Comune di Trani

Regione Puglia

OPERE DI CHIUSURA DEFINITIVA DEL I E DEL II LOTTO DI DISCARICA E IMPIANTI CONNESSI IN LOCALITÀ "PURO VECCHIO" TRANI (BAT)

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

AMIU S.p.A.

Sede legale e amministrativa alla Strada Provinciale 168

Località Puro Vecchio 76125 Trani (BT)

Codice Fiscale e Partita IVA 04939590727

PEC: amiutranispa@pec.it

PROGETTO:

Studio Romanazzi-Boscia e Associati s.r.l.

via Amendola 172/c, 70100 Bari - tel.: 080.548.21.87 - Fax: 080.5482287

Prof. Ing. Eligio ROMANAZZI

Dott. Ing. Giovanni F. BOSCIA

Dott. Ing. Sebanino GIOTTA

Dott. Ing. Fabio PACCAPELO

Ing. Federico Cangialosi

Ing. Gianluca Intini

Dott. geol. Vito Specchio

ALLEGATO	1. ELABORATI GENERALI	SCALA:
R.1.2	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI INTERVENTI DI CHIUSURA	...
		DATA: GIUGNO 2022

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE
1	10/2022	Riscontro al Verbale di Verifica Preventiva Intermedio del 30/09/2022

INDICE

1 PREMESSA 4

2 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 5

2.1 SCOPO DEL DISCIPLINARE 5

2.2 OPERE D'ARTE 5

2.2.1 Opere in conglomerato cementizio armato in opera 5

2.2.1.1 Scopo 5

2.2.1.2 Campo di applicazione 5

2.2.1.3 Oneri, prescrizioni generali, riferimenti legislativi e normativi 5

2.2.1.4 Compiti e responsabilità 5

2.2.1.5 Classi di resistenza 7

2.2.1.6 Classi di esposizione ambientale 7

2.2.1.7 Cemento 10

2.2.1.8 Acqua d'impasto 10

2.2.1.9 Aggregati 10

2.2.1.10 Additivi 11

2.3 PALI TRIVELLATI PER FONDAZIONI PROFONDE 16

2.4 ARMATURE PER STRUTTURE IN C.A. IN OPERA 18

2.5 CASSERI PER STRUTTURE IN C.A. IN OPERA 19

3 CAPPING PERMANENTE 20

3.1 STRATO IMPERMEABILE: GEOCOMPOSITO BENTONITICO 20

3.1.1 Geocomposito bentonitico 20

3.1.1.1 Caratteristiche tecniche del materiale 20

3.1.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale 21

3.1.2.1 Referenze del produttore 21

3.1.2.2 Ispezioni e prove 22

3.1.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio 22

3.1.2.4 Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere 22

3.1.3 Controlli in corso d'opera 23

3.1.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale 23

3.1.3.2 Frequenza dei Test sui materiali 23

3.1.3.3 Controlli da effettuarsi in corso d'opera 23

3.1.4 Posa in opera del materiale 24

3.1.4.1 Preparazione della superficie di posa 24

3.1.4.2 Manutenzione della superficie di posa 24

3.1.4.3 Posizionamento dei teli in opera 24

3.1.4.4 Giunzioni tra telo e telo 25

3.1.4.5 Verbale di accettazione 25

3.2 DRENO ACQUE METEORICHE: GEOCOMPOSITO DRENANTE 25

3.2.1 Caratteristiche tecniche del materiale 25

3.2.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale 27

3.2.2.1 Referenze del produttore 27

3.2.2.2 Ispezioni e prove 28

3.2.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio 28

3.2.2.4 Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere 29

3.2.3 Controlli in corso d'opera 29

3.2.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale 29
3.2.3.2 Frequenza dei Test sui materiali 29
3.2.4 Posa in opera del materiale 30
3.2.4.1 Manutenzione della superficie di posa 30
3.2.4.2 Posizionamento dei teli in opera 30
3.2.4.3 Procedure per la posa in opera 30
3.3 STRATO DI AGGRAPPO: GEOSTUOIA GRIMPANTE 31
3.3.1 Caratteristiche 31
3.3.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale 32
3.3.2.1 Referenze del produttore 32
3.3.2.2 Ispezioni e prove 32
3.3.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera 33
3.3.2.4 Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere 33
3.3.3 Controlli in corso d'opera 33
3.3.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale 33
3.3.3.2 Frequenza dei Test sui materiali 33
3.3.4 Posa in opera del materiale 34
3.3.4.1 Manutenzione della superficie di posa 34
3.3.4.2 Posizionamento in opera 34
3.3.4.3 Verbale di accettazione 34
3.3.4.4 Procedure per la posa in opera 34
3.4 GEOSTUOIA PER RIVESTIMENTO CANALETTE: 35
3.4.1 Caratteristiche 35
3.4.1.1 Referenze del produttore 35
3.4.1.2 Verifica della qualità del materiale da approvvigionare in cantiere 35
3.4.1.3 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale 36
3.4.1.4 Frequenza dei Test sui materiali 36
3.4.2 Posa in opera dei materiali 36
3.5 GEOTESSILE NON TESSUTO 1200 G/MQ 36
3.5.1 Caratteristiche tecniche 36
3.5.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale 37
3.5.2.1 Referenze del produttore 37
3.5.2.2 Ispezioni e prove 37
3.5.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio 38
3.5.2.4 Verifica del materiale da approvvigionare in cantiere 38
3.5.3 Controlli in corso d'opera 38
3.5.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale 38
3.5.3.2 Frequenza dei Test sui materiali 38
3.5.4 Posa in opera del materiale 39
3.5.4.1 Manutenzione della superficie di posa 39
3.5.4.2 Posizionamento dei teli in opera 39
3.5.4.3 Procedure per la posa in opera 39
4 MATERIALI INERTI 41
5 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CEMENTO ARMATO 43
5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 43
5.2 MARCATURA CE 44
5.3 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO 44

5.4 DEPOSITO DEL PROGETTO STRUTTURALE 44
5.5 TIPOLOGIA DEL MANUFATTO 45

6 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE 46

6.1 TRAPIANTO ALBERI DI ULIVO 49

7 OPERE ELETTRICHE 51

7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI 51
7.2 SPECIFICHE TECNICHE 51
7.2.1 armadio stradale 51
7.2.2 Quadro elettrico 52
7.2.3 Apparecchiature di comando e di controllo 52
7.2.4 Cavi di energia 53
7.2.5 Cavidotti e tubazioni 53
7.2.6 Cassette di derivazioni 53
7.2.7 Apparecchi illuminanti 54

8 TUBAZIONI E RACCORDI PER ACQUEDOTTO IN POLIETILENE 55

1 PREMESSA

Oggetto del presente disciplinare è la descrizione dei principali elementi tecnico-prestazionali che saranno impiegati.

Nel presente elaborato si fornirà una descrizione dei materiali da utilizzarsi per la realizzazione del "capping" necessario per giungere alla messa in sicurezza permanente dell'ex discarica comunale e per la sistemazione del versante e della viabilità a valle del sito.

Il presente documento fungerà da linea guida e indicazione, al fine di indicare un livello minimo prestazionale di qualità, per la fornitura degli impianti mobili di trattamento e i materiali che saranno impiegati per la realizzazione dei lavori previsti nel presente progetto definitivo; gli elementi tecnici descritti saranno quindi suscettibili di variazioni in funzione delle evoluzioni tecnologiche, del mercato e degli approfondimenti tecnici che potranno essere eseguiti anche in corso d'opera.

Utilizzo di materiali recuperati o riciclati

In attuazione del Decreto del Ministero dell'Ambiente (D.M.A.) 8 maggio 2003, n. 203, della Legge Regionale n. 23 del 01.08.2006 e dei relativi provvedimenti attuativi di natura non regolamentare, la realizzazione di manufatti e la fornitura di beni di cui al comma 3 del citato D.M.A., purché compatibili con i parametri, le composizioni e le caratteristiche prestazionali stabiliti con i predetti provvedimenti attuativi, deve avvenire mediante l'utilizzo di materiale riciclato utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione del materiale medesimo.

I manufatti e i beni di cui sopra sono i seguenti:

a) corpo dei rilevati di opere in terra di ingegneria civile;

b) sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili e industriali;

c) strati di fondazione delle infrastrutture di trasporto e di piazzali civili e industriali;

d) recuperi ambientali, riempimenti e colmate;

e) strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, etc.);

f) calcestruzzi con classe di resistenza Rck \leq 15 Mpa, secondo le indicazioni della norma UNI 8520-2, mediante aggregato riciclato conforme alla norma armonizzata UNI EN 12620:2004.

L'aggiudicatario è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.

L'aggiudicatario deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli articoli da 181 a 198 e agli articoli 214, 215 e 216 del Decreto Legislativo n. 152 del 2006.

2 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

2.1 SCOPO DEL DISCIPLINARE

Il presente disciplinare comprende le prescrizioni di carattere generale e le specifiche dei materiali che dovranno essere impiegati per la realizzazione di tutte le opere in c.a. previste nel presente progetto definitivo.

2.2 OPERE D'ARTE

2.2.1 Opere in conglomerato cementizio armato in opera

2.2.1.1 Scopo

Le presenti prescrizioni definiscono le condizioni operative per ottenere definite caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, Esse si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate con D.M. Infrastrutture 17/01/2018 e delle disposizioni di legge vigenti in merito a leganti, aggregati, acqua d'impasto, additivi e aggiunte.

In particolare, si intendono valide e recepite le indicazioni riportate nelle Linee Guida, per quanto non in contrasto con le Norme Tecniche sopra citate

2.2.1.2 Campo di applicazione

Le prescrizioni si applicano ai soli calcestruzzi confezionati con aggregati di peso normale, definiti dalla norma UNI 9858 con "*struttura chiusa*", cioè tali da non contenere, allo stato compattato, una quantità d'aria maggiore di quella consentita.

Le prescrizioni si applicano ai calcestruzzi utilizzati per la realizzazione di strutture gettate in sito o prefabbricate, confezionati in impianti localizzati in cantiere o all'esterno dello stesso o in uno stabilimento di prefabbricazione.

2.2.1.3 Oneri, prescrizioni generali, riferimenti legislativi e normativi

Al fine di verificare la rispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo alle specifiche prefissate, l'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle presentì prescrizioni, così come quelli integrativi richiesti dal Direttore dei Lavori o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. Per tutti i tipi di prova l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera e le attrezzature e predisporre eventuali opere provvisionali in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime. Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento e trasporto dei campioni d materiali da sottoporre a prove, nonché i costi di esecuzione di queste ultime si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

Il quadro legislativo (Leggi, Circolari, Decreti) e normativo al quale fare riferimento per le attività di produzione, trasporto, posa in opera e controllo del calcestruzzo è riportato in apertura del testo.

2.2.1.4 Compiti e responsabilità

Il calcestruzzo va di regola specificato come "*miscela progettata*" con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione).

