



CORINALDO

ACCORDO DI PROGRAMMA TRA I COMUNI



CASTELLEONE DI SUASA



REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI ANCONA

AMPLIAMENTO DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DI CORINALDO

PROGETTO DEFINITIVO DI PRIMO LOTTO AUTONOMO

N. ELAB.	TITOLO ELABORATO	FORMATO
G	DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI	A4
		SCALA

PROGETTISTI

TIMBRO E FIRMA

STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI DI PANDOLFI
ADALBERTO E PANDOLFI LUCA


TAVOLINI S r l
 Società di ingegneria ambientale

DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
EMISSIONE	31/10/2012		ING. G. BARDUCCI	ING. A. PANDOLFI
REVISIONE				

É VIETATA, AI SENSI DI LEGGE, LA DIVULGAZIONE E LA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO SENZA LA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

INDICE

G.01	FORMAZIONE CORPO DISCARICA.....	3
G.02	ARGINI IN TERRA RINFORZATA.....	4
G.03	VASCA PERCOLATO.....	5
G.04	IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEL PERCOLATO E CAPTAZIONE BIOGAS.....	6

G.01 FORMAZIONE CORPO DISCARICA

PROGETTAZIONE SVILUPPATA DA:

INGEGNERI ASSOCIATI PANDOLFI ADALBERTO E PANDOLFI LUCA - TAVOLINI SRL

G0-DISCIPLINARE D_P_E_T.DOC

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

G01. FORMAZIONE CORPO DISCARICA

CAPITOLO 1

OGGETTO

Il presente documento che riguarda il disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, è relativo alla realizzazione del Corpo della Discarica del progetto definitivo di primo lotto autonomo dell' ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo

CAPITOLO 2

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo ed individuata sullo stralcio C.T.R. al foglio 117 Quadrante IV di Jesi, sezione n. 281130 del Comune di Corinaldo

CAPITOLO 3

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento riguarda la realizzazione delle opere necessarie alla formazione del corpo della discarica, della regimazione perimetrale delle acque meteoriche, della formazione della viabilità principale e di servizio, della recinzione dell'area e della sistemazione e copertura finale a discarica colmata; in particolare:

- Formazione di scavi di sbancamento per la realizzazione della vasca di abbancamento dei rifiuti;
- Formazione della rete di drenaggio sottotelo con tubi corrugati fessurati baulettati da strato di ghiaietto drenante;
- Impermeabilizzazione vasca di abbancamento mediante strato di un metro di argilla compattata e barriera artificiale di confinamento con bentonite di sodio e geomembrana in fogli di HDPE sul fondo della vasca, mentre sulle pareti inclinate barriera artificiale con bentonite di sodio e geomembrana in fogli di HDPE;
- La barriera artificiale di confinamento è protetta con teli di geotessile in fibre continue;
- Drenaggi per la raccolta del percolato realizzati con tubazioni in HDPE sfenestrate e non sfenestrate poste in opera su letto drenante di ghiaia sul fondo della vasca e serbatoio di accumulo in c.c.a
- Raccolta delle acque superficiali meteoriche esterne alla vasca di abbancamento e convogliamento ai corpi ricettori esistenti mediante canalette in calcestruzzo prefabbricato e condotte in pead ;
- Realizzazione della base dei camini di captazione biogas;
- Formazione della viabilità interna per l'accesso dei mezzi di conferimento dei rifiuti alla vasca di abbancamento, realizzazione piazzali e viabilità di servizio
- Opere diverse e complementari, recinzione perimetrale, sistemazioni varie ed interventi su opere esistenti

L'intervento verrà realizzato in due stralci funzionali per le fasi di abbancamento dei rifiuti, oltre ad un successivo stralcio necessario alla realizzazione delle opere di chiusura e ripristino ambientale.

CAPITOLO 4

RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'Impresa è tenuta nell'esecuzione dei lavori ad osservare scrupolosamente tutte le Leggi, Norme e Regolamenti, anche se di carattere eccezionale o contingente o locale, vigenti durante l'esecuzione dei lavori anche se entrate in vigore dopo la stipulazione del contratto, riguardanti gli atti esecutivi, l'Impresa stessa ed i suoi dipendenti, qualunque sia l'autorità emanante ed il campo di applicazione (tecnico, amministrativo, sociale, assicurativo, antinfortunistico, ecc.). Si fa presente che l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni degli Enti preposti al controllo ed è tenuta all'osservanza di tutte le prescrizioni della legislazione e normativa tecnica, anche di quelle non espressamente citate nel presente documento, non essendo ammessa l'ignoranza da parte dell'Impresa delle disposizioni che interessano i lavori.

Tutti gli interventi, i materiali e la posa in opera devono essere conformi alla normativa e secondo la regola d'arte (per la quale valgono le disposizioni di Enti di unificazione o tecnici quali UNI, ecc..), di cui si danno di seguito i principali riferimenti.

In riferimento a tali Leggi e Norme l'Impresa è tenuta a fornire, nel rispetto del progetto ed anche se non indicate nel presente Disciplinare, tutte quelle opere e materiali che risultino necessarie per il completo rispetto delle leggi e norme vigenti, e ciò senza alcun maggior onere per la Committenza.

Art. 4.1 APPALTI PUBBLICI

- D. Lgs n. 163 del 12 /04/2006 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- DPR 207 del 05 ottobre 2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 -(legge n. 119/2012)
- DPR n. 554 del 21/12/1999 – Regolamento d'attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici.

Art. 4.2 SICUREZZA SUI POSTI DI LAVORO

- D. Lgs. n. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (legge n. 101/2012)
- D. Lgs.3 agosto 2009 n. 106 -Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Art. 4.3
RESISTENZA MECCANICA E STABILITA'

- DM 14/01/2008 – Testo unico delle costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2/02/2009 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008;
- Decreto Ministeriale LL.PP.11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate naturali, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare LL.PP. 24/09/1988 n. 30483 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/03/1988;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica:
 - UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali;
 - UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;
- Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica:
 - UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 13251:2005 – Geotessili e prodotti affini – Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno;
- UNI EN 14475:2006 – Esecuzioni di lavori geotecnici speciali: Terra rinforzata.

