannoso per la crescita delle piante e per le lavorazioni.

La composizione chimica che non deve superare le concentrazioni limite previste dalla colonna -A- dell'All.1 al D.Lgs. 152/06.

18.2.2 Terriccio

Per terricci si intendono i terreni naturali o elaborati artificialmente (normalmente "di bosco", "di foglie", "di erica", "di castagno", "di lombrico", ecc.) che vengono utilizzati per ottenere un ambiente di crescita più adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora. Il contenuto in s.o. non deve essere inferiore al 4% sulla s.s.

Le loro caratteristiche, qualora non dettagliate negli elaborati di progetto, devono essere concordate con la Direzione dei Lavori in funzione della destinazione d'uso.

18.2.3 Compost

Con questa dizione si intende un prodotto organico che ha subito un processo di decomposizione aerobica stimolato ed accelerato dalla presenza di lombrichi e/o microflora, a partire da letame maturo e/o residui organici di varia natura.

Il prodotto ottenuto all'atto dell'impiego deve avere le seguenti caratteristiche: colore bruno omogeneo, struttura glomerulare ed assenza di sostanza organica indecomposta, nonché le caratteristiche agronomiche e i limiti previsti dalla colonna -A- dell'All.1 al D.Lgs. 152/06. Fatta eccezione per i compost ottenuti da residui vegetali di sfalci e potature, non possono essere accettati compost derivanti dalla frazione organica degli RSU, se non classificabili come "compost di qualità" secondo la vigente normativa e salvo specifica approvazione della D.L.

18.2.4 Torba

Salvo altre specifiche esigenze derivanti dalla particolarità dell'opera evidenziate dalla D.L., la torba dovrà essere della migliore qualità del tipo "biondo", acida, poco decomposta, formata in prevalenza di Sphagnum o di Eriophorum, e confezionata in balle compresse e sigillate da 0,20 mc. circa.

18.2.5 Concimi minerali ed organici

Limitatamente alla fase di impianto, potranno essere utilizzati concimi minerali ed organici a seconda delle necessità.

I concimi minerali da impiegare devono essere di marca nota sul mercato, avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale e sigillato della fabbrica.

Sarà indicato di volta in volta, a cura della D.L., in base agli esiti delle analisi di laboratorio sui terreni e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora, quale tipo di concime minerale (semplice, composto, complesso o completo) deve essere utilizzato, nonché il titolo e la quantità.

I concimi organici (sangue secco, guano, borlande, ecc.) devono essere raccolti o procurati dall'Impresa soltanto presso luoghi o fornitori precedentemente autorizzati dalla Direzione dei Lavori.

L'impiego di letame, quando previsto dal progetto, o quando proposto dall'Impresa, in alternativa ad altri ammendanti e/o concimi, dovrà essere autorizzato dalla D.L., previo accertamento dello stato di maturazione ed assenza di antibiotici.

18.2.6 Pacciami

Per ridurre l'evaporazione e limitare lo sviluppo delle infestanti, al piede delle piante arbustive ed arboree, si possono utilizzare pacciami.

Nel caso di filari di piante poste a dimora con interasse non superiore a m 0.6, la pacciamatura dovrà essere continua; in caso contrario, potrà essere localizzata.

La pacciamatura continua dovrà interessare una fascia di larghezza pari al filare, maggiorata di non meno di m 0.5 per lato; potrà essere realizzata sia con materiale vegetale sminuzzato (corteccia o cips da cippatura), distribuiti in strato di spessore non inferiore a cm 8-10, che con materiali in pezza. Nel caso di impiego di cips da cippatura di materiale proveniente dal cantiere, verrà remunerata solamente la distribuzione.

Se realizzata con materiali in pezza continua, dovrà avere la stessa larghezza e la striscia dovrà essere fissata al suolo mediante graffe in ferro di adeguata lunghezza, poste ad interasse di non più di m 1.0, su ogni lato. Le caratteristiche del materiale devono rispondere ai requisiti di cui appresso.

La pacciamatura localizzata dovrà essere realizzata con quadrotti o dischi di pacciame, realizzati con materiale biodegradabile.

Questi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- durata minima anni 2 in condizioni climatiche ordinarie ed in presenza di acqua;
- avere spessore minimo non inferiore a mm. 0,5 e peso non inferiore a 300 g/m².