Con "*calcestruzzo a prestazione*" secondo le Linee Guida e la norma UNI 9858 si intende un calcestruzzo per il quale il Progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed eventuali ulteriori caratteristiche e per le quali l'Appaltatore è responsabile della fornitura di una miscela conforme alle prestazioni richieste e alle eventuali ulteriori caratteristiche. I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

- classe di resistenza;
- dimensione massima nominale degli aggregati;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza;
- tipologia strutturale (calcestruzzo non armato, armato o precompresso);

Potranno inoltre essere definite ulteriori caratteristiche quali:

1) caratteristiche della miscela:

- tipo, classe e contenuto minimo di cemento;
- contenuto d'aria
- contenuto di cloruri;
- sviluppo di calore durante l'idratazione;
- requisiti speciali per gli aggregati;
- requisiti speciali per la temperatura del calcestruzzo fresco;
- requisiti tecnici aggiuntivi;

2) caratteristiche del calcestruzzo indurito:

- resistenza alla penetrazione dell'acqua ai fini della permeabilità;
- resistenza ai cicli di gelo e disgelo;
- resistenza agli attacchi chimici;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

Per la corretta applicazione delle presenti prescrizioni si definisce la suddivisione dei compiti fra le diverse figure che concorrono al progetto e alla realizzazione dell'opera.

Il Progettista, anche avvalendosi di tecnologi del calcestruzzo, dovrà:

- scegliere i valori di riferimento per le caratteristiche elencate al punto precedente;
- stabilire le grandezze oggetto di prova, i relativi metodi di prova e la frequenza delle prove stesse nell'ambito di quanto previsto nelle presenti Prescrizioni e prescrivere ciò che non sia stabilito per legge.

L'Appaltatore dovrà garantire che le caratteristiche delle miscele del calcestruzzo saranno in grado di soddisfare le indicazioni fornite dal Progettista. Qualunque proposta di variazione di tali indicazioni dovrà essere approvata dal Progettista.

Il Direttore dei Lavori, anche avvalendosi del supporto di specifiche strutture di controllo, dovrà:

- esaminare la documentazione fornita dal Progettista e dall'Appaltatore relativa alla prequalifica degli impasti di calcestruzzo;

- controllare, ove prevista, l'esecuzione delle prove sui costituenti del calcestruzzo e delle prove di qualifica delle miscele e valutarne i risultati;
- controllare l'esecuzione, in contraddittorio con l'eventuale fornitore, delle prove sul calcestruzzo fresco e indurito stabilite dal Progettista e/o previste nelle prescrizioni esecutive;
- soprintendere all'esecuzione delle prove per il "controllo di accettazione" descritto nelle norme tecniche di cui alla Legge 1086;
- controllare la validità dei risultati ottenuti nelle prove dei comma precedente;
- predisporre l'esecuzione di eventuali prove integrative, nel caso di riscontrate non conformità;
- trasferire le informazioni di ritorno al Progettista per eventuali adeguamenti e/o modifiche del progetto.

2.2.1.5 Classi di resistenza

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza. La resistenza caratteristica cubica Rck è dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 m di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica fck è dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm dì diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica fck e yy il valore della resistenza caratteristica cubica Rck> entrambi espressi in N/mm^2 (1 "N/mm^ 10 Kg/cm^),

Classi di resistenza del calcestruzzo

Classe di resistenza	fck (N/mm^2)	Rck (N/mm^2)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	**8**	**10**	NON STRUTTURALE
C12/15	**12**	**15**	
C 16/20	**16**	**20**	ORDINARIO
C20/25	**20**	**25**	
C25/30	**25**	**30**	
C30/37	**30**	**37**	
C32/40	**32**	**40**	
C35/45	**35**	**45**	
C40/50	**40**	**50**	
C45/55	**45**	**55**	

Tabella 1 – Classi di resistenza calcestruzzo

2.2.1.6 Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono

essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

Secondo tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella successiva.

Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Classe	Ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali
1 - Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo		
XO	molto secco	Interni di edifici con umidità relativa molto bassa
2 - Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo		
XC1	Secco	Interni di edifici con umidità relativa bassa
XC2	bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia
XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2
3 - Corrosione indotta dai cloruri		
XD1	umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri
XD2	bagnato, raramente secco	Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto
4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare		
XS1	Esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità
XS2	Sommerse	Parti di strutture marine
XS3	nelle zone di maree, nelle zone soggette a spruzzi	Parti di strutture marine
5 - Attacco da cicli di gelo/disgelo		

Classe	Ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali
XF1	Grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Grado moderato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria
XF3	Grado elevato di saturazione, in assenza di salì disgelanti	Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo
XF4	Grado elevato di saturazione, in presenza dì sali disgelanti	Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti
6 - Attacco chimico		
XA1	Aggressività debole	
XA2	Aggressività moderata	
XA3	Aggressività forte	

Tabella 2 – Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Poiché la classificazione di tabella 2 differisce da quella della Norma UNI 9858, si forniscono una correlazione tra le classi di esposizione ambientale dei due documenti 3 e le caratteristiche del calcestruzzo ai fini della durabilità delle opere.

Correlazione tra classi di esposizione ambientale

Ambiente d'esposizione (UNI 9858)	**Classi di esposizione**	
	UNI 9858	**Linee Guida / prEN206**
Secco/ molto secco(O)	1	X0(0)
Umido senza gelo	2a	XC1 XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3 XD1 XAl(2)
Umido con gelo	2b)	XFÌ
Marino senza gelo Moderatamente aggressivo	4a 5b	XS1 XD2 XA2(2)XC4
Umido con gelo e sali disgelanti Marino con gelo	3(1) 4b(l)	XF2(0) XF3(0)

Ambiente d'esposizione (UNI 9858)	**Classi di esposizione**	
	UNI 9858	**Linee Guida / prEN206**
Fortemente aggressivo	5c	XD3 XS2 XS3 XF4(0 XA3(2)

Tabella 3 – Correlazione tra le classi di esposizione ambientale

L'ambiente della classe XO è definito come "molto secco".

Caratteristiche del calcestruzzo

Classe di esposizione ambientale	**Rapporto a/c massimo**	**Rck minima (N/mm^2)**
XS2 XS3 XA3 XD3 XF4	0.45	45
XS1XD2XA2XC4XF2 XF3	0.50	40
XA1 XD1 XC3 XF1	0.55	37
XC1 XC2	0.60	30
(1) (UNI 9858) -XO	0,65	25(0)

Tabella 4 – Caratteristiche del calcestruzzo

(1) Per ambiente molto secco (U.R.<45% classe di esposizione XO) è ammesso l'uso di calcestruzzo Rck 20.

Le resistenze caratteristiche Rck di tabella 4 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 2. Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280 kg/m^3. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di Rck e a/c di tabella possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) si dovranno applicare le prescrizioni integrative. Nel caso di calcestruzzi soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA) si dovranno applicare le prescrizioni integrative.

2.2.1.7 Cemento

Potranno essere impiegati unicamente i cementi previsti nella Legge 26.5.65 n° 595 che soddisfano i requisiti di accettazione elencati nella norma UNÌ ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta. I cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto per legge. In caso di ambienti chimicamente aggressivi si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9156 e UNI 10517 e al successivo punto

2.2.1.8 Acqua d'impasto

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

2.2.1.9 Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte Prima della norma UNI 8520. Le caratteristiche dovranno essere verificate in fase di

qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte di azienda dotata di Sistema Qualità certificato secondo norme UNI EN ISO 9000, saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'Azienda.

2.2.1.10 Additivi

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto nella norma UNI EN 934/2

Aggiunte di tipo II

E' ammesso l'utilizzo di aggiunte definite nella norma prEN206 di tipo H, in particolare di ceneri volanti e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo. In mancanza di indicazioni normative, non si terrà conto di tali materiali nel computo del dosaggio di cemento.

Ceneri volanti

Le ceneri volanti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450, Per ogni invio dovrà essere specificato il fornitore ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite.

Fumi di silice

I fumi di silice dovranno essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale. I fumi dovranno essere costituiti da particelle sferiche isolate con diametro compreso tra 0.01 e 0.5 micron, oppure da agglomerati o granuli secondari di diametro da 1 a 10 micron, avere aspetto di polvere asciutta o di sospensione acquosa. Per ogni invio dovrà essere specificato il fornitore ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite. Poiché i fumi di silice possiedono un elevato potere di ritenzione d'acqua, il loro impiego dovrà essere sempre associato a quello di additivi superfluidificanti. Nel caso di utilizzo dell'autobetoniera come mescolatore i fumi in polvere dovranno essere immessi contemporaneamente ad almeno il 50% dell'acqua totale, per formare una sospensione acquosa.

Caratteristiche delle miscele - Requisiti generali

La composizione del calcestruzzo (cemento, aggregati, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovrà soddisfare le specifiche prestazionali, in merito a classe di resistenza, dimensione nominale massima dell'aggregato, classe di consistenza e classe di esposizione, minimizzando i fenomeni di segregazione e di essudazione della miscela fresca.

I calcestruzzi dovranno soddisfare le caratteristiche minime di resistenza e durabilità indicate nel progetto e comunque quanto indicato nella tabella 4.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione delle opere, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento, ove definito, dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste; il calcestruzzo armato, ordinario o precompresso, dovrà in ogni caso contenere sufficiente cemento per assicurare un adeguato grado di protezione dell'acciaio contro la corrosione.

Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione dì calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C12/15 (tabella 1) gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori. Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo

che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo. Per aggregati con diametro massimo maggiore di 4 mm le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno sovrapponi per più del 15%; il diametro inferiore (d) della frazione (H-I)-esima dovrà sempre risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione i-esima.

Il Direttore dei Lavori potrà eventualmente approvare l'adozione di una granulometria discontinua.

Ogni 10.000 m^3 di calcestruzzo prodotto, e comunque con periodicità non maggiore di due mesi, dovrà essere verificata la curva granulometrica su campioni prelevati secondo UNI 8520/3 e analizzati secondo UNI 8520/5 [13].

Dimensione massima nominale dell'aggregato

La massima dimensione nominale dell'aggregato dovrà essere scelto in funzione dei valori di copriferro e interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; come previsto nel punto 5.4. della norma UNI 9858 [3], la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;
- di 1,3 volte lo spessore del copriferro.

Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare

riferimento alla norma UNI 8520 parti 13ª e 16ª per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto. Qualora l'impianto non sia certificalo, il rapporto acqua/cemento di ciascuna miscela dovrà essere controllato, anche in cantiere, con le modalità previste nella norma UNI 3 6393 almeno una volta ogni tre mesi o ogni 2.000 mc di produzione: il rapporto a/c non dovrà discostarsi più di +0.04 dal valore verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Lavorabilità

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova.

Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- abbassamento del cono (UNI 9418);
- spandimento (UNI 8020 - metodo B [21]).

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle 5 e 6.

Classi di consistenza - misura dell'abbassamento al cono

Classe di consistenza	Abbassamento mm	Denominazione corrente
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	Da160a210	Fluida
S5	>21O	Superfluida

Tabella 5 – Classi di consistenza: Misura dell'abbassamento UNI 9418

Classi di consistenza - misura dello spandimento

Classe di consistenza	Spandimento mm
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	630

Tabella 6 - Classi di consistenza: Misura dello spandimento UNI 8020

Nella misura dell'abbassamento al cono si hanno tre principali forme di abbassamento.

- La prima forma, con abbassamento uniforme senza alcuna rottura della massa, indica comportamento regolare.
- La seconda forma, con abbassamento asimmetrico (a taglio), spesso indica mancanza di coesione; essa tende a manifestarsi con miscele facili alla segregazione. In caso di persistenza, a prova ripetuta, il calcestruzzo è da ritenere non idoneo al getto.
- La terza forma, con abbassamento generalizzato (collasso), indica miscele magre oppure molto umide o, nel caso di calcestruzzi autolivellanti, additivate con superfluidificanti. Per miscele magre tendenti alla rigidità un abbassamento regolare facilmente si può tramutare in uno di tipo a taglio o a collasso. In tal caso ci si dovrà accertare del fenomeno, onde evitare che si indichino valori diversi di abbassamento per campioni della stessa miscela.