CAPITOLO 5

QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 5.1

NORME GENERALI - ACCETTAZIONE QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale d'Appalto. Essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, inoltre, possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 164 del D.P.R. n. 207/2010.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applica rispettivamente l'art. 167 del D.P.R. n. 207/2010 e gli articoli 16 e 17 del Capitolato generale d'appalto D.M. 145/2000.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. La Direzione dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in quest'ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dalla Direzione dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. n. 203/2003.

Art. 5.2

ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva

per il conglomerato risultante.

- b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme [UNI EN 459-1](#) e [459-2](#).
- c) Cementi e agglomerati cementizi.
- 1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1995 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme [UNI EN 197-1](#) e [UNI EN 197-2](#).
 - 2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
 - 3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.
- d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.
- e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.
- f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.
La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.
La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 459](#) - [UNI EN 197](#) - [UNI EN ISO 7027](#) - [UNI EN 413](#) - [UNI 9156](#) - [UNI 9606](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.3

MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma [UNI EN 934](#), si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme [UNI EN 934](#), [UNI EN 480](#) (varie parti) e [UNI 10765](#).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: [UNI EN 934](#) (varie parti), [UNI EN 480](#) (varie parti), [UNI EN 13139](#), [UNI EN 13055-1](#), [UNI EN 12620](#).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.4 **ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma [UNI EN 771](#).

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Art. 5.5 **ARMATURE PER CALCESTRUZZO**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D. M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Art. 5.6

MATERIALI DA RIEMPIMENTO- FONDAZIONI STRADALI

a) Ghiaia, pietrisco e sabbia. - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei Lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm se si tratta di volti o getti di un certo spessore da 25 a 40 mm se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Le graniglie saranno quelle indicate nelle norme di buona tecnica per la tipologia edilizia in oggetto.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 20 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di

prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

- b) Terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati.** - Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi simili di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200.
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa.
- 4) strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

- c) Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio.** - Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

- d) Pietrame.** - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Il profilo dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come

termine di paragone.

- e) **Tufi.** - Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza.
- f) **Cubetti di pietra.** - I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- g) **Geotessili.** - I prodotti da utilizzarsi per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.).

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Il geotessile dovrà essere conforme alle seguenti norme [UNI EN 13249](#), [UNI EN 13251](#), [UNI EN 13252](#), [UNI EN 13253](#), [UNI EN 13254](#), [UNI EN 13255](#), [UNI EN 13256](#), [UNI EN 13257](#), [UNI EN 13265](#) ove applicabili.

Prove dei materiali

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art. 5.7

TUBAZIONI

Art. 5.7.1 TUBAZIONI IN GENERE

Generalità

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo "Tubazioni" tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Fornitura diretta delle tubazioni da parte della Stazione Appaltante

In caso di fornitura diretta delle tubazioni, la Stazione Appaltante effettuerà le ordinazioni - tenendo conto del programma di esecuzione dei lavori - in base alle distinte risultanti dai rilievi esecutivi presentati dall'Appaltatore .

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo delle opere in dipendenza anche della consegna delle forniture; e comunque non assume nessuna responsabilità circa eventuali ritardi nella consegna delle forniture, per cause ad essa non imputabili, rispetto alle previsioni.

La consegna delle forniture dirette della Stazione Appaltante avverrà, a criterio insindacabile della Stazione Appaltante stessa, su banchina franco porto oppure su vagone franco stazione ferroviaria oppure franco camion, su strade statali, provinciali o comunali, oppure franco fabbrica. In quest'ultimo caso la consegna sarà effettuata da incaricati della Stazione Appaltante subito dopo il collaudo della fornitura, al quale potranno intervenire incaricati dell'Appaltatore.

A collaudo avvenuto e ad accettazione della fornitura, l'Appaltatore - quando è prevista la consegna franco fabbrica - può disporre alla Ditta fornitrice l'immediata spedizione con l'adozione dei provvedimenti necessari a garantire che i materiali rimangano assolutamente integri durante il trasporto. Diversamente la Stazione Appaltante disporrà la spedizione direttamente nel modo che riterrà più opportuno, a spese dell'Appaltatore, preavvertendolo.

All'atto della consegna, l'Appaltatore deve controllare i materiali ricevuti e nel relativo verbale di consegna che andrà a redigersi deve riportare eventuali contestazioni per materiali danneggiati (anche se solo nel

rivestimento) nei riguardi della fabbrica o delle Ferrovie dello Stato o dell'armatore della nave o della ditta di autotrasporti).

L'Appaltatore dovrà provvedere nel più breve tempo possibile allo scarico da nave o da vagone o da camion - anche per evitare spese per soste, che rimarrebbero comunque tutte a suo carico oltre al risarcimento degli eventuali danni che per tale causale subisse la Stazione Appaltante - e poi al trasporto con qualsiasi mezzo sino al luogo d'impiego compresa ogni e qualsiasi operazione di scarico e carico sui mezzi all'uopo usati dall'Appaltatore stesso.

I materiali consegnati che residueranno alla fine dei lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante - con relativo verbale in cui sarà precisato lo stato di conservazione di materiali ed al quale sarà allegata una dettagliata distinta degli stessi - con le modalità che saranno da questa, o per essa dalla Direzione dei Lavori, stabilite.

Per i materiali che a lavori ultimati risulteranno non impiegati né riconsegnati alla Stazione Appaltante oppure che saranno riconsegnati ma in condizioni di deterioramento o danneggiamento, sarà effettuata una corrispondente operazione di addebito, al costo, sul conto finale.

Ordinazione

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del 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" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme [UNI EN 10311](#), [UNI EN 10312](#), [UNI EN 1123-1-2](#), [UNI EN 1124-1-2-3](#), [UNI EN 10224](#), [UNI EN 13160-1](#).

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme [UNI EN 1092-1](#).
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro \$MANUAL\$ mesi dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Art. 5.7.2 TUBAZIONE DI ACCIAIO (ACQUEDOTTI)

Tubi di acciaio senza saldatura e saldati.

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme [UNI EN 10224](#), con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm², 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".

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori).