Essi dovranno essere muniti di tagli, tali da consentire di "calzare" il fusto della pianta al colletto.

Dovranno essere posati avendo cura di farli aderire al terreno sottostante, opportunamente sistemato, eventualmente fissati al suolo con graffe metalliche ove necessario.

18.2.7 Materiale vivaistico

Caratteristiche generali

Per materiale vivaistico si intende tutto il complesso di materiali vegetali, alberi, arbusti, talee, erbacei e legnosi, sementi, ecc. occorrenti per l'esecuzione del lavoro.

Il materiale vivaistico dovrà essere costituito da specie autoctone e prioritariamente essere reperito nelle vicinanze del cantiere ed appartenere a popolazioni locali. In subordine dovrà provenire da vivai regionali. In ogni caso dovrà risultare proveniente da un vivaio con la medesima esposizione, da terreno simile a quello di impianto e da un comprensorio con parametri climatico-meteorologici simili a quelli del comprensorio di destinazione.

Qualora non risultasse possibile reperire il materiale vivaistico con i requisiti anzidetti, si dovrà provvedere ad una preventiva acclimatazione del materiale stesso, per un periodo concordato con la

D.L.. Le caratteristiche di cui sopra dovranno essere certificate da un Tecnico abilitato (Agronomo/forestale).

Sotto la sua piena responsabilità, l'Impresa dovrà pertanto fornire piante esenti da malattie, parassiti, deformazioni, corrispondenti per genere, specie, cultivar e caratteristiche dimensionali a quanto specificato nell'Elenco Prezzi e negli elaborati di progetto.

La parte aerea delle piante deve avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato" o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata (per eccessiva densità di coltura in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione, ecc.).

Per quanto riguarda il trasporto del materiale vivaistico, si dovranno prendere tutte le precauzioni necessarie affinché le piante arrivino sul luogo di impianto nelle migliori condizioni possibili, effettuandone il trasferimento con autocarri o vagoni coperti da teloni e dislocandole in modo tale che rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi a causa dei sobbalzi o per il peso delle essenze sovrastanti. Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio), dovrà essere il più breve possibile.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno.

In particolare si porrà attenzione affinché le zolle delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora siano tempestivamente coperte con adatto materiale mantenuto sempre umido per impedire che il vento ed il sole possano essiccarle.

A tutte le piante dovrà comunque essere assicurata la miglior cura da parte di personale specializzato, bagnandole quando necessario, fino al momento della piantagione.

Le caratteristiche specifiche con le quali le piante devono essere fornite e quelle inerenti la proiezione, densità e forma della chioma, alla presenza ed al numero di ramificazione e al sistema di preparazione delle radici, sono di seguito precisate.

Talee e piante erbacee perenni

Le talee da impiegare in opere di rinverdimento devono essere esclusivamente legnose (cioè non possedere porzioni a consistenza erbacea) avere lunghezza non inferiore a cm 30 (e comunque possedere un numero di nodi non inferiore a 10), età compresa tra 1 e 2 anni di vegetazione. Dovranno essere prelevate sulla chioma della pianta madre nella parte mediana e meglio esposta alla luce del sole, nel periodo di pieno riposo vegetativo. Il materiale così prelevato dovrà essere conservato fino alla messa a dimora in tagliole o in celle frigorifere alla temperatura di 2/4 gradi C, previa opportuna protezione con materiale plastico onde evitare disidratazione.

Le talee radicate, dovranno provenire da materiale di moltiplicazione avente i requisiti di cui sopra ed essere dotate di apparato radicale ben formato e fascicolato. Qualora fornite in contenitore (vaso, fitocella o altro), l'apparato radicale dovrà essere diffusamente presente sulla faccia esterna della zolla. Se fornite a radice scossa, dovranno essere confezionate e conservate in mazzetti con apparati radicali protetti e costantemente umidi.