Per raggiungere la giusta compattazione del getto in opera, la classe di consistenza del calcestruzzo al momento della posa dovrà essere sempre pari o superiore alla classe di abbassamento al cono S3 o altra classe di Spandimento FB3.

Classi di consistenza inferiori saranno ammesse, per particolari categorie di opere, solo se esplicitamente prescritte dal Progettista. Per i calcestruzzi impiegati nella prefabbricazione, ferme le altre caratteristiche si potrà derogare a tale prescrizione previa approvazione da parte del Direttore dei Lavori.

Acqua essudata

Il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato; ove vengano fissati un limite di accettazione e una frequenza di prova, la quantità di acqua essudata verrà misurata secondo la norma UNI 7122.

Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "*copriferro nominale*".

Il copriferro nominale C_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo C_{min} e la tolleranza dì posizionamento h. Vale pertanto: $C_{nom} \sim C_{min} + h$.

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo di Tabella 2 sono indicati in Tabella 7. La tolleranza dì posizionamento delle armature h, nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm.

Il copriferro nominale deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

Copriferro minimo e classi di esposizione

Ambiente	**Classe di esposizione**	**Cmin (min)**
Molto secchi/ secco	XO	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	30
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo	XS1 XD2 XA2XC4	
Umido con gelo e sali disgelanti	XF3 XF2	
Fortemente aggressivo	XS2 XS3 XA3 XD3 XF4	40

Tabella 7 – Valori minimi di copriferro

Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo

Per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato solamente se gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934/2.

L'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.

Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione secondo UNI 6395, dovrà essere conforme alle indicazioni della tabella 8

Aria totale inglobata

Ambiente	**Classi di esposizione**		**Aria totale inglobata % per aggregati con diametro massimo**		
	UNI 9858	**Linee Guida/prEN206**	**8 mm**	**16 mm**	**32 mm**
Umido con gelo	2b	XF1			

Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2	6	5	4
Marino con gelo	4b	XF3			

Tabella 8 – Percentuali di aria inglobata

Qualora prescritto dal Progettista i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo nonna UNI 7087: la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera o le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in laboratorio con le modalità della norma ISO 7031 [25] su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

Reazioni alcali-aggregato

Il Progettista, in base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati secondo quanto previsto nella norma UNI 8520 - parti 4 e 22, dovrà valutare la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na e potassio K presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi e aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili sono:

- scelta di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
- sostituzione di una frazione o dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

Calcestruzzi esposti ad attacco chimico.

Ai fini di valutare l'eventuale attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, al Committente compete l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma ISO 9690. Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XAI, XA2 e XA3 (Tabella 9).

Classi di esposizione ambientale - attacco chimico

	GRADO DI ATTACCO		
	XAI(debole)	**XA2 (moderato)**	**XA3 (forte)**
Agente aggressivo nelle acque			
pH	6,5 - 5,5	5,5-4,5	4,5 - 4,0

C02 aggressiva mg/1	15-30	30-60	60-100
ioni ammonio NH4 $^{+}$ mg/1	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio Mg $^{++}$ mg/1	100-300	300-1500	1500-3000
ioni solfato 804 "" mg/1	200 - 600	600-3000	3000 - 6000
Agente aggressivo nel terreno			
ioni solfato 804" mg/kg di terreno seccato all'aria	2000 - 6000	6000 - 12000	> 12000

Tabella 9 – Classe di esposizione ambientale – Attacco chimico

Le misure preventive, concordate con il Progettista, dovranno rispettare quanto previsto nelle norme UNI 8981, UNI 9156 e UNI 9606.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua sotto pressione, determinata con le modalità previste nella norma ISO 7031 su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

Attacco chimico da parte dei solfati

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156.

Requisiti minimi delle miscele in funzione del loro campo di impiego

Per le strutture del progetto in esame occorre valutare attraverso un'analisi chimica delle acque la presenza di eventuali sostanze che possono promuovere il degrado del calcestruzzo o delle armature.

In generale però, vista la composizione dei terreni interessati, per garantire una bassa permeabilità (tenuta idraulica) e una bassa diffusività agli agenti aggressivi (durabilità), si deve far riferimento alle prescrizioni minime della classe di esposizione ambientale XC4 + XD2.

- rapporto a/c = 0,50;
- classe di resistenza a compressione minima C(32/40) = Rck 40.

Per quanto concerne la classe di consistenza, il calcestruzzo avrà classe S4 (fluida).

2.3 PALI TRIVELLATI PER FONDAZIONI PROFONDE

1. Per i pali gettati in opera bisognerà adottare sistemi di getto e di costipazione del calcestruzzo idonei ad evitare le soluzioni di continuità e la segregazione degli elementi componenti il calcestruzzo; tali metodi dovranno essere in ogni caso tali da non danneggiare l'eventuale l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.

2. Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

3. Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

⇨ mediante infissione di tubo-forma metallico con elemento di estremità dotato di ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo; fatto scendere via via che la perforazione procede in modo da non modificare le proprietà meccaniche e la consistenza in entro del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del

conglomerato. Il tubo metallico, ove non sia di un solo pezzo, dovrà essere costituito da elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo;

⇨con l'ausilio di fanghi bentonitici in quiete od in circolazione tra il cavo ed una apparecchiatura di separazione detriti.

4. Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione.

5. Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, questi dovranno essere costituti da una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nelle proporzioni di 8-16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua.

6. Il contenuto di sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3 % in massa della bentonite asciutta.

7. Eseguite le trivellazioni del terreno alla profondità necessaria, dopo aver esaurito l'acqua o la melma esistente nel cavo mediante utensili appropriati (come benne, sonde, ecc.), senza sollevare o ritirare il tubo - forma, si procederà alla messa in opera della gabbia metallica, ove questa sia prevista, per l'intera lunghezza o parte del palo.

8. Le armature dovranno essere assemblate fuori opera.

9. Nel caso in cui il palo sia armato per tutta la sua lunghezza l'armatura dovrà essere mantenute in posto nel foro, sospendendola dall'alto e non appoggiandola sul fondo.

10. Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà non inferiore ai 5 cm.

11. Prima di procedere al getto del fusto si provvederà alla formazione della base del palo mettendo i sito successive quantità di calcestruzzo costipato con idonei sistemi.

12. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

13. Eseguita la base, si procederà all'esecuzione del fusto mediante l'introduzione del conglomerato cementizio nel tubo - forma adottando sistemi idonei e per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno.

14. In nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo dal cavo direttamente dalla bocca del foro.

15. Dopo il getto di ciascuno di detti tratti l'estrazione del tubo-forma dovrà essere eseguita gradualmente, seguendo man mano la immissione ed il costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

16. Si farà inoltre attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione della cassaforma; si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo rimanga sempre almeno 50 cm sotto il livello raggiunto dal calcestruzzo, specialmente in presenza di terreni incoerenti, dove il pericolo di mescolamento del materiale terroso con il conglomerato cementizio creerebbe soluzione di continuità del getto.

17. Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento del conglomerato cementizio da parte di falde freatiche, correnti subacquee, ecc.

18. Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi, con un controtubo di lamierino leggero esterno al tubo – forma che verrà lasciato in posto o con altri accorgimenti da definire di volta in volta con la Direzione dei Lavori.

19. A giudizio della Direzione dei Lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

20. I pali portanti, di qualsiasi tipo, forma e natura, dovranno essere sottoposti a prove di carico statico od a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo la prescrizioni stabilite dalla normativa vigente e che interesseranno la percentuale di pali stabilita dalla Direzione dei Lavori.

21. Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove secondo il metodo dell'eco o carotaggi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità.

2.4 ARMATURE PER STRUTTURE IN C.A. IN OPERA

Si è previsto l'utilizzo di acciaio per armature del tipo B450C ad aderenza migliorata rispondente alle seguenti caratteristiche:

- fyk> 430 N/mm^2
- ftk> 540 N/mm^2
- A5 > 12 %
- fy / fyk< 1.35
- 1.13<(ft / fy)medio < 1.37
- fyd = 370 N/mm^2
- Es = 200 KN/mm^2

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- D.M. 2018
- UNI 1002/1
- UNI 564
- UNI 6407

Il campionamento e le prove saranno condotte secondo:

- D.M. 2018
- UNI 6407-69

Nell'esecuzione e nella posa dei ferri di armatura ci si dovrà scrupolosamente attenere alle indicazioni riportate sui disegni. In ogni caso, salvo diversamente specificato, le sovrapposizioni di ferri dovranno essere non inferiori a 50 volte il diametro degli stessi e opportunamente sfalsate.

Tutte le piegature saranno eseguite prima della messa in opera dei ferri.

Non è permesso l'uso del calore, né quello delle saldature, eccetto ove sia specificatamente indicato nel progetto.

Il numero, la forma e la posizione dei ferri saranno perfettamente conformi a quanto indicato sui disegni.

Dovranno essere prese le adeguate precauzioni non solo affinché i ferri siano disposti nella corretta posizione, ma anche affinché non vi siano spostamenti durante i getti.

Nessun materiale di nessun genere potrà essere incorporato nel calcestruzzo, eccetto il filo di ferro, i distanziatori interni delle casseforme, ed i distanziatori delle armature destinati a mantenere le barre nelle posizioni volute.

I distanziatori delle armature metalliche dovranno garantire una distanza di 40 mm fra le barre più esterne e le superfici interne dei casseri e dovranno essere approvati dalla D.L. e posizionati secondo le indicazioni della stessa.

2.5 CASSERI PER STRUTTURE IN C.A. IN OPERA

Possono essere utilizzati materiali metallici quali acciaio e leghe di alluminio, oppure legno e compositi a base di legno.

Le casseforme dovranno avere una resistenza sufficiente ad evitare l'ingobbamento in fase di getto e maturazione del calcestruzzo.

Particolare attenzione dovrà essere posta nel parallelismo e nel perfetto accostamento delle casseforme onde conseguire una superficie a tenuta che non consenta la perdita di boiacca e/o acqua del calcestruzzo.

Tutte le facce delle casseforme dovranno essere pulite e trattate con sostanze anti-adesive scasseranti approvate dalla D.L.

Tutti gli spigoli vivi in calcestruzzo dovranno essere evitati mediante smussi di 25 per 25 mm, salvo diversamente specificato.

Nessun elemento metallico, salvo piastre o inserti speciali dovrà distare dalla faccia della superficie, meno di quanto specificato per i ferri principali di armatura.

3 CAPPING PERMANENTE

3.1 STRATO IMPERMEABILE: GEOCOMPOSITO BENTONITICO

3.1.1 Geocomposito bentonitico

Il geocomposito bentonitico (GCL, Geosynthetic Clay Liner) è un prodotto costituito da bentonite sodica e geosintetici, formato da uno strato di argilla (bentonite) estremamente sottile (generalmente inferiore a 1 cm) racchiuso tra due geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica¸

Nel presente progetto, è prevista la posa di geocomposito bentonitico per l'impermeabilizzazione superficiale del capping e delle scarpate del tipo non laminato, in cui lo strato di bentonite è fissato meccanicamente, mediante processo di agugliatura tra i due geotessili.

Oltre a verificare che il geocomposito abbia caratteristiche tecniche conformi a quelle indicate nelle successive tabelle, l'Appaltatore dovrà attenersi alle specifiche di posa previste dal produttore ed agli accorgimenti tecnici descritti nel documento presente.