I tubi in acciaio saldato dovranno essere conformi alla norma [UNI EN 10312](#) e corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla Circolare Ministero Lavori Pubblici 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a bicchiere cilindrico per tubi con DN ≤ 125 mm o sferico per tubi con DN ≥ 150 mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione.

Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa.

Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m. nella misura massima dell'8% sull'intera fornitura; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del bicchiere.

Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera.

Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno

strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio).

I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle norme [UNI EN 10224](#).

Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti.

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo.

Tubi di acciaio filettabili [UNI CEI EN 45011](#) e [UNI EN 10255](#)

I tubi di acciaio filettabili saranno saldati (per i diametri minori) oppure senza saldatura (per i diametri maggiori) e avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi rispettivamente alle norme [UNI CEI EN 45011](#) ed alle norme [UNI EN 10255](#).

Le estremità dei tubi saranno predisposte per giunzione filettata a vite e manicotto e per giunzione saldata di testa.

I tubi saldati saranno in lunghezza da 6 m (con una tolleranza di + 100 mm e - 50 mm), ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 7 m nella misura massima del 10% sull'intera fornitura.

I tubi senza saldatura saranno in lunghezza da 4 a 7 m.

I tubi di acciaio filettabili saranno protetti con bitumatura interna e con rivestimento esterno normale o pesante, oppure saranno zincati secondo la norma [UNI EN 10240](#).

All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore un attestato di conformità alle norme [UNI CEI EN 45011](#) o [UNI EN 10255](#).

Pezzi speciali d'acciaio

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.

L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per pressione di esercizio di 10 kgf/cm²; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

Art. 5.7.3 TUBAZIONI DI GHISA (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Tubazioni di ghisa sferoidale

I tubi di ghisa sferoidale avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme [UNI EN 545](#), [UNI EN 969](#) e [UNI EN 598](#) e 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".

Essi dovranno avere una struttura che ne permetta la lavorazione con particolare riguardo alle operazioni di taglio e foratura e presentare alla rottura una grana grigia, compatta e regolare; non dovranno avere difetti che pregiudichino l'impiego al quale sono destinati.

Essi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzioni elastiche, a mezzo di anello in gomma del tipo automatico o del tipo meccanico ([UNI 9163](#)).

I tubi saranno in lunghezze di 6 m per DN ≤ 700 mm e di 6-7 e/o 8 m per DN ≥ 700 mm; ma il 10% dei tubi potrà essere fornito con una lunghezza utile ridotta di 0,5 m rispetto alle lunghezze predette.

I tubi per acquedotto saranno rivestiti internamente con malta cementizia ed esternamente, previa zincatura, con vernice bituminosa.

I tubi per fognatura saranno rivestiti internamente ed esternamente secondo quanto richiesto dalle norme vigenti in materia.

Le tubazioni per acquedotto saranno utilizzate alle seguenti pressioni di esercizio, per la serie spessore K = 9, a seconda del diametro nominale DN.

DN	bar
60	64

80	64
100	64
125	64
150	55
200	44
250	39
300	37
350	35
400	34
450	33
500	32
600	31
700	29

I tubi per fognatura in pressione saranno sottoposti ad una prova idraulica di tenuta sotto pressione di 40 bar.

Raccordi di ghisa sferoidale

I raccordi di ghisa sferoidale per le tubazioni di acquedotto avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi e saranno rivestiti internamente ed esternamente con vernice bituminosa. I raccordi per le tubazioni di fognatura - tranne quelli destinati al collegamento con strutture murarie, che non saranno verniciati all'esterno allo scopo di favorire l'ancoraggio - saranno rivestiti sia all'esterno che all'interno con vernice epossidica.

I giunti dei raccordi saranno a bicchiere del tipo meccanico a bulloni Express e/o a flangia.

I principali raccordi sono i seguenti:

a) Con giunto Express:

- ┌─ Giunzioni ad una flangia (imbocchi).
- ┌─ Giunzioni flangia-bicchiere (tazza).
- ≡ Manicotti a 2 bicchieri.
- ↷ Curve a 2 bicchieri, ad 1/4 (90°).
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/8 (45°).
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/16 (22° 30').
- » Curve a 2 bicchieri, ad 1/32 (11° 15').
- ┌─ Pezzi a T, TI, a 2 bicchieri con diramazione a flangia.
- ┌─ Riduzione a 2 bicchieri.

b) Con giunto a flangia:

- ┌─ Riduzioni a 2 flangie.
- ┌─ Pezzi a T a 3 flangie.
- ┌─ Croci a 4 flangie.
- ┌─ Curve a 2 flangie, c. s.
- || Flangie di riduzione.

Marcatura dei tubi e raccordi di ghisa sferoidale e delle guarnizioni

Ogni tubo porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN, in mm (p.e. DN 200);
- il tipo di materiale (p.e. 2GS; dove 2: tipo di profilo esterno del bicchiere; e GS: ghisa sferoidale);
- il tipo di giunto (Rapido: R - Express: Ex).

Ogni raccordo porterà i seguenti marchi:

- il tipo del pezzo: p.e. TI, per il pezzo a T (per le curve sarà anche indicato il grado di deviazione angolare);
- il diametro nominale DN;

- il tipo di materiale.

Ogni guarnizione ad anello di gomma porterà i seguenti marchi:

- il marchio di fabbrica;
- il diametro nominale DN;
- il tipo di giunto;
- il tipo di impiego (Acqua);
- l'anno di fabbricazione.

Art. 5.7.4 TUBAZIONI IN CEMENTO ARMATO SENZA LAMIERINO (ACQUEDOTTI)

Tubi in cemento armato senza lamierino

I tubi in cemento armato (ordinario o precompresso) senza lamierino (che appresso indicheremo anche semplicemente con tubi in c.a. o in c.a.p., rispettivamente) debbono avere caratteristiche e requisiti di accettazione conformi anche alle vigenti norme ANDIS 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".

Essi sono costituiti da conglomerato cementizio con armatura metallica, i cui componenti avranno le caratteristiche fissate per il conglomerato cementizio armato; la dimensione massima degli inerti non sarà superiore ad un quarto dello spessore della parete del tubo e comunque a 25 mm: l'acqua impiegata per l'impasto dovrà essere limpida e scevra da qualsiasi traccia di grassi e materie organiche e non dovrà contenere acidi o basi in percentuale dannosa; il suo contenuto di sostanze disciolte non dovrà superare 2 grammi per litro.