Le piante erbacee perenni dovranno essere fornite sempre in zolla (in vaso o plateau alveolare) di diametro come indicato negli elaborati di progetto e l'apparato radicale dovrà presentare lo sviluppo sopra indicato per le talee radicate. Le piante rizomatose acquatiche potranno essere fornite a radice nuda o in zolla non in contenitore, a condizione che l'impianto avvenga nella stessa giornata del prelievo. Le piante madri dovranno essere presenti nel sito o in aree immediatamente circostanti ed appartenere a specie e popolazioni locali. Qualora lo ritenga necessario, l'Appaltatore potrà costituire in aree individuate all'interno della Riserva, previa autorizzazione della D.L. un apposito campo di moltiplicazione e radicazione di materiale vegetale, da realizzarsi da parte di personale specializzato di comprovata esperienza appurata preventivamente dalla D.L.. La realizzazione di tale campo non darà diritto a compensi aggiuntivi.

Arbusti

Gli arbusti sono piante che in fase di sviluppo si presentano legnose, ramificate a partire dal colletto o poco sopra, tali da non evidenziare un tronco spoglio, Quali siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia caduca o sempreverdi), anche se riprodotte per via agamica, non devono avere un portamento filato, devono possedere un minimo di tre ramificazioni e presentarsi dell'altezza prescritta nei documenti di appalto (e comunque proporzionata al diametro della chioma ed a quello del fusto).

Il loro apparato radicale deve essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, possono eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca nel periodo di riposo vegetativo (salvo diversa richiesta), mentre quelle sempreverdi devono essere consegnate in contenitori o in zolla.

Essenze arboree

Le essenze arboree, (fatta eccezione per gli esemplari policormi eventualmente previsti dal progetto che devono essere impalcati a non oltre m 0.50 dal colletto) devono avere il tronco nudo, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta, privo di deformazioni, ferite, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature ed ustioni da sole; devono essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, malattie crittogamiche o da virus; devono presentare una chioma ben ramificata, equilibrata ed uniforme; devono infine essere delle dimensioni richieste.

Si precisa in proposito che per "altezza di impalcatura" si intende la distanza intercorrente tra il colletto ed il punto di emergenza del primo palco di branche, e che il diametro del fusto richiesto (o indicato in progetto) deve essere misurato ad 1 metro dal colletto; il diametro della chioma invece sarà rilevato a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi ed alla massima ampiezza per piante di forma cespugliata.

Le essenze arboree possono essere fornite, a seconda delle prescrizioni particolari di progetto:

- a radice scossa;
- in fitocella;
- in zolla;
- in contenitore.

Potranno essere fornite a radice scossa solamente piante a foglia caduca di età non superiore ad anni due da porre a dimora nel periodo di riposo vegetativo. Tali soggetti dovranno presentare un apparato radicale ben fascicolato ed esente da lesioni dovute all'estirpazione o sintomi di disseccamento dovuto all'eccessiva esposizione all'aria. Qualora il tempo intercorrente tra estirpazione e messa a dimora sia superiore a giorni uno, il materiale vegetale dovrà essere conservato in tagliola.

Potranno essere fornite in fitocella piante a foglia caduca e sempreverdi di età non superiore ad anni tre.

L'apparato radicale dovrà avere sviluppo tale che almeno alcune radici siano visibili sulla superficie esterna del pane di terra. Quest'ultimo dovrà avere consistenza tale per cui, ad umidità normale, rimanga integro durante le operazioni di trapianto.

Qualora le essenze arboree provengano da specie autoctone, siano esse ottenute per via gamica o agamica, il substrato contenuto nelle fitocelle dovrà avere caratteristiche fisico-chimiche simili a quello dell'area di destinazione.

Dovranno essere fornite in zolla tutte le piante a foglia caduca e sempreverdi di età superiore ad anni tre.

Le zolle dovranno risultare da interventi preparatori, effettuati in vivaio almeno una stagione vegetativa prima del trapianto; devono essere ben imballate con apposito involucro (juta, paglia, teli, pellicola porosa tipo Plant-Plast, ecc.) e devono resistere a tutte le manipolazioni. Le dimensioni della zolla devono essere tali da garantire il contenimento di un apparato radicale proporzionato allo sviluppo della pianta.

Le caratteristiche dell'apparato radicale e del substrato dovranno rispondere agli stessi requisiti del precedente punto.

Le piante provenienti da vivai regionali devono avere subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni) secondo il seguente prospetto:

specie a foglia caduca:

- fino alla circonf. di cm 12/15: almeno 1 trap.
- fino alla circonf. di cm 20/25: almeno 2 trap.
- fino alla circonf. di cm 30/35: almeno 3 trap.

specie sempreverdi:

- fino all'altezza di m 2/2,50: almeno 1 trap.
- fino all'altezza di m 3/3,50: almeno 2 trap.
- fino all'altezza di m 5: almeno 3 trap.

e la circonferenza dovrà avere sufficiente sviluppo.