3.1.1.1 Caratteristiche tecniche del materiale

Il geocomposito bentonitico da impiegarsi dovrà essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare racchiuso e fissato, mediante coesione meccanica (n. di punti di agugliatura ≥ 50.000/m^2), a due geosintetici, assolutamente esenti da collanti, appretti, impregnanti.

Il geocomposito bentonitico dovrà essere conforme alle caratteristiche tecniche e prestazionali riportate in Tabella 10 e Tabella 11 e dovrà essere:

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

Il geocomposito bentonitico dovrà avere, comunque, le seguenti proprietà:

- bassa permeabilità;
- compatibilità chimica ai contaminanti acidi;
- capacità di autoconfinamento;
- capacità autosigillante delle lesioni;
- flessibilità e resistenza.

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

Il produttore deve fornire inoltre certificazione ISO 9001, 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 sottolimite di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Tabella 10: Caratteristiche del geocomposito bentonitico

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Geotessile di contenimento			PP o PE (sup) PP (inf)
Spessore (a 2 kPa)	EN ISO 9863-1	mm	≥ 7
Massa areica geocomposito	UNI EN 14196	g/m^2	≥ 6000
Resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 10(L)
Allungamento a rottura	UNI EN ISO 10319	%	≤ 20(L)
Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	N	≥ 1800
Resistenza allo spellamento	ASTM D6496	N/10cm	65
Permeabilità	EN 16416 - ASTM D5887	m/s	$\leq 2{,}5 \times 10^{-11}$
Indice di Flusso	EN 16416 - ASTM D5887	m/s	$\leq 7{,}0 \times 10^{-9}$
Larghezza del rotolo		m	≥ 5
Lunghezza del rotolo		m	≥ 30

Tabella 11: Caratteristiche della bentonite sodica granulare

CARATTERISTICHE	NORMA	UNITÀ DI MISURA	VALORI DI RIFERIMENTO
Contenuto di montmorillonite	Analisi mineralogica XRD	%	> 70
Indice di rigonfiamento	ASTM D5890	ml/g	≥ 24
Perdita di Flusso	ASTM D5891	ml	< 18
Massa di bentonite**	EN 14196	g	≥ 5700**
Umidità**	ASTM D4643	%	12**

**Massa di bentonite fissata al 12% di umidità

3.1.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

3.1.2.1 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 e polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi.

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

3.1.2.2 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 geocomposito bentonitico.

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

- Massa areica (norma UNI EN 14196);
- Spessore (a 2 kPa) (norma EN ISO 9863-1);
- Permeabilità (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Indice di Flusso (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- Resistenza a punzonamento (norma UNI EN 12236).
- Resistenza allo spellamento (norma ASTM D6496)

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

Tali test potranno servire come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

3.1.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei manti bentonitici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

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

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

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno 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.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

3.1.2.4 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.

3.1.3 Controlli in corso d'opera

3.1.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

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

3.1.3.2 Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in Tabella 10, verrà prelevato un campione di geocomposito bentonitico ogni 5.000 m^2 di materiale e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Di seguito i test sul geocomposito

- Massa areica (norma UNI EN 14196);
- Spessore (a 2 kPa) (norma EN ISO 9863-1);
- Permeabilità (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Indice di Flusso (norma EN 16416 - ASTM D5887);
- Resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- Resistenza a punzonamento (norma UNI EN 12236).
- Resistenza allo spellamento (norma ASTM D6496)

Per quel che riguarda la bentonite sfusa usata per le sigillature/realizzare il geocomposito, è inoltre previsto il prelievo di campioni da sottoporre alle seguenti prove:

- Indice di rigonfiamento (metodo ASTM D5890)
- Perdita di flusso (metodo ASTM D5891).

Tali valori dovranno essere confrontati con quanto riportato in Tabella 11

Il numero dei campioni da prelevare per le prove sulla qualità della bentonite è a discrezione della D.L. e/o del Collaudatore, ma non potrà essere inferiore a 2 e per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Fatto salvo quanto sopra indicato, almeno n. 1 campione prelevato dovrà essere sottoposto all'intero set di prove sopra elencate.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Appaltatore

Qualora dai suddetti controlli dovesse risultare, a qualsiasi livello, un'esecuzione difettosa, il Committente potrà rifiutare il lavoro ed ordinare le opere ed i provvedimenti riparatori.

Tutte le opere e gli eventuali rifacimenti saranno a completo carico 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

3.1.3.3 Controlli da effettuarsi in corso d'opera

Durante la posa del geocomposito bentonitico, dovrà essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti dovrà avvenire come descritto nel paragrafo dedicato.

La sovrapposizione dei teli dovrà essere controllata visivamente e puntualmente, rilevando la sovrapposizione con controlli a campione a discrezione del Collaudatore.

Dovranno inoltre essere controllati gli ancoraggi ed i punti singolari (se presenti), al fine di verificare la continuità del sistema di impermeabilizzazione. In particolare, nei punti singolari (es. attraversamento tubazioni) deve essere verificata la corretta sigillatura con colletto di bentonite granulare.

Infine, a discrezione della D.L. saranno effettuati controlli dimensionali sulla geometria del tampone costituito dal materiale posato.

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

3.1.4 Posa in opera del materiale

3.1.4.1 Preparazione della superficie di posa

Se il GCL viene posato su terreno la superficie di questo deve essere stata compattata ad una densità pari al 90% secondo prova Proctor modificata o secondo quanto indicato nelle specifiche di progetto. L'autorizzazione alla posa deve essere data dalla DL prima della posa del GCL. La superficie di posa deve risultare stabile con assenza di brusche variazioni di livelletta, vuoti, rotture, ghiaccio ed acqua stagnante.

La superficie di sottofondo deve essere priva di vegetazione, asperità, rocce, arbusti, detriti o altri materiali che potrebbero danneggiare il GCL. La superficie di posa deve essere rullata con un compattatore a rullo liscio per rimuovere ogni impronta di ruota, orma o discontinuità del terreno. In aggiunta tutte le protuberanze di dimensioni superiori a 15 mm devono essere eliminate o mediante rimozione o mediante compattazione all'interno della superficie di posa. Il GCL può essere installato su una superficie ghiacciata a condizione che essa – in condizioni normali non ghiacciate – si presenti come prima indicato.

3.1.4.2 Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale; in particolare, dovrà assicurare che tale superficie mantenga le caratteristiche descritte al punto precedente, e dovrà adoperarsi per ripristinarle in caso di eventi di qualsiasi natura che ne abbiano cambiato tali caratteristiche.

Qualora una macchina operatrice causi il danneggiamento delle superfici di posa, il geocomposito dovrà essere ripristinato alle sue condizioni originali prima di continuare la posa. Il geocomposito non dovrà essere installato durante precipitazioni atmosferiche.

3.1.4.3 Posizionamento dei teli in opera

I rotoli dovranno essere movimentati con mezzi e procedure conformi a quelle previste dal produttore.

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

Lo srotolamento dei teli dovrà avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C ed in assenza di precipitazioni.

La posa dovrà avvenire con procedure tali da minimizzare il trascinamento dello stesso sulla superficie di posa, al fine di evitare il danneggiamento del substrato di base del geocomposito.

I rotoli di geocomposito dovranno risultare stesi sulle superficie di posa senza alcuna "grinza" o "onda", in particolar modo negli spigoli e nei punti di giunzione.

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

Non è ammesso il transito sul geocomposito di mezzi che potrebbero arrecare danni. In tale senso, potrà essere consentito esclusivamente il transito di quei mezzi che siano stati autorizzati dal produttore.

Tutta la porzione di geocomposito stesa nell'ambito della giornata lavorativa dovrà essere coperta nell'ambito della stessa con materiale di riporto dello spessore di almeno 30 cm, con una geomembrana o con un telo impermeabile temporaneo debitamente zavorrati per non essere rimossi dall'azione del vento. In ogni caso il geocomposito non dovrà essere lasciato scoperto per la notte. Qualora l'idratazione del geocomposito avvenga in assenza della dovuta pressione di confinamento, potrà risultare necessario rimuovere e sostituire tale porzione di telo.

3.1.4.4 Giunzioni tra telo e telo

Le giunzioni tra teli contigui verranno effettuate per semplice sovrapposizione dei lembi. Le aree di sovrapposizione dovranno presentarsi pulite ed esenti da presenza di terreno o altri detriti.

La sovrapposizione minima tra due teli contigui sarà pari a 20 cm per quanto attiene alle giunzioni laterali ed a 50 cm nella direzione longitudinale. In ogni caso, non sarà possibile realizzare giunzioni in direzione ortogonale alla linea di massima pendenza della parete. Le eventuali giunzioni longitudinali tra teli dovranno essere realizzate ad una distanza non inferiore ad 1 metro dal piede o dalla sommità della scarpata. Prima del sormonto, si provvederà ad applicare la malta sigillante a base di bentonite che può essere preparata usando acqua e polvere di bentonite. Tale malta si presenta come un gel colloidale in grado di fornire l'incollaggio impermeabile del sistema.

Le sovrapposizioni dovranno essere effettuate nella direzione del flusso, in modo da impedire che questo possa penetrare all'interno dell'area di giunzione.

La malta bentonitica deve sempre essere utilizzata per le sigillature. Qualora per taluni prodotti, venisse richiesto il non utilizzo della stessa, l'Appaltatore dovrà fornire comprovata documentazione ed assumersi la piena responsabilità della scelta di tale soluzione

3.1.4.5 Verbale di accettazione

La D.L. ed il Collaudatore dovranno 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.

3.2 DRENO ACQUE METEORICHE: GEOCOMPOSITO DRENANTE

3.2.1 Caratteristiche tecniche del materiale

Come strato drenante si utilizzerà un geocomposito sintetico (costituito da un'anima interna ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati alla quale vengono termoaccoppiati due geotessili filtranti).

Il documento presente fornisce le specifiche tecniche per i geocompositi drenanti.

Il geocomposito drenante dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;

- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- resistente alle perforazioni di radici;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella 12.

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

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e deve inoltre possedere 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 sottolimite 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

Il geocomposito dovrà essere costituito da un nucleo drenante tridimensionale, lavorato termicamente in modo da conferirgli una configurazione particolarmente efficace a resistere alle pressioni di confinamento esercitate dal terreno di rinterro, racchiuso da due geotessili filtranti termosaldati.

Tabella 12: Caratteristiche tecniche del geocomposito drenante

Caratteristiche	**Norma**	**Unità di misura**	**Valori di riferimento**
Massa areica	EN ISO 9864	g/m^2	700
Spessore a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	7
Resistenza a trazione	EN ISO 10319	kN/m	≥16.5
Deformazione al carico massimo	EN ISO 10319	%	< 80
Portata idraulica longitudinale a 20 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.43
Portata idraulica longitudinale a 100 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.35
Portata idraulica longitudinale a 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S	UNI EN ISO 12958	l/(m·s)	0.25
Coefficiente riduttivo delle prestazioni idrauliche calcolate con contatto R/R, rispetto a condizioni di progetto R/S		-	0,60

Coefficienti riduttivi delle prestazioni drenanti a lungo termine (5, 50 e 100 anni), ai diversi livelli di pressione di esercizio, dovuti al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr}	ISO 25619 @10.000 h di test		Certificati da laboratorio terzo qualificato*
Coefficiente riduttivo delle prestazioni drenanti a lungo termine - 100 anni, a 50 kPa, dovuto al decremento dello spessore per il compressive creep RF_{cr} con applicato fattore di taglio si da simulare il comportamento in scarpata,	ISO 25619 @10.000 h di test		<1.20*
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO_2 per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio.	ISO 14025 - EN 15804		<2.50 kg CO_2-Equiv. per kg di prodotto realizzato *
Punzonamento dinamico del singolo filtro	EN ISO 13433	mm	33
Resistenza al punzonamento statico del singolo filtro	EN ISO 12236	kN	1,4
Larghezza del rotolo			> 4 m

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

In caso di prodotto non certificato rispetto il compressive creep, ovvero con certificazione ottenuta in accordo a ASTM D4716 (prove accelerate di creep a 1000 h di test) le prestazioni idrauliche richieste al prodotto e riportate in precedenza dovranno essere incrementate di un fattore pari a 3 a parità di condizioni di contatto, mentre la massa areica minima dovrà risultare almeno pari a 1200 g/m^2 in quanto scegliendo un materiale di maggiore spessore a parità di peso si avrebbe una maggiore portata idraulica nei test a breve termine ma risulterebbe soggetto a fenomeni di deformazione viscosa molto marcati essendo la massa del nucleo –oltre alla sua geometria –uno dei fattori maggiormente influenzanti la deformazione viscosa.