Pezzi speciali per tubi di cemento armato

I pezzi speciali (curve, biforcazioni, ecc.) possono essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa, ovvero di lamiera di acciaio saldato.

Di norma i pezzi di conglomerato cementizio armato sono adatti per pressioni ridotte; essi dovranno comunque essere dimensionati con criteri e margini di sicurezza analoghi a quelli stabiliti per i tubi.

Per i pezzi speciali di ghisa valgono le norme vigenti per gli analoghi pezzi da tubazione in ghisa per acquedotto. Si eviterà peraltro l'adozione di pezzi di ghisa per diametri superiori a DN 50 cm per i quali sarà impiegata la lamiera di acciaio saldata protetta con rivestimenti bituminosi a spessore, dati a caldo.

I pezzi speciali di lamiera di acciaio dovranno essere calcolati a pressione e carichi esterni e dovranno avere apposito rivestimento a protezione della corrosione. Lo spessore minimo della lamiera è stabilito dalla seguente tabella:

Per tubi DN -> fino a 45 cm	da 50 a 65 cm	da 70 a 100 cm
Pezzi speciali rivestiti con conglomerato cementizio		
1,5 mm	2,5 mm	3 mm
Pezzi speciali con mastice bituminoso		
	4 mm	5,5 mm 7 mm

I pezzi speciali saranno normalmente forniti di giunti dello stesso tipo di quelli della tubazione corrente e che imbocchino direttamente sui tubi contigui.

I pezzi speciali che comportino viti, bulloni o altre parti soggette ad ossidazioni, debbono essere protetti da apposito pozzetto accessibile.

Tubi in cemento armato precompresso senza lamierino

Come caso particolare dei tubi di c.a. possono considerarsi i tubi nei quali l'armatura trasversale sia calcolata e realizzata identicamente a quanto prescritto per i tubi di cemento armato ordinario, mentre longitudinalmente essi sono provvisti di una armatura di fili ad alto limite elastico messi in tensione e che conferiscano al calcestruzzo una adeguata compressione.

I tubi in c.a.p. possono essere:

- tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale e rivestimento protettivo della medesima;
- tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato.

Quando l'ambiente di posa presenta caratteristiche tali da compromettere la conservazione nel tempo della spirale di decompressione o del suo ricoprimento cementizio, i tubi in c.a.p. saranno dotati di un rivestimento - che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CNR - eseguito con mastice bituminoso armato con tessuto di vetro, tale da garantire isolamento, durevolezza e inalterabilità, e

precisamente costituito da:

- uno strato di vernice bituminosa a freddo (primer);
- uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo;
- una fasciatura continua di tessuto di vetro reticolare;
- uno strato, di spessore non inferiore a 2,5 mm, di mastice bituminoso a caldo che incorpori completamente il tessuto di vetro reticolare.

Art. 5.7.5 TUBAZIONI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma [UNI EN ISO 1452](#), [UNI EN 1401](#) ed alle Raccomandazioni I.I.P. 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 in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme [UNI EN ISO 1452-3](#) o [UNI 1401-1](#).

Per l'acquedotto saranno impiegati tubi della serie 10 Kg/cm^q (serie 3) per la corrispondente pressione nominale di esercizio PN = 10 kg/cm².

Per la fognatura (scarichi di acque di rifiuto civili e industriali: acque bianche, nere e miste) saranno impiegati tubi del tipo UNI EN 1401-1:2009

La condotta sarà collegata con il tipo di giunto a bicchiere ricavato sul tubo stesso da incollare.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.7.6 TUBAZIONI IN PEAD (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere in PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, 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.

Per l'acquedotto saranno impiegati tubi della classe SDR 17 per la corrispondente pressione nominale PN = 10 kg/cm².

Per la fognatura saranno impiegati tubi previsti dalle norme UNI.

Art. 5.8
PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

1) La terminologia utilizzata (come da norma [UNI EN 12670](#)) ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Marmo (termine commerciale).

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastrici calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

Granito (termine commerciale).

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi)

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanerocristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispondenti rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

Pietra (termine commerciale)

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche, (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leuciti, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma [UNI EN 12670](#) e [UNI EN 14618](#).

2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto, come da norma [UNI EN 12407](#) oppure avere origine del bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;

b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;

c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma [UNI EN 13755](#) e [UNI EN 14617-1](#);
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma [UNI EN 13755](#) e

UNI EN 14617;

- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI EN 1926 e UNI EN 14617;
- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI EN 12372 e UNI EN 14617;
- modulo di elasticità, misurato secondo la norma e UNI EN 14146;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del Regio Decreto 2234/39 e UNI EN

14617;

- microdurezza Knoop, misurato secondo la norma e UNI EN 14205;

d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali dell'articolo relativo ai materiali in genere ed in riferimento alle norme UNI EN 12057 e UNI EN 12058.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 14617 UNI EN 12407 - UNI EN 13755 - UNI EN 1926 - UNI EN 12372 - UNI EN 14146 - UNI EN 14205.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.9

PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE

1 - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano in base:

- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

c) La Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti che avviene al momento della loro fornitura, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle norme vigenti e alle prescrizioni di seguito indicate.

2 - Membrane

a) Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni. Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

b) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare le

caratteristiche previste dalla norma [UNI 9380-2](#) oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

- c) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 9168-2](#), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme [UNI 9380-2](#) e [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 9168-2](#), oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme [UNI 9380-2](#) e [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.
- e) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.
- f) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare le caratteristiche previste dalla norma [UNI 8629 parti 4, 6, 7 e 8](#) oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

3) I tipi di membrane considerate i cui criteri di accettazione indicati nel punto 1 comma c) sono:

- a) - membrane in materiale elastomerico senza armatura. Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
 - membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
 - membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura. Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
 - membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
 - membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
 - membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
 - membrane polimeriche accoppiate. Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

- Classe A membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, etc.).
- Classe B membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, etc.).
- Classe C membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, etc.).
- Classe D membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.
- Classe E membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, etc.).
- Classe F membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, etc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi, In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

- c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste dalle norme armonizzate [UNI EN 13361](#), [UNI EN 13362](#), [UNI EN 13491](#), [UNI EN 13492](#) e [UNI EN 13493](#).