Sementi

Qualora impiegabili, si dovranno fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere, specie, ecotipo e varietà richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità stabiliti dalle leggi vigenti ed essere state prodotte nella precedente campagna. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi, devono essere immagazzinate in locali freschi, ben areati e privi di umidità.

L'eventuale miscela di sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) secondo le percentuali richieste negli elaborati di progetto, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della D.L.. Quando richiesto, le sementi dovranno essere fornite conciate o confettate. In quest'ultimo caso le caratteristiche di confettatura dovranno rispondere alle specifiche esigenze di impiego indicate in progetto o dalla Direzione Lavori. Parimenti la concia dovrà essere fatta con prodotti idonei, indicati sulla confezione con la rispettiva classe tossicologica.

18.3 OPERE A VERDE

Preparazione delle buche

Le buche per la messa a dimora delle essenze vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza del pane di terra, e cioè avere larghezza e profondità almeno pari a 2 volte il diametro della zolla. In ogni caso non dovranno mai essere inferiori alle seguenti misure:

- per piante in contenitore/vaso di diametro fino a cm 15: buca cm 30 x 30 x 40;
- per piante in contenitore/vaso di diametro fino a cm 20: buca cm 40 x 40 h. 50;
- per piante in contenitore/vaso di diametro >a cm 20: buca cm 50 x 50 x 60.

Per arbusti messi a dimora a radice nuda, la buca dovrà avere diametro e profondità non inferiore a cm 25.

Lo scavo delle buche dovrà essere effettuato in modo da recuperare, per riutilizzarlo per il riempimento delle buche stesse, l'eventuale strato superficiale del terreno vegetale.

Nella preparazione delle buche ci si dovrà assicurare lo scolo delle acque piovane superficiali avvenga in modo corretto.

Messa a dimora

Si dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte con terra vegetale, in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra riportata, ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione delle zolle o delle radici nude e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali, e comunque non inferiore a cm 15.

La messa a dimora dovrà avvenire avendo cura che le piante, in relazione alle quote finite, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrare oltre il livello del colletto.

Al momento di essere collocati nella giusta posizione e prima del riempimento definitivo delle buche, gli arbusti di rilevanti dimensioni, dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno.

Quando le piante da mettere a dimora sono fornite a radice nuda, il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente confitto verticalmente per almeno 30 cm di profondità sul fondo della buca, prima di sistemare la pianta nella buca stessa.

Quando le piante sono provviste di zolla, per non spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm di profondità è fermato alla base da un picchetto.

I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, dovranno essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tener conto della direzione del vento predominante.

Si procederà quindi al riempimento definitivo delle buche con terra agraria fine, costipandola con cura in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato a seconda delle necessità con terra agraria semplice oppure con terricci.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, si avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, ma non a contatto con queste.

A riempimento ultimato attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne l'innaffiamento, un solco o un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua.

Sarà buona regola, non appena la buca sia realizzata, procedere ad un abbondante primo innaffiamento in modo da favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale attorno alle radici ed alla zolla.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da offrire l'aspetto migliore in relazione agli scopi dell'intervento; nel caso fosse richiesta simmetria, le piante dovranno essere accoppiate con cura secondo il concetto su esposto.

Gli alberi e gli arbusti a foglia caduca, forniti a radice nuda, potranno essere posti a dimora soltanto nel periodo di riposo vegetativo.

Qualora la zolla fosse troppo asciutta sarà indispensabile che questa sia immersa per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o il contenitore) al fine di facilitare l'assorbimento dei successivi innaffiamenti.

Prima di mettere in opera le piante a radici nude, sarà necessario che l'apparato radicale venga spuntato all'estremità delle radici sane, privato di quelle rotte o danneggiate e successivamente "inzaffardato" con un impasto di argilla e concime organico.

Nel caso fosse necessario, per agevolare il trapianto, si irroreranno le piante con prodotti antitraspiranti usando attrezzature di potenza adeguata alle dimensioni delle piante da trattare.