3.2.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

3.2.2.1 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, certificazione delle performance di Creep ISO 25619, polizza assicurativa RC prodotto.

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

3.2.2.2 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 geocomposito drenante.

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

- massa areica (norma UNI EN 9864);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (norma UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236);
- Portata idraulica longitudinale a 20, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpata si dovrà calcolare:

Portata idraulica longitudinale a 20 ,100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (norma EN ISO 12958 opzione RF long term creep test) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte .

Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)

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

Tali test potranno servire come prima comprova dei dati forniti dal produttore e come prima referenza sulle prestazioni del materiale fornito.

3.2.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla D.L. (o al Committente nel caso di Appalto di sola fornitura) per approvazione, una specifica completa riguardante la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geocompositi drenanti, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

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

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche in accordo alla Dichiarazione di prestazione del prodotto fornito.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno 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.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla D.L. per accettazione una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, a disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

3.2.2.4 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.

3.2.3 Controlli in corso d'opera

3.2.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

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.

3.2.3.2 Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m^2, per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Le campionature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove per verificare la congruità del materiale con quanto riportato in Tabella 12:

- massa areica (norma UNI EN 9864);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (norma UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236);
- Portata idraulica longitudinale a 20, 100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (UNI EN ISO 12958);

Dai test forniti dal fornitore sulle prestazioni di Creep in condizioni comportamento sulla scarpata si dovrà calcolare:

Portata idraulica longitudinale a 20 ,100 e 200 kPa (i = 0,1), contatto R/S (norma EN ISO 12958) desunta da test in accordo ISO 25619-1 effettuati sul prodotto e certificati terza parte.

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

3.2.4 Posa in opera del materiale

3.2.4.1 Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

3.2.4.2 Posizionamento dei teli in opera

Gli operatori maneggeranno tutti i geocompositi in modo da non danneggiarli in alcuna maniera. Va posta anche attenzione nel non danneggiare gli strati sottostanti durante l'installazione del geocomposito.

Il geocomposito drenante è caratterizzato da una capacità drenante prevalente in direzione longitudinale (MD); deve pertanto essere steso con la direzione longitudinale parallela alla linea di massima pendenza dei piani di posa una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

3.2.4.3 Procedure per la posa in opera

Per garantire la continuità del filtro (costituito dai geotessili), il geocomposito viene prodotto con una doppia cimosa di geotessile (circa 100 mm); questa cimosa dovrà essere utilizzata per "avvolgere" l'estremità della bobina adiacente.

Il geocomposito deve essere opportunamente fissato al sistema di ancoraggio sommatale per evitarne lo sfilamento. Durante le opere di compattazione particolare attenzione va posta a non danneggiare il geocomposito.

Ove in presenza di pendii lunghi, si dovranno utilizzare solo rotoli della massima lunghezza (non tagliati) a partire dalla cima del pendio.

In caso di vento, tutti i geocompositi devono essere caricati con sacchi di sabbia o equivalenti.

Tali sacchi saranno posizionati durante l'installazione e rimossi solo quando si copriranno tali parti con i materiali previsti. Se necessario, il geocomposito sarà posizionato a mano dopo averlo srotolato per minimizzare le pieghe.

Nel coprire con materiale di riempimento, i macchinari non devono muoversi direttamente sui geocompositi. Il materiale di riempimento specificato va scaricato e steso utilizzando macchine che generano bassi sforzi nel terreno. In particolare, il materiale di copertura va scaricato sul geocomposito in modo da non danneggiarlo. Il posizionamento del terreno di copertura avverrà in seguito all'installazione e verifica del geocomposito.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà 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 dovrà procedere alle riparazioni.

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

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

3.3 STRATO DI AGGRAPPO: GEOSTUOIA GRIMPANTE

3.3.1 Caratteristiche

La geostuoia grimpante tridimensionale è un geocomposito ad elevato indice di vuoti ottenuto per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati e saldati nei punti di contatto ed è impiegata per il rinforzo dello strato vegetale di copertura nei tratti in scarpata.

Inoltre, 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 geocomposito dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella 13

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 con sottolimite 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

La geostuoia sarà costituita da una geogriglia tessuta in poliestere ad alta tenacità con rivestimento polimerico compenetrata e resa solidale durante il processo di produzione ad una serie di filamenti poliolefinici distribuiti su di essa in maniera casuale si da conseguire un miglioramento delle sue caratteristiche di aderenza con il terreno sopra di esso riportato (non sono ammesse geogriglie di tipo tessute la cui struttura tridimensionale sia stata ottenuta mediante una speciale tessitura in quanto l'effetto tridimensionale non è garantibile durante le fasi di messa in opera e quindi di esercizio).

Tale geocomposito dovrà rispettare i livelli prestazionali riportati nella Relazione geotecnica di verifica di stabilita del pacchetto di copertura; 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):

Tabella 13:Caratteristiche della geostuoia grimpante

Caratteristiche	**Norma**	**Unità di misura**	**Valori di riferimento**
Massa areica	EN ISO 9864	g/m^2	≥1000
Spessore a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	15
Resistenza a trazione nominale	EN ISO 10319	kN/m	≥ 200
Allungamento a carico massimo	EN ISO 10319	%	≤ 12%

sforzo di trazione allo SLU/SLV con deformazione massima inferiore al	ISO TR 20432	kN/m	≥ 90
deformazione per "creep" dopo 100 anni per lo sforzo allo SLE	EN ISO 13431	%	< 2%*
Global Warming Potential (GWP 100 anni) - coefficiente di emissione di kg CO_2 per kg di prodotto realizzato fco stabilimento di produzione, incluso dell'imballaggio,	ISO 14025 - EN 15804		<3.50 kgCO_2-Equiv. per kg di prodotto realizzato *

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

Tenendo conto delle seguenti indicazioni per lo SLU/SLV:

- vita utile dell'opera: 50 anni;
- certificazione dei coefficienti parziali del materiale: fm;
- coefficiente parziale di sicurezza sulla durabilità e tipologia dell'opera: fn=1.1.
- In sostanza, la resistenza caratteristica del rinforzo Tb, dipendente dal prodotto adottato, dovrà essere tale da rispettare la seguente disuguaglianza:
- Tb / (fn*fm) ≥ Tr

I valori delle trazioni Tr riportati sono un "minimo" da rispettare; in sostanza, anche le verifiche di stabilita del pacchetto dei geosintetici condotte dall'Appaltatore in accordo al capitolo dedicato del progetto, fornissero valori del tiro sulla geostuoia di rinforzo inferiori, tali valori NON costituiranno livello prestazionale ai sensi del presente documento. Se al contrario i valori di Tr determinati dall'Appaltatore sulla base dei prodotti che intende adottare fossero superiori a quelli riportati in precedenza, allora tali valori costituiscono riferimento prestazionale di capitolato mantenendo le deformazioni di riferimento proprie del presente documento.

3.3.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

3.3.2.1 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, prestazioni del prodotto nel tempo secondo ISO TR20432 e EN ISO 13431, polizza assicurativa RC prodotto.

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

3.3.2.2 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 geocomposito grimpante.

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

- Massa areica (EN ISO 9864)
- 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 massima inferiore al 12%; (ISO TR 20432)
- sforzo di trazione allo SLE con deformazione massima 5%; (ISO TR 20432)
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)
- deformazione per "creep" dopo 100 anni per lo sforzo allo SLE (EN ISO 13431)

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.

3.3.2.3 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.

3.3.2.4 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.

3.3.3 Controlli in corso d'opera

3.3.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

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.

3.3.3.2 Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 13, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m^2, per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove:

- Massa areica (EN ISO 9864)
- 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 massima inferiore al 12%; (ISO TR 20432)

- sforzo di trazione allo SLE con deformazione massima 5%; (ISO TR 20432)
- Global Warming Potential (GWP 100 anni) (ISO 14025 - EN 15804)
- Deformazione per "creep" dopo 100 anni per lo sforzo allo SLE (EN ISO 13431)

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

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

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

3.3.4 Posa in opera del materiale

3.3.4.1 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.

3.3.4.2 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.

3.3.4.3 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.

3.3.4.4 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.

Eventuali cuciture non devono presentare fili o graffette in metallo.

Giunzioni testa/coda tra le geostuoie lungo le linee di massima pendenza non sono ritenute ammissibili, a meno di comprovata documentazione ed assunzione di responsabilità da parte dell'Appaltatore sulla scelta di tale soluzione

L'Appaltatore deve assicurare che le geostuoie 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 geostuoie 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.

3.4 GEOSTUOIA PER RIVESTIMENTO CANALETTE:

3.4.1 Caratteristiche

Il geocomposito è costituito e da una geostuoia tridimensionale polimerica 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 nontessuto.

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

Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001. Il produttore dovrà possedere inoltre certificazione ISO 14001 e deve inoltre possedere 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 sottolimite di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

La geostuoia avrà una massa areica minima di 500 g/mq valutata in accordo EN ISO 9864, e sarà costituita da due strutture, realizzate in filamenti di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto e stabilizzati per resistere ai raggi UV, anch'esse termosaldate nei punti di contatto: quella superiore a maglia tridimensionale con un indice alveolare >90% mentre quella inferiore sarà a maglia piatta.

La membrana esterna avrà una massa areica di minimo 350 g/mq in accordo alla EN ISO 9864, sarà caratterizzata da una resistenza a punzonamento dinamico non superiore a 15 mm valutato in accordo alla EN ISO 13433, e avrà una permeabilità al vapor d'acqua pari a 2 g/(mq*g), calcolata secondo la ASTM F372

Lo spessore nominale del geocomposito sarà non inferiore ai 15 mm con carico nominale pari a 2 kPa.

Il geocomposito avrà una massa areica non inferiore a 850 g/mq e una resistenza a trazione nominale in entrambe le direzioni (MD e CMD) di 10 kN/m (±1.5) valutata in accordo alla EN ISO 10319

3.4.1.1 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, polizza assicurativa RC prodotto**.**

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

3.4.1.2 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.

3.4.1.3 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

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

3.4.1.4 Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m^2, per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2.

Le campionature dovranno essere sottoposte alle seguenti prove per verificare la congruità del materiale con quanto riportato al paragrafo precedente:

- massa areica (norma UNI EN 14196);
- resistenza a trazione longitudinale (norma UNI EN ISO 10319);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 9863-1);

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.

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

3.4.2 Posa in opera dei materiali

Il materiale viene posato con una sovrapposizione "a tegola" nella direzione di deflusso delle acque.