4 - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono soddisfare le caratteristiche previste dalle norme UNI e devono essere conformi alle norme vigenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 1 comma c).

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 5.10 MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate.

In generale, i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

- Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

- Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1561](#).

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1562](#).

- Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma [UNI EN 1977](#).

- Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

- Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme [UNI EN 10244-1](#) e [UNI EN 10244-2](#).

Art. 5.11 MATERIALE AGRARIO

Per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori agrari e forestali di vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessario alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

a) Terra di coltivo riportata

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori, è tenuta a verificare, sotto la sorveglianza della D.L., se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risulti necessario (e in che misura) apportare nuova terra vegetale, la cui qualità deve essere a sua volta sottoposta a verifica ed approvazione da parte della D.L. per ogni tipo di suolo. L'Impresa dovrà garantire la qualità del terreno di riporto. L' Impresa potrà disporre, a spese della Committente e su richiesta della D.L., l'esecuzione delle analisi di laboratorio. Tali analisi dovranno essere eseguite, secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S. e quindi riguardare:

- presenza di pietre
- granulometria
- pH
- calcare totale
- sostanza organica
- azoto totale
- fosforo assimilabile
- potassio assimilabile
- conducibilità idraulica
- conducibilità elettrica dell'estratto acquoso saturo
- capacità di scambio cationico (C.S.C.)

I campioni per le analisi del terreno in sito dovranno essere prelevati in modo che siano rappresentativi di tutte le parti del suolo soggette alla sistemazione, curando che il prelievo avvenga tenendo conto non solo delle aree manifestamente omogenee (per giacitura, per esposizione, per colorazione, ecc.) ma anche delle specie vegetali che in quei luoghi dovranno essere collocate a dimora o trapiantate, e in riferimento alla costituzione dei tappeti erbosi.

A seconda dell'estensione dell'intervento, dovrà essere prelevato un campione per ogni zona omogenea.

Si precisa al riguardo che, qualora la sistemazione nella zona oggetto dell'esame preveda la piantagione di specie non superiori per dimensioni a quelle arbustive, i campioni possono essere prelevati alla profondità di cm. 30-40, mentre se devono essere messe a dimora specie arboree è opportuno che vengano raccolti alla profondità di cm. 100-120 (relativamente ai siti d'impianto).

b) Substrati di coltivazione

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

Per i substrati imballati le confezioni dovranno riportare quantità, tipo e caratteristiche del contenuto.

In mancanza delle suddette indicazioni sulle confezioni, o nel caso di substrati non confezionati, l'Impresa dovrà fornire, oltre ai dati sopra indicati, i risultati di analisi realizzate a proprie spese, secondo i metodi normalizzati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S. per i parametri indicati dalla

Direzione Lavori da sottoporre all'approvazione della stessa.

I substrati, una volta pronti per l'impiego, dovranno essere omogenei e i componenti distribuiti in proporzioni costanti all'interno della loro massa.

I substrati non confezionati o privi delle indicazioni sopra citate sulla confezione, potranno contenere anche altri componenti, in proporzioni note, tutti chiaramente specificati, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà determinare e sottoporre sempre all'approvazione della Direzione Lavori la densità apparente e la capacità di campo dei substrati destinati alle opere pensili a verde.

c) Concimi minerali ed organici

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza dalla D.L..

La Direzione Lavori si riserva il diritto di indicare con maggior precisione il tipo di concime dovrà essere usato, scegliendolo di volta in volta in base alle analisi di laboratorio del terreno, dei concimi proposti delle condizioni delle piante durante la messa a dimora e del periodo di manutenzione.

d) Ammendanti e correttivi

Con "ammendanti" si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno.

Con "correttivi" si intendono quei prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

In accordo con la Direzione Lavori, si potranno impiegare prodotti con funzioni miste purché ne siano dichiarati la provenienza, la composizione e il campo di azione e siano forniti preferibilmente negli involucri originali secondo la normativa vigente.

I fertilizzanti organici (letame maturo, residui organici di varia natura, ecc.) devono essere raccolti o procurati dall'Impresa soltanto presso luoghi o fornitori precedentemente autorizzati dalla D.L..

e) Pacciamatura

Con pacciamatura si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi, quali, rispettivamente: ciottoli e altri materiali lapidei frantumati, corteccia di conifere, cippatura di ramaglia, scaglie di pigna, etc.; argilla espansa film in materiale plastico (PE, ecc), teli in materiale tessuto non tessuto, etc..

Questi dovranno essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali che riportino la dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il paccime di origine vegetale dovrà essere esente da parassiti, patogeni di varia natura, semi di piante estranee, non fermentato e proveniente da piante sane.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta qualità e provenienza.

f) Torba

Salvo altre precise richieste, per le esigenze della sistemazione l'Impresa dovrà fornire torba della migliore qualità del tipo "biondo" (colore marrone chiaro-giallastro), acida, poco decomposta, formata in prevalenza di Sphagnum o di Eriophorum, e confezionata in balle compresse e sigillate di circa mc. 0,16.

g) Fitofarmaci

I fitofarmaci da usare (es. anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, coadiuvanti, acaricidi, ecc.) dovranno essere forniti nei contenitori originali e sigillati dalla fabbrica, con l'indicazione della composizione e della classe di tossicità, secondo la normativa vigente.

Il loro utilizzo dovrà essere preventivamente autorizzato dalla ASL e approvato D.L..

h) Pali di sostegno, ancoraggi e legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni degli alberi e degli arbusti da ancorare.

L'ancoraggio delle piante avviene mediante strutture di sostegno realizzate con:

- pali tutori in posizione verticale
- pali tutori in posizione obliqua
- pali tutori a castello con due, tre o quattro pali
- cavetti (corde) di acciaio

I tutori dovranno essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte della estremità di maggiore diametro e devono durare almeno due periodi vegetativi. Si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze anti putrescenza.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) mai filo di ferro o altro materiale inestensibile. Per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

In alternativa ai sistemi di ancoraggio tradizionali può essere previsto l'impiego di sistemi di fissaggio a scomparsa, ovvero di sistemi che prevedano il bloccaggio della sola zolla delle specie arboree o arbustive messe a dimora.