La messa a dimora di essenze sarmentose e rampicanti dovrà avvenire con le stesse tecniche adottate per gli arbusti.

Le piante erbacee perenni saranno posate a dimora previa apertura di una piccola buca, di dimensione tale da contenere il pane di terra della pianta e di profondità tale che la parte superiore di detto pane ed il colletto della pianta siano a quota del terreno circostante.

Preparazione alberi e arbusti a foglia caduca

Le piante a foglia caduca dovranno essere messe a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie, generalmente durante il periodo di riposo vegetativo.

L'eventuale potatura di trapianto della chioma deve essere autorizzata dalla Direzione Lavori e dovrà seguire rigorosamente le disposizioni impartite, rispettando il portamento naturale e le caratteristiche specifiche delle singole specie.

Nel caso fosse necessario agevolare il trapianto, l'Impresa, su indicazione della Direzione Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitraspiranti.

Preparazione alberi e arbusti sempreverdi

Gli alberi, arbusti e cespugli sempreverdi dovranno essere messi a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie.

Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati.

Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessità è possibile fare ricorso all'uso di antitraspiranti, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Semina

Qualora prevista dal progetto o richiesta dalla D.L., la semina dovrà essere preceduta dalla preparazione del letto di semina consistente in una fresatura/scarificazione superficiale (profondità max 10 cm) con la successiva eliminazione dei ciottoli di diametro superiore a cm 5,0 presenti tramite rastrellatura.

Per la semina di superfici agrarie, dovrà essere utilizzato un miscuglio di sementi di specie erbacee appartenenti all'habitat specifico o comunque diffusamente presenti nel contesto agricolo circostante in quantità di almeno 30 g/m²

Per l'eventuale inerbimento di aree naturali si dovrà obbligatoriamente fare ricorso alla tecnica del "fienume", ossia alla disseminazione di essenze erbacee sfalciate a maturazione fisiologica del seme in aree circostanti a quelle di intervento, indicate dalla D.L., e sparse sulle aree da seminare, sul terreno preventivamente preparato come sopra indicato.

A discrezione della D.L. potrà essere richiesta la protezione con pacciame biodegradabili delle superfici seminate con pendenze > 28°.

Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone o automezzi, l'impresa dovrà proteggere singolarmente o a gruppi, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) e/o sostanze repellenti precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori.

Se previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti ecc.) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di paccame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, ecc.) o altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.

Garanzia di attecchimento

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 90% delle piante arbustive ed arboree forestali e del 100% di quelle da frutto, aromatiche ed officinali. Le predette percentuali devono intendersi calcolate per ogni sotto progetto e per singola specie impiantata.

Attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane ed in buono stato vegetativo.

L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra Direzione Lavori e Impresa entro 10 giorni dalla scadenza del periodo sopra definito.

Manutenzione

All'Impresa compete l'onere della manutenzione ordinaria di tutti gli interventi fino all'atto del collaudo o dell'emissione del Certificato di regolare esecuzione. In particolare, per quanto concerne le opere "in verde" la manutenzione (esclusa la sostituzione delle fallanze oggetto di trattazione autonoma) consiste in tutte le cure colturali ordinarie, compresa l'ordinaria irrigazione.

Sostituzione delle fallanze

Salvo diversa indicazione da parte della D.L., la sostituzione delle fallanze conseguenti alla morte, per qualsiasi causa, delle piante arboree, arbustive ed erbacee perenni, oggetto dell'intervento, competerà all'Impresa esecutrice per due successive sostituzioni (tre impianti compreso quello di messa a dimora iniziale), qualora se ne presentasse la necessità.

La Direzione Lavori individuerà i soggetti da sostituire e l'operazione avverrà nei tempi da essa indicati.

I materiali (vivaistico ed accessorio) dovranno avere le stesse caratteristiche di quelli utilizzati per il primo impianto, identiche dovranno pure essere le tecniche di piantamento.

Prima di procedere al nuovo impianto si dovranno estirpare le piante morte e depositarle nell'ambito del cantiere, previa cippatura.

Salvo diversa indicazione, i prezzi unitari per la messa a dimora sono comprensivi dell'estirpazione del soggetto morto, della preparazione delle buche, delle provviste delle piante, della messa a dimora e del tutoraggio dei reimpianti.