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

3.5 GEOTESSILE NON TESSUTO 1200 G/MQ

3.5.1 Caratteristiche tecniche

In generale, il geotessile da impiegare sarà stabilizzato ai raggi UV e dovrà essere conforme ai requisiti riportati nel seguito, qualora non diversamente ed esplicitamente previsto nel progetto. Inoltre, dovrà essere:

- resistente ad agenti chimici o termici presenti nel corpo rifiuti;
- compatibile chimicamente ai contaminanti acidi;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- molto resistente ai raggi ultravioletti;
- resistente all'invecchiamento;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- stabile agli agenti atmosferici in genere;
- realizzato con materiali chimicamente stabili (PP o PE).

Il geotessile nontessuto sarà prodotto in fibre di polipropilene vergine 100% ad alta tenacità assemblate esclusivamente mediante agugliatura meccanica con esclusione di colle e altri componenti chimici.

Il geotessile dovrà rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella successiva Tabella 14

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 polizza assicurativa RC prodotto per danni contro terzi per massimale non inferiore a 5 milioni di Euro con sottolimite di 0.5 milioni di Euro per il danno da inquinamento ambientale accidentale.

Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi rispondere alle seguenti caratteristiche minime:

Tabella 14: caratteristiche del Tessuto non tessuto

Caratteristiche	**Norma**	**Unità di misura**	**Valori di riferimento**
Massa Areica	EN ISO 9864	g/m^2	≥1200
Carico di rottura nominale MD/CMD	EN ISO 10319	kN/m	≥70
Allungamento a rottura MD/CMD	EN ISO 10319	%	≥70
Resistenza al punzonamento dinamico	EN ISO 13433	mm	0
Resistenza al punzonamento statico	EN ISO 12236	N	≥11500
Dimensione dei pori	EN ISO 12956	µm	≤80
Permeabilità normale al piano	EN ISO 11058	l/(m2*s)	≥12

3.5.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

3.5.2.1 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, e polizza assicurativa RC prodotto**.**

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

3.5.2.2 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 geotessile.

L'Appaltatore, al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate in precedenza o negli elaborati progettuali, prima dell'inizio dei lavori dovrà effettuare a sue spese, in un laboratorio specializzato, le prove sottoindicate, e dovrà presentare al Committente i certificati di prova in originale dei geotessili che intende posare. Il materiale dovrà essere sottoposto alle seguenti prove (le normative di esecuzione delle prove in ogni caso dovranno essere tali da rendere i valori confrontabili con quelli riportati nella scheda tecnica del prodotto):

- massa areica (UNI EN ISO 9864);
- spessore (a 2 kPa) (UNI EN 9863-1);

- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (UNI EN ISO 12236).
- resistenza al punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433).
- Permeabilità normale al piano (UNI EN ISO 11058)

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.

3.5.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto e stoccaggio

L'Appaltatore dovrà 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 dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

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

Il materiale verrà fornito in rotoli che dovranno riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le caratteristiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli dovranno 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.

3.5.2.4 Verifica 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.

3.5.3 Controlli in corso d'opera

3.5.3.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

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

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

3.5.3.2 Frequenza dei Test sui materiali

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nella Tabella 14 al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche, alla presenza della D.L. verrà prelevato n.1 campione ogni 5.000 m^2, per ogni singola campionatura, il numero dei provini da prelevare non deve essere inferiore a 2, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (UNI EN ISO 9864);
- spessore (a 2 kPa) (UNI EN 9863-1);
- deformazione a rottura (UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento statico (UNI EN ISO 12236).

- resistenza al punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433).
- Permeabilità normale al piano (UNI EN ISO 11058)

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

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.

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

3.5.4 Posa in opera del materiale

3.5.4.1 Manutenzione della superficie di posa

L'Appaltatore è il solo ed unico responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Egli dovrà assicurare che tale superficie costituisca uno strato di fondazione solido poco deformabile, privo di asperità od improvvisi gradini e privo di corpi che possano provocare lacerazioni e/o punzonamenti del telo.

3.5.4.2 Posizionamento dei teli in opera

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

Una volta srotolati, i teli dovranno essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

3.5.4.3 Procedure per la posa in opera

I teli dovranno essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza. Il geotessile di qualsiasi tipologia sarà fornito in rotoli le cui dimensioni standard dovranno essere tali da ridurre al minimo le giunzioni da effettuare in cantiere.

Le giunzioni tra i teli dovranno essere sovrapposte di almeno 30 cm e dovranno essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti. I collegamenti tra teli adiacenti secondo direzioni diverse dalla linea di massima pendenza dovranno essere effettuati mediante cucitura da eseguire con filo di nylon o termo riscaldamento

È vietata la legatura a mezzo di fili metallici e di fissaggio dei teli al terreno mediante infissione di tondini ferro o picchetti di altro materiale.

L'Appaltatore dovrà assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse. L'Appaltatore dovrà inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni ai teli o ai sottoservizi già eventualmente predisposti, assumendosi ogni responsabilità ed onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Appaltatore dovrà 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 dovrà procedere alle riparazioni.

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

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

4 MATERIALI INERTI

Sarà consentito l'utilizzo di inerti ottenuti dal recupero di materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi previo eventuale trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa vigente.

Dovrà essere identificato il sito della cava di provenienza del materiale, al fine di consentire un eventuale sopralluogo e prelievo di campioni per l'accettazione del materiale inerte.

Il materiale di riempimento per la realizzazione di sottofondi e la bonifica di piani di posa di rilevati non soggetti a traffico veicolare deve avere le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Componenti	**Modalità di prova**	**Limiti**
Contenuto di materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci	UNI EN 13285 Appendice A	> 80% in massa
Contenuto di conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Contenuto di vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 10% in massa
Contenuto di altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa e ≤5% per ciascuna tipologia
Contenuto di materiali deperibili o materiali plastici cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, sostanze organiche eccetto il bitume, residui alimentari, corrugati, tubi, parti di bottiglie in plastica, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,1% in massa
Contenuto di altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,4% in massa
Parametri	**Modalità di prova**	**Limiti**
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	≤ 45%
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	≤ 30%
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	Non Plastico
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	100%
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 15% in massa
Rapporto fra passante al setaccio 0,500 mm e passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHO Mod. nell'intervallo ±2% W_{OTT}	CNR B.U. n.69/78 UNI EN 933-1	Differenza $P_{0,063post} - P_{0,063ante}$ ≤ 5%
Indice di forma	UNI EN 933-4	≤ 35%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 35%
(*) In zone soggette al gelo		

I controlli delle forniture saranno effettuati con le frequenze indicate nella tabella seguente.

Controllo	Primi 5000 m^3	Ulteriori m^3
Controllo dei requisiti di cui alla **Tabella 4.1**	ogni 500 m^3	ogni 3000 m^3
Umidità naturale	ogni 500 m^3 (*)	ogni 1000 m^3 (*)
Costipamento AASHO (CNR B.U. n.69/78 o UNI EN 13286-2/2005)	ogni 500 m^3	ogni 3000 m^3
(*) e comunque rapportate alle condizioni meteorologiche locali e all'omogeneità dei materiali messi in opera		

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. previste dal D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98 così come modificato dal D.M.A. 186/2006. Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere >1 %.

5 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CEMENTO ARMATO

I manufatti in calcestruzzo sono costituiti da cunicoli per il deflusso delle acque meteoriche.

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica idonea all'uso previsto.

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità di impiego, la resistenza o la durata.

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei pozzetti prefabbricati in calcestruzzo, armato e non armato, conformi alla UNI EN 1917 – marcatura CE, da utilizzare per la realizzazione di reti fognarie.

Le Ditte produttrici dei manufatti prefabbricati devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 per la produzione di pozzetti in calcestruzzo armato non armato, turbo vibrati e monolitici, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2011.

Per quanto non specificato presente nel disciplinare, si fa riferimento alla normativa indicata nel paragrafo successivo.

5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per Costruzioni
- Circolare 02/02/2009 n. 617/CSLLPP
- D.M. 12-12-85 Norme tecniche relative alle tubazioni
- Circolare LL.PP. 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni
- Tubazioni in calcestruzzo- manuale di progettazione e utilizzo - Assobeton
- Regolamento UE n. 305/2011
- D.P.R. 246/93 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
- UNI EN 1917:04Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 681-1Elementi di tenuta in elastomero – Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.
- UNI EN 13101 Gradini per camere di ispezione sotterranee – Requisiti,marcatura, prove e valutazione di conformità.
- UNI 11417: 2012Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo
- UNI 11385 Pozzetti e camere d'ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 206-1:2006Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104:2004 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

- UNI 7517Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna

5.2 MARCATURA CE

La norma EN 1917 è entrata in vigore, in quanto norma europea armonizzata, in data 01/08/2003 e il 23/11/2004 è terminato il periodo di coesistenza.

Pertanto, ai sensi del punto A del cap. 11.1. delle NTC 2018 l'immissione sul mercato e l'impiego di prefabbricati in calcestruzzo coperti dalla EN 1917 sono possibili soltanto se questi sono in possesso della Marcatura CE, in accordo con la Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, e ss.mm.

Conseguentemente la produzione in Serie Dichiarata o Controllata non è più applicabile a tale tipologia di elementi e non può essere quindi né richiesta né consegnata la relativa documentazione.

Ogni elemento prefabbricato costituente il pozzetto deve essere quindi obbligatoriamente marchiato con il riferimento alla UNI EN 1917.

A partire da 01/07/2013 è andato in vigore il Regolamento EU 305/11 che ha sostituito la Direttiva 89/106/CEE.

5.3 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Sulla base delle indicazioni contenute nelle NTC 2018, per tali opere strutturali si dovranno assumerei seguenti valori minimi di Vita Nominale e Classe d'uso:

- Vita Nominale dell'opera (Vn – Tab 2.4.I): costruzione di tipo 2 - Opere ordinarie – 50 anni;
- Classe d'uso (par. 2.4.2): III- costruzioni il cui collasso può causare danni ambientali;

Si fa presente che tali sono suscettibili su richiesta della committenza (e.g. Vita Nominale) o per situazioni specifiche dell'opera (e.g. Classe d'uso per pozzetti facenti parte di un'opera di Classe d'uso IV)

5.4 DEPOSITO DEL PROGETTO STRUTTURALE

Con la marcatura CE, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art. 58 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 (art.9 della Legge 05.11.71 n.1086) ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64.

Come chiarito dalla Circolare Ministero dei LL.PP. del 14. febbraio 1974 n. 11951 per i manufatti edilizi relativi alle fognature resta comunque l'obbligo del deposito del progetto strutturale presso l'ufficio comunale competente ai sensi dell'art. 65 del DPR n.380/2001 (già art. 4 della Legge 05.11.71 n.1086).

In zona sismica il deposito deve essere effettuato anche ai sensi dell'art. 93 del medesimo DPR (già art. 17 della Legge 1974 n. 64).

Il Direttore dei lavori deve depositare almeno i seguenti documenti:

- Copia (o copie nel caso di più fornitori) della Dichiarazione di Conformità/Prestazione CE con riferimento alla UNI EN 1917 sottoscritta dal produttore;
- Progetto strutturale del pozzetto.

Poiché i pozzetti di fognatura fanno parte di un sistema più complesso (rete fognaria), anche nel caso di manufatti di altezza entro terra ≤ 2m e fuori terra ≤ 1 m nonché di superficie in pianta ≤ 15 m2 non è applicabile la deroga prevista dal DGR n. 1309/2010 al quale è allegato il documento tecnico che riporta l'elenco delle le

opere minori, (cioè quelle prive di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici), per i quali non è necessario procedere al deposito di calcoli ai fini sismici.