Indipendentemente dai materiali con cui sono realizzati, tali sistemi non devono essere a diretto contatto con nessuna parte dell'albero o dell'arbusto da tutorare e devono risultare totalmente invisibili dall'esterno.

L'impiego di sistemi di ancoraggio a scomparsa è da preferire ai pali tutori nel caso di esemplari arborei di medie - grandi dimensioni, in terreni tendenzialmente sciolti, in zone ventose, in tutte le situazioni, come viali urbani alberati, in cui il massiccio impiego di paleria risulti di eccessivo ingombro o esteticamente penalizzante e, infine, nel caso in cui non si possa garantire un adeguato controllo delle legature di tutoraggio.

i) Drenaggi e materiali antierosione

I materiali da impiegare per la realizzazione di drenaggi e opere antierosione dovranno corrispondere a quanto indicato in progetto e, per quelli forniti in confezione, essere consegnati nei loro imballi originali, attestanti quantità e caratteristiche del contenuto (es. resistenza, composizione chimica, requisiti idraulici e fisici, durata, ecc.) per essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro impiego. Per i prodotti non confezionati la Direzione Lavori ne verificherà di volta in volta qualità e provenienza.

l) Acqua

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa, inoltre deve provenire da depositi o bacini di raccolta, per permettere una adeguata ossigenazione. Nel caso di acqua proveniente dalla rete pubblica, questa dovrà essere lasciata decantare per almeno h 24 per permettere l'allontanamento del cloro. La temperatura dell'acqua non dovrà essere inferiore ai $\frac{3}{4}$ della temperatura esterna dell'aria e comunque $\geq 15^{\circ}\text{C}$.

L'Impresa, se non le sarà consentito di approvvigionarsi da fonti della Amministrazione committente, sarà tenuta, su richiesta della Direzione Lavori, a verificare periodicamente per mezzo di analisi effettuate secondo le procedure normalizzate dalla Società Italiana di Scienza del Suolo - S.I.S.S., la qualità dell'acqua da utilizzare e a segnalare le eventuali alterazioni riscontrate.

Gli oneri relativi saranno a carico dell'Amministrazione. In caso contrario l'Impresa provvederà a sua cura e spese al controllo periodico della qualità dell'acqua.

Art. 5.12 MATERIALE VEGETALE

Per "materiale vegetale" si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

Le caratteristiche richieste per tale materiale vegetale, di seguito riportate, tengono conto anche di quanto definito dallo standard qualitativo adottato dalle normative Europee in materia.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare, contestualmente all'Impresa appaltatrice, visite ai vivaisti di provenienza allo scopo di scegliere le piante; si riserva quindi la facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche indicate nel presente Capitolato, nell'Elenco prezzi e negli elaborati di progetto in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

Le piante dovranno essere esenti da residui di fitofarmaci, attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

Per quanto riguarda le avversità delle piante, devono essere osservate le disposizioni previste dal D.M. 11.7.80 "norme fitosanitarie relative all'importazione, esportazione e transito dei vegetali e prodotti vegetali" e successive integrazioni e modifiche e tutte le altre norme vigenti.

L'Impresa, sotto la sua piena responsabilità, potrà utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori.

Le piante dovranno aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio e rispondere alle specifiche contenute negli allegati tecnici.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente o per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, nome commerciale per le cultivar) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche con le quali le piante dovranno essere fornite (densità e forma della chioma, presenza e numero di ramificazioni, sistema di preparazione dell'apparato radicale, ecc.) sono precisate nelle specifiche allegata al progetto o indicate nell'Elenco prezzi e nelle successive voci particolari.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta della data in cui le piante verranno consegnate sul cantiere.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, l'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul luogo della sistemazione nelle stesse condizioni in cui hanno lasciato il vivaio, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei, con particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi anche a causa dei sobbalzi o per il peso del carico del materiale soprastante.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno; il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile. Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piante approvvigionate a piè d'opera non possano essere messe a dimora in breve, si dovrà provvedere a collocare il materiale in " tagliola " curando in seguito le necessarie annaffiature ed evitando " pregerminazioni ".

In particolare l'Impresa curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Non è consentita la sostituzione di piante che l'Impresa non riuscisse a reperire; ove tuttavia venga dimostrato che una o più specie non siano reperibili, l'Impresa potrà proporre la sostituzione con piante simili.

L'Impresa dovrà sottoporre per iscritto tali proposte di sostituzione alla Direzione Lavori con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori stessi ed almeno un mese prima della piantagione cui si riferiscono. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di accettare le sostituzioni indicate, o di proporre di alternative.

a) Alberi

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora.

Gli alberi dovranno essere stati specificamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

In particolare gli alberi ad alto fusto di latifoglie e conifere, non a portamento piramidale, dovranno avere il tronco nudo, dritto, senza ramificazioni fino all'altezza di impalcatura richiesta, le piante a portamento piramidale possono essere ramificate fino dalla base, con asse principale unico e rettilineo.

Il fusto e le branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, ferite, grosse cicatrici conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature e ustioni da sole, capitozzature, monconi di rami tagliati male, cause meccaniche in genere, devono essere esenti da attacchi (in corso o passati) di insetti, di funghi o virus.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

Per le latifoglie non dovranno essere presenti " rami verticillati " cioè più rami che si dipartono dal tronco al medesimo livello.

La chioma dovrà sempre presentare l'apice di accrescimento principale ("freccia") con gemma apicale sana e vitale e quindi assenza di doppie cime o rami codominanti, escluse le varietà globose, pendule o innestate alla corona (particolarmente per le pinate a ramificazione monopodiale).

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di 2 centimetri.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Le zolle e i contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante come di seguito riportato:

40 cm. di diametro per alberi di circonferenza cm. 12/14

50 cm. di diametro per alberi di circonferenza cm. 16/18

60 cm. di diametro per alberi di circonferenza cm. 18/20

In mancanza di specifiche legate ad esigenze particolari di progetto, l'altezza del pane di terra non deve essere inferiore ai 2/3 della misura del diametro del pane stesso.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore, la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore, cioè quelle piante che abbiano passato in vaso almeno una stagione di crescita e il cui apparato radicale abbia colonizzato il 70% del terreno in esso contenuto, dovranno essere state adeguatamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso (spiralizzazione).

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, ecc.), rinforzato se le piante superano i m. 5 di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellicola plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto (non saranno ammesse sottomisure salvo accettazione della Direzione dei Lavori);
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi
- per alberature stradali i primi rami dovranno essere impalcati sul fusto ad una altezza minima di : 220 cm. per piante fino a cm. 25 di circonferenza 250 cm. per piante oltre cm. 25 di circonferenza.

Per gli alberi innestati dovranno essere specificati il tipo di porta innesto e l'altezza del punto d'innesto, che non dovrà presentare sintomi di disaffinità.

Le piante devono aver subito i necessari trapianti o rizzollature in vivaio (l'ultimo da non più di due anni) secondo il seguente prospetto:

- Specie a foglia caduca
fino alla circonferenza di cm. 12-15 almeno un trapianto
fino alla circonferenza di cm. 20-25 almeno due trapianti
fino alla circonferenza di cm. 30-35 almeno tre trapianti
- Specie sempreverdi
fino all'altezza di m. 2-2,5 almeno un trapianto
fino all'altezza di m. 3-3,5 almeno due trapianti
fino all'altezza di m. 5 almeno tre trapianti.

b) Giovani piante

Per "giovani piante" si intende far riferimento a soggetti arborei e arbustive di 1, 2, o 3 anni.

Queste piante devono possedere il portamento tipico della specie (non "filato" o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata); devono essere esenti da malattie e prive di deformazioni; se sempreverdi, devono essere fornite in contenitore; se spoglianti, possono essere consegnate a radice nuda salvo diversa richiesta).

c) Arbusti e cespugli

Arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non dovranno avere portamento "filato", dovranno possedere un minimo di tre ramificazioni alla base e presentarsi dell'altezza prescritta in progetto o in Elenco prezzi, proporzionata al diametro della chioma e a quello del fusto.

Anche per arbusti e cespugli l'"altezza totale", verrà rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma sarà rilevato alla sua massima ampiezza.

Tutti gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche e della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Il loro apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Per le indicazioni riguardanti l'apparato radicale, l'imballo delle zolle, la terra delle zolle e dei contenitori vale quanto esposto nel precedente comma a proposito degli alberi (v.punto a).

d) Postime forestale

Per postime forestale devono intendersi giovani piante di specie arborea o arbustiva allevate specificamente per imboscamento e di età non superiore ad anni cinque, siano esse prodotte da seme o tramite riproduzione agamica. Dovranno essere forniti con pane di terra (fitocelle, fertil pots, vaso, alveolo, ecc.); solo le specie decidue potranno essere fornite a radice nuda.

e) Piante esemplari

Per piante "esemplari" si intendono alberi, arbusti e cespugli di grandi dimensioni nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento. Devono quindi essere soggetti cresciuti e

sviluppati in modo isolato in terreni a loro confacenti per natura e composizione.

Queste piante dovranno essere state preparate per la messa a dimora. Le piante esemplari sono riportate a parte in Elenco prezzi distinguendole dalle altre della stessa specie e varietà, e devono essere scelte singolarmente in vivaio dalla D. L..

Queste piante dovranno essere state preparate in vivaio con un numero maggiore di trapianti rispetto allo standard (v. precedente punto a).

f) Piante tappezzanti

Le piante tappezzanti dovranno avere portamento basso e/o strisciante (portamento proprio della specie) e buona capacità di copertura, garantita da ramificazioni uniformi.

Dovranno essere sempre fornite in contenitore con le radici pienamente compenstrate nel substrato di coltura, senza fuoriuscire dal contenitore stesso.

g) Piante rampicanti, sarmentose e ricadenti

Le piante appartenenti a queste specie dovranno avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore.

h) Piante erbacee annuali, biennali e perenni

Le piante erbacee, annuali, biennali e perenni, dovranno essere sempre fornite nel contenitore in cui sono state coltivate e con apparato radicale che abbia colonizzato almeno il 70% del volume del contenitore stesso.

Non dovranno presentare portamento "filato".

L'uso di prodotti nanizzanti è consentito solo se preventivamente concordato.

Le misure riportate nelle specifiche di progetto si riferiscono al diametro del contenitore o al volume.

i) Piante bulbose, tuberose e rizomatose

Le piante che saranno consegnate sotto forma di bulbi o di tuberi dovranno essere sempre della dimensione richiesta (diametro o circonferenza), mentre quelle sotto forma di rizoma dovranno presentare almeno tre gemme. I bulbi, i tuberi e i rizomi dovranno essere sani, turgidi, ben conservati ed in stasi vegetativa.

Per le piante consegnate in contenitore varranno le norme prescritte al precedente punto f.

l) Piante acquatiche e palustri

Le piante acquatiche e palustri dovranno essere fornite imballate in contenitore o in cassette predisposte alle esigenze specifiche delle singole piante, che ne consentano il trasporto e ne garantiscano la conservazione fino al momento della messa a dimora.

m) Rose

Le rose possono essere a cespuglio, rampicanti o tappezzanti. Per le singole piante dovrà essere indicato il tipo di portinnesto utilizzato. Dovranno essere fornite a radice nuda o in contenitore. Nel primo caso la lunghezza minima delle radici dal punto d'innesto, dovrà essere di almeno cm. 20; nel secondo caso la capacità del contenitore può essere espressa in diametro o in litri.

Per le piante fornite ad alberello, il diametro dello stelo dovrà essere cm. 1 con indicazione dell'altezza; le specie rampicanti (sempre fornite in zolla o in contenitore), dovranno presentare tre rami robusti di altezza non inferiore a cm. 150; le specie tappezzanti dovranno presentare tre ramificazioni.

n) Sementi

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità dell'E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette) con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) dovrà rispettare le percentuali richieste negli elaborati di progetto.

Qualora il miscuglio richiesto non fosse disponibile in commercio, dovrà essere preparato in presenza della D.L..