5.5 TIPOLOGIA DEL MANUFATTO

I cunicoli per il collettamento delle acque meteoriche devono essere monolitici conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1917.

Gli elementi dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio vibrocompresso e dovranno avere uno spessore tale da sopportare senza alcuna fessurazione, i massimi carichi dovuti ai sovraccarichi permanenti (es. rinterri) e al carico dinamico stradale.

I giunti ad incastro sui bordi di contatto tra gli elementi in colonna dovranno offrire resistenze alle azioni laterali di scorrimento relativo che si possono generare per effetto di eventi sismici, e più frequentemente per altri fattori più comuni quali: assestamenti degli scavi, movimento delle falde, transito di carichi stradali o carichi concentrati.

La guarnizione deve essere incorporata in fase di prefabbricazione nella giunzione femmina.

Le guarnizioni elastomeriche devono essere conformi alla UNI EN 681-1 e devono garantire la tenuta idraulica nei punti di connessione tra gli elementi prefabbricati.

Le guarnizioni devono essere fornite, dal produttore degli elementi prefabbricati già, incorporate nelle giunzioni femmina dei manufatti, e devono essere lubrificate adeguatamente prima del montaggio.

Le guarnizioni elastomeriche dovranno essere in NBR oppure EPDM oppure SBR e dovranno avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI EN 681-1.

Le guarnizioni devono riportare, in rilievo, le seguenti marcature: nome o marchio del fabbricante; diametro nominale; riferimento alla norma EN 681-1; classe di durezza; data di fabbricazione; sigla della gomma.

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari

6 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE

Il terreno agrario da utilizzare per la sistemazione a verde dovrà possedere una struttura glomerulare, con scheletro in quantità non superiore al 5% e con pH 6-6,5 contenente sostanza organica non inferiore al 2%.

La terra vegetale, da apportare quale substrato alla crescita della vegetazione, dovrà essere chimicamente neutra, contenere nella giusta proporzione e sotto forma di sali solubili tutti gli elementi minerali indispensabili alla vita delle piante ed una sufficiente quantità di microrganismi e di sostanza organica (humus minimo 1%), esente da sali nocivi e da sostanze inquinanti e dovrà rientrare per composizione granulometrica media nella categoria della "terra fine" in quanto miscuglio ben bilanciato e sciolto di argilla, limo, sabbia (terreno di medio impasto).

La presenza di pietre è tollerata nella misura del 5% in peso con elementi con pezzatura inferiore ai 5 cm.

Si considera il materiale vivaistico, ossia le sementi e gli arbusti necessari alle operazioni di recupero ambientale.

Tutte le piante da fornire dovranno essere etichettate per gruppi omogenei mediante cartellini di materiale resistente alle intemperie, sui quali sia riportato in modo leggibile ed indelebile il nome botanico del gruppo cui si riferiscono.

Per quanto riguarda il trasporto del materiale in questione, l'impresa dovrà assumere ogni precauzione necessaria affinché le piante arrivino sul luogo di piantumazione nelle migliori condizioni possibili, effettuandone il trasferimento con autocarri o vagoni coperti da teloni, dislocandole in modo tale che rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi.

Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora dovrà essere il più breve possibile.

Le essenze arbustive saranno piante legnose a partire dal colletto o poco sopra, tali da non evidenziare un tronco spoglio; non dovranno avere un portamento filato, dovranno possedere un minimo di tre ramificazioni e presentarsi dell'altezza prescritta nei documenti di appalto.

Il loro apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari; potranno essere eventualmente fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca nel periodo di riposo vegetativo.

I) Piantumazioni

Le operazioni di messa a dimora delle piantine e delle talee potranno essere eseguite in qualsiasi periodo utile al buon attecchimento, restando a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze entro due anni dalla messa a dimora e comunque fino al collaudo.

Il sesto d'impianto dovrà essere quello più proprio per la specie, che verrà messa a dimora a quinconce con file parallele al ciglio della strada, o con altro orientamento determinato dalla Direzione dei Lavori.

Per le file più prossime alla sede stradale la Direzione dei Lavori potrà ordinare che, in relazione ai lavori di pavimentazione, vengano messe a dimora in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi aggiuntivi.

In relazione alle specie si prescrive il seguente sesto d'impianto:

– cm 25 per le piante a portamento erbaceo o strisciante (Festuca glauca, Gazania splendens, Hedera helix, Hypericum calycinum, Lonicera sempervirens, Mesembryanthemum acinaciforme, Stachys lanata);

– cm 50 per le piante a portamento arbustivo (Crataegus pyracantha, Cytisus scoparius, Eucaliptus sp. pl., Mahonia aquifolium, Nerium oleander, O puntia ficus indica, Pitosporum tobira, Rosmarinus officinalis, Spartium junceum).

La Direzione dei Lavori ordinerà per iscritto all'Appaltatore la specie da mettere a dimora nei vari settori, anche eventualmente ricorrendo a specie diverse da quelle elencate sopra, in relazione alle caratteristiche dell'areale e a quelle microclimatiche locali, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi ulteriori se non in relazione al numero.

L'impianto potrà essere fatto meccanicamente o manualmente: per le piante a portamento arbustivo la buca dovrà essere sufficientemente grande da garantire, oltre all'attecchimento sicuro, anche una crescita futura sufficientemente rapida e rigogliosa, eventualmente collocandovi del letame bovino non a contatto delle radici e ricoprendo con cautela, ad evitare danni alle radici, predisponendo un apposito colletto in terra per il ristagno dell'acqua piovana.

Si dovrà avere particolare cautela nel periodo tra l'approvvigionamento in cantiere delle piantine e la messa a dimora affinché non si verifichino danni alle radici ed evitando sia il disseccamento che la germogliazione: in tali eventualità si procederà alla sostituzione completa della fornitura a spese e cura dell'Appaltatore.

II) Semina di specie erbacee

La semina di specie foraggere dovrà costituire una copertura con caratteristiche di prato polifita stabile.

Prima della semina e dopo la concimazione il terreno sarà erpicato con rastrello, quindi dopo aver dato comunicazione alla Direzione dei Lavori si procederà alla semina di quei miscugli che il Direttore dei Lavori stesso avrà ordinato per iscritto, con il quantitativo previsto da progetto, procedendo a spaglio, con personale esperto e capace, a più passate e per gruppi di semi di volume e peso simili, in giornate senza vento, avendo cura di ricoprire il seme con rastrelli a mano o con erpice leggero, battendo successivamente il terreno con la pala o rullandolo.

III) Semina a spruzzo (idrosemina)

Le scarpate sia in rilevato che in trincea, con tipo di terreno o roccia particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, potranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido (autunno), con apposite pompe e macchinari, con impiego di sementi di specie frugali e rustiche, con radici profonde, quali ad esempio Festuca arundinacea.

La miscela prevede le seguenti dosi per ettaro: soluzione di fertilizzante organico a base di substrati fungini essiccati, Kg 2.500; torba, litri 5.000; seme, Kg 180; acqua, litri 1.000. Qualora il terreno sia molto acido occorre aggiungere calce spenta (ad esempio per portare pH da 3,5 a 5,5 utilizzare Kg 2.400).

Se la crescita è troppo lenta, rada o nulla, l'Appaltatore ripeterà il trattamento a sua cura e spese, ad evitare il propagarsi delle radure. Nel primo periodo di due mesi almeno dovrà essere interdetto qualsiasi passaggio sulle aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da apposite macchine in ragione di Kg 2.000, addizionata con emulsione bituminosa per Kg 500 per ettaro, con funzione di collante.

IV) Rivestimento in zolle erbose

Dove ritenuto opportuno dal Direttore dei Lavori si provvederà alla posa di zolle erbose di prato polifita stabile, in formelle di cm 25×25, disposte in file a giunti sfalsati, su sottofondo regolarizzato e costipato. Per scarpate di sviluppo superiore a 3 m. verranno posti in opera appositi sostegni antiscivolo ogni 2 m. costituiti da graticciate di altezza 10-15 cm come descritte nell'articolo seguente.

Qualora occorra lasciare scoli d'acqua piovana, questi saranno con sagoma a settore circolare di larghezza 80-120 cm. e profondità 15-20 cm., preventivamente predisposti sul terreno, fino alle stesse canalette di scarico.

V) Graticciate morte

Sulle scarpate parzialmente consolidate che tuttavia presentino radure vegetative ed erosione del suolo anche a causa dell'eccessiva pendenza delle scarpate stesse, l'Appaltatore provvederà a realizzare graticciate di lunghezza 5-8 m., costituite da file di 4-5 pali di castagno di diametro in punta 6-8 cm, infissi nel terreno mediante battitura per 80-100 cm, e successivo pareggio delle teste sgretolate per la battitura, con successivo intreccio alternato di pertichelle di castagno, carpino oppure orniello, per un'altezza di 50-60 cm. di cui un terzo entro terra, della lunghezza di 5- 8 m, e diametro in punta di 3-4 cm., l'ultima delle quali fissata con chiodo di ferro a lato della sommità di ogni paletto.

La disposizione a quinconce delle graticciate sul piano delle scarpate dovrà essere in contropendenza rispetto alla pendenza della strada, con inclinazione di 1:8, ad evitare il ristagno di acqua piovana o di scolo, con interesse medio di 3-5 m. misurato secondo la massima pendenza della scarpata stessa.

Il volume dietro la graticciata stessa dovrà essere colmato in piano per non più di 2/3 dell'altezza con terra vegetale, paglia ed eventuale letame, ed in esso verranno messe a dimora, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori, talee di specie arboree o arbustive, ad interasse di cm 30-40, per le quali l'Appaltatore dovrà sostituire le fallanze fino al collaudo.

VI) Graticciate verdi

Saranno realizzate con gli stessi criteri generali delle graticciate morte, ma con paletti di diametro minore e ad interasse minore, tra i quali verranno tessuti a canestro virgulti vivi di salice, pioppo o tamerice del diametro di 1-2 cm, per un'altezza di 30-40 cm., ad interasse di 1-2 m. misurato secondo la massima pendenza.

VII) Sfalcio dell'erba e cure colturali

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire lo sfalcio meccanico o manuale delle aree a prato e a zolle, ogni volta che l'erba superi l'altezza di 30 cm, allontanando entro 24 ore erba e fieno, avendo cura di evitare la dispersione sul piano viabile.

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le cure del caso alle colture, siano state messe a dimora da lui stesso ovvero fossero già presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva.

Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del codice civile, senza che possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

VIII) Georeti in juta antierosione

Nei terreni particolarmente delicati, soggetti ad erosione causata dal vento e dalla pioggia, nei quali occorre ricostituire il manto vegetativo, l'Appaltatore metterà in opera un telo di juta ininfiammabile, le cui funzioni sono di proteggere il terreno dal dilavamento e dalla evaporazione eccessiva, mantenendo più a lungo condizioni ambientali favorevoli all'attecchimento di specie erbacee precedentemente seminate.

Prima della stesa della rete la superficie dovrà essere liberata da pietre, rami e materiali d'ingombro, e andranno regolarizzate le buche e le sporgenze; nella parte a monte della superficie da proteggere andrà scavato un solco di cm 20x30, in cui sotterrare le estremità della rete, ripiegate per cm 20. La rete andrà tenuta molle sul terreno durante lo srotolamento, con sormonti tra i teli di cm 10.