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi le sementi dovranno essere immagazzinate in locali

freschi e privi di umidità.

o) Tappeti erbosi in piote e zolle

Nel caso che per le esigenze della sistemazione fosse richiesto il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) oppure si intendesse procedere alla costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze prative stolonifere, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o piote erbose precoltivate costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monofita, ecc.).

Prima di procedere alla fornitura, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, verranno di norma fornite in forme regolari di rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non spezzarne la compattezza, le piote precoltivate dovranno essere consegnate arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su "pallet".

Tutto il materiale, di qualunque tipo sia, al fine di evitare danni irreparabili dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce, non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato per più di h 24 dalla consegna.

CAPITOLO 6

MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE

Art. 6.1 GENERALITA'

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelievo dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Art. 6.2 TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza dell'argine, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 6.3 COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI FORNITI DALLA STAZIONE APPALTANTE

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dalla Stazione Appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto l'Appaltatore dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera in questo Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

Art 6.4 SCAVI E RILEVATI IN GENERE

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali

varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e la Legge 24 marzo 2012, n. 28 recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive:

a) Scavi. - Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

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

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

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

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

b) Rilevati. - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorre, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle

murature.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Art. 6.5 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Di seguito si elencano in maniera non esaustiva, alcune prescrizioni da osservarsi per gli scavi di sbancamento:

- la conduzione dei lavori di scavo deve essere impostata procedendo dall'alto verso il basso, evitando tagli anche provvisori sia al piede sia lungo la pendice dei fronti di scavo provvisori;
- per minimizzare gli effetti dovuti all'eventuale ruscellamento ed alla percolazione delle acque meteoriche lungo le pendici di scavo, si dovranno creare zone di impluvio con fossi provvisori per il rapido smaltimento delle acque che interessano la superficie del lotto;
- terminati gli scavi occorrerà procedere tempestivamente alla protezione, mediante compattazione, drenaggio superficiale ed inerbimento (a medio e lungo termine con biostuoie), delle superfici scavate a monte del limite di impermeabilizzazione, ponendo attenzione ad intercettare tutte le zone di umidità più concentrata che si osservano in superficie, in quanto l'influenza dei drenaggi è limitata dalla bassa permeabilità. Tale intervento è inoltre importante al fine di evitare accumuli di acqua e sovrappressioni al contatto terreno-impermeabilizzazione di fondo;

Ulteriori indicazioni sulla modalità di conduzione degli scavi di sbancamento potranno essere fornite dalla D.L. in fase di esecuzione con la finalità di creare progressivo alleggerimento e progressivo drenaggio dei terreni interessati.

Art 6.6 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

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

Analogamente dovrà procedere l'Appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà della Stazione Appaltante, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggettamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Art. 6.7 TERRENI DI SCAVO

Per quanto riguarda la sistemazione dei terreni di risulta degli scavi di sbancamento e/o a sezione obbligata, dovrà essere fatta con particolare attenzione al fine di evitare ulteriori alterazioni dei terreni non solo superficiali ma anche in profondità (fenomeni di ruscellamento, di ristagno, di stress meccanico e di plasticizzazione). Particolare attenzione andrà posta nella preparazione delle aree di stoccaggio provvisorie e nella successiva sistemazione. A tale proposito sono da preferirsi le aree pianeggianti, ma dovendo occupare superfici inclinate si deve procedere con gli stoccaggi dal basso verso l'alto, creando un idoneo piano di posa, decorticando la parte di terreno alterato nel quale impostare anche un provvisorio rilevato di contenimento al piede (rullato e compattato), che sia in grado di garantire un adeguato contrasto ai materiali di riporto. Le superfici finali saranno regolarizzate creando una efficace

organizzazione del sistema di raccolta delle acque superficiali, per limitare l'erosione incontrollata e l'infiltrazione nel corpo dell'ammasso argilloso.

Art. 6.8 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno compatibilmente con la normativa vigente e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

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

Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perchè la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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

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

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

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

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

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 6.9 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONI

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Appaltatore essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo, fino alla profondità di m. 2.00 dal piano di sbancamento. Per armature eseguite oltre la profondità di m. 2.00 dal piano di sbancamento si applica il relativo prezzo unitario previsto in elenco.

Art. 6.10 PARATIE O CASSERI

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente

quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 6.11 IMPERMEABILIZZAZIONI IN ARGILLA

La formazione di "barriera idraulica impermeabile" dovrà essere in materiale argilloso-limoso disposto in strati compattati per garantire una conducibilità idraulica $=10^{-7}$ cm./sec..

Il rivestimento impermeabile dovrà essere realizzato secondo precise indicazioni impartite dalla D.L. riguardo il "tipo di materiale", "energia di compattazione" "contenuto d'acqua" "dimensioni delle zolle" facendo riferimento alle normative esistenti e/o in corso di emanazione comunque vigenti all'atto di esecuzione dei lavori.

In assenza di più precise indicazioni il materiale di idonee caratteristiche dovrà essere costituito da terreno fine >50% (passante al vaglio 200 ASTM), indice di plasticità $I_p > 10\%$, percentuale di ghiaia < 15% (trattenuto al vaglio 4 ASTM) con granuli di dimensioni <2.5÷5cm., disposto in strati dello spessore di 20÷25 cm. prima della compattazione, da effettuarsi con rulli compattatori statici a piede di pecora o a piastra da 14 a 30 ton (2.500÷6.000 kg./m. con almeno 5 passate); sono da intendersi compresi gli oneri per le opere di sminuzzatura (dimensione delle zolle =5 mm.), inumidimento o essiccamento nonché quelle per garantire la buona "compenetrazione" degli strati al fine di pervenire ad un grado di compattazione prossimo al 95% della densità max AASHO modificata, e comunque con un controllo della coppia di valori di densità γ ed umidità W con densità secca γ_d non inferiore al 5% del γ_d max e di $W_{opt} < W < 1.2 W_{opt}$; l'intervallo di accettabilità di γ e W sarà comunque stabilito dalla D.L. in relazione al tipo di materiale utilizzabile (reperibile nell'ambito del cantiere) solo a seguito di prove di laboratorio di compattazione e di permeabilità