La rete andrà fissata al terreno con chiodi ad U in ferro dolce di diametro 3-5 mm, infissi nel terreno lungo le giunzioni a distanza di 1 m.

IX) Gratuita manutenzione fino alla consegna dell'opera

Salvo diverse indicazioni contrattuali l'Appaltatore durante l'esecuzione delle opere e fino all'emissione del certificato di ultimazione dei lavori delle opere a verde, che coincide con l'inizio delle operazioni previste dal Piano di Mantenimento e con l'inizio del periodo di garanzia, ha l'onere di mantenere le opere a verde realizzate (piante e prati), in condizioni ottimali provvedendo alla rapida sostituzione delle piante morte o moribonde, alle necessarie irrigazioni, concimazioni, controllo delle infestanti, trattamenti fitosanitari e quant'altro necessario.

Tali interventi sono a completo carico dell'Appaltatore che deve intervenire con tempestività. Tutti gli interventi di manutenzione dovranno essere eseguiti da personale qualificato, in numero sufficiente e con attrezzature adeguate per garantire il regolare e continuativo svolgimento delle opere.

Nel caso in cui l'Appaltatore non intervenga tempestivamente, la Stazione Appaltante si riserva di provvedere direttamente a spese dell'Appaltatore.

6.1 TRAPIANTO ALBERI DI ULIVO

Il periodo più idoneo per il trapianto è quello invernale (da fine dicembre fino a fine febbraio) a valle del periodo di raccolta dei frutti e durante il riposo vegetativo, preferibilmente alla fine dell'inverno e prima del risveglio vegetativo.

I trapianti dovranno essere preceduti da una potatura della chioma con tagli di ritorno, per ridurla proporzionalmente alla riduzione dell'apparato radicale, verificandone lo stato fitosanitario insieme alla Direzione dei Lavori.

Si dovrà eseguire uno scavo verticale tutto attorno alle piante, avendo cura di non strappare le radici, e creare una zolla avente diametro pari a dieci volte quello del tronco, misurato a 100 cm dal colletto, con una altezza della zolla pari a 4/5 del suo diametro.

La zolla che si viene a creare dovrà essere avvolta da telo di juta o rete metallica prima di essere spostata onde evitare rotture o crepe.

La pianta così zollata e con le radici rifilate, dovrà essere riposizionata in tempi brevissimi, nella buca di destinazione preventivamente preparata.

Tali piante dovranno essere considerate alla stregua dei nuovi impianti e seguite con maggiore cura durante tutta la durata del cantiere, onde evitare stress idrici o altri danneggiamenti di qualsiasi genere.

7 OPERE ELETTRICHE

7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti in oggetto dovranno essere eseguiti secondo le Norme CEI e disposizioni Legislative di seguito richiamate, ed in particolare:

- Legge n.186 del 01-03-1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- DLgs N.81/2008 - Norme per la prevenzione e infortuni sul lavoro con successive varianti ed integrazioni.
- D.M. n. 37 del 22-01-2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, della Legge 248 del 02/12/2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici.
- D.P.R. n. 462 del 22-10-2001 – Regolamento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Tabelle CEI-UNEL Tab. 35024/1 - Portate in regime permanente per cavi di energia.
- Tabelle CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- Norma CEI 11-1 Impianti di messa a terra.
- Norma CEI 11-17 Fasc.1890 (1992) - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- Norma CEI 64-7 – Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similare.
- Norma CEI 64-8 VI Edizione - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non
- superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.
- Disposizioni COMUNALI, TELECOM, ENEL, USL, Corpo dei Vigili del Fuoco e di altri Enti ispettivi del luogo.
- Altre Norme CEI, UNI, UNEL e di Legge attualmente in vigore e non esplicitamente richiamate.

7.2 SPECIFICHE TECNICHE

7.2.1 armadio stradale

Il contenitore per l'alloggiamento delle apparecchiature di comando, di controllo e protezione sarà realizzato da armadio stampato in vetroresina (SMC) di colore grigio RAL 7040, avente grado di protezione minimo di IP44.

Detto armadio sarà completato di prese d'aria laterali, piastre di fondo per il fissaggio delle apparecchiature e di telaio per l'ancoraggio a pavimento.

Sarà completo di porte incernierate complete di serrature tipo a "cremonese" agibile con chiave di sicurezza a cifratura unica.

Le cerniere e le parti metalliche saranno in acciaio inox o in acciaio zincato, secondo la Norma CEI 7-6, isolate elettricamente con l'interno.

7.2.2 Quadro elettrico

Il quadro elettrico generale dovrà essere realizzato in conformità a quanto richiesto dalla Norma CEI EN 61439 e sarà installato come indicato sugli schemi planimetrici allegati.

Sarà costituito da un involucro in poliestere e posto all'interno dell'armadio stradale (SMC), completo di pannelli interni fissi o incernierati ciechi o del tipo preforati adatti per ospitare apparecchi modulari DIN 17,5 mm.

Detti involucri dovranno assicurare un grado di protezione non inferiore a quelli indicati sugli schemi elettrici di progetto, all'interno il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP2X. Su detto quadro saranno cablate e assemblate le apparecchiature di cui agli schemi elettrici allegati. Al fine di assicurare una efficace protezione contro i contatti diretti e delle parti attive i pannelli dovranno essere apribili solo con l'uso di chiave o attrezzo e dovranno essere realizzate opportune protezioni in pvc trasparente sulle barrature principali e secondarie di distribuzione. Tutti i conduttori entranti nelle morsettiere dovranno avere capicorda isolati.

Il cablaggio interno al quadro dovrà avvenire con conduttori isolati tipo FG16OR16 0,6/1 kV, non propaganti l'incendio, rispondenti alle norme CEI 20-22, completi di cartellini segnafili numerati, di adeguata sezione in relazione alle tarature nominali dei vari interruttori e a quanto riportato dalle vigenti tabelle CEI-UNEL.

Dovrà essere prevista una apposita morsettiera ad elementi componibili, completa di numerazione, adatta per essere alloggiata su barratura DIN, una barra in rame di terra, alla quale si attesteranno tutti i conduttori di protezione dei singoli circuiti ed una barratura.

Sul pannello frontale del quadro dovrà essere posto, per ogni singolo interruttore, un cartellino o etichetta, indicanti il circuito alimentato, nonché una targhetta indicante il costruttore del quadro, il numero di matricola, la tensione, la frequenza e le caratteristiche elettriche.

Dovranno essere posti, in apposita "tasca", gli schemi elettrici di potenza e funzionali aggiornato con le eventuali varianti concordate in corso d'opera e il certificato di collaudo del quadro. Principali caratteristiche elettriche:

- Tensione di esercizio: 230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Corrente di corto circuito: come dagli schemi allegati
- Corrente nominale: come dagli schemi allegati

7.2.3 Apparecchiature di comando e di controllo

All'interno del quadro saranno installati interruttori automatici magnetotermici, blocchi differenziali, interruttori non automatici, contattori e relè.

Tali apparecchiature dovranno essere rispondenti alle seguenti normative:

- interruttori differenziali puri - norme CEI 23-18 e CEI 23-42 (EN 61008-1)

- blocco differenziale da accoppiare agli interruttori magnetotermici - norme CEI 23-44 (EN 61009) - interruttori magnetotermici differenziali compatti - norme CEI 23-44 (EN 61009-1)

- interruttori automatici magnetotermici - norme CEI 17-5 (CEI EN 60947) e CEI 23-3

Dovranno essere di tipo modulare (modulo 17,5 mm) adatti per essere installati su barra DIN, come descritto nelle specifiche dei quadri elettrici.

Nella scelta dei dispositivi di protezione, si dovrà tenere presente del potere d'interruzione, il quale deve essere tale da garantire il corretto coordinamento delle protezioni, che non dovrà essere inferiore a quello indicato sulle tavole di progetto allegato e comunque si dovrà tenere conto di quanto richiesto dalla norma CEI 64-8 sulla energia specifica passante.

7.2.4 Cavi di energia

Conduttori unipolari isolamento in pvc

Conduttore a corda flessibile in rame rosso ricotto con isolamento in pvc, stampigliatura in rilievo sull'isolante, tensione nominale 450/750V, non propagante la fiamma, a norma CEI 20-35, non propagante l'incendio, a norma CEI 20-22II, tipo FS-17. Adatti per posa in tubazioni in materiale termoplastico o in canali in materiale termoplastico autoestinguenti.

Conduttori unipolari/multipolari isolamento in hepr

Conduttori a corda flessibile in rame rosso ricotto con isolamento in gomma EPR ad alto modulo, guaina in pvc di colore grigio, marcatura metrica progressiva, temperatura di esercizio 90°C massima, temperatura di C.to C.to 250°C massima, tensione nominale 0,6/1kV, non propagante la fiamma a norma CEI 20-35, non propagante l'incendio a norma CEI 20-22, ridotta emissione di gas corrosivi a norma CEI 20-37, elevate caratteristiche termiche, meccaniche ed elettriche, norme CEI 20-11 e 20-34, tipo FG16OR16. Adatti per posa interrata.

7.2.5 Cavidotti e tubazioni

Tubazione flessibile pesante antifiamma realizzata in materiale di cloruro di polivinile (PVC), resistente allo schiacciamento di 450 N, rispondente alla norma CEI 23-46 e successive normative.

Dette tubazioni saranno disposte nello scavo in maniera tale che al di sopra degli stessi vi siano almeno 50 cm di terreno. Per tutta la loro lunghezza dovranno essere protette contro i danneggiamenti meccanici con un rivestimento in mantellina in calcestruzzo.

Nei punti di innesto delle tubazioni, all'ingresso dei quadri elettrici, dovranno essere eseguiti opportuni tamponamenti con idonei materiali, ad esempio polistirolo espanso, al fine di evitare fenomeni di anticondensa e passaggio di roditori.

7.2.6 Cassette di derivazioni

Le cassette di sezionamento e di derivazione saranno realizzate in PVC e saranno di colore grigio ed avranno grado di protezione minimo di IP55.

7.2.7 Apparecchi illuminanti

Di seguito si elencano le principali caratteristiche dei corpi illuminanti utilizzati, come riportate sulle tavole grafiche.

Proiettore incasso a pavimento da esterno

Tipologia ad incasso a pavimento da esterno a singola emissione tipo SUELO_RJSw della Linea Light con sorgente LED arreyled 3000°K CRI 80.; il flusso luminoso della sorgente è di 1724 lm, con un'efficienza nominale di 132.6 lm/W.

Il corpo dell'apparecchio, realizzato in alluminio pressofuso en ab - 46100, presenta una finitura di colore nero ral 9005 opaco, ottenuta tramite anodizzazione poro aperto + verniciatura a polvere; il diffusore è prodotto in vetro extra chiaro - temprato, con una lavorazione di serigrafia. Il grado di protezione è IP68; il peso complessivo è di 1,8 kg.

La potenza assorbita dall'apparecchio è di 13 W. Il cavo per l'alimentazione è incluso e presenta una lunghezza di 1 m.

L'apparecchio presenta una classe di isolamento I ed è installabile a pavimento su muratura con controcassa cod. 84933.

Conforme alla norma EN 60598-1 e alle relative prescrizioni particolari.

Completo di CONTROCASSA in ABS per proiettore asimmetrico tipo SUELO_RJSw della Linea Light. Dimensioni: mm ø=130/170 H=155

8 TUBAZIONI E RACCORDI PER ACQUEDOTTO IN POLIETILENE

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201, e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in PEAD sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o 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 devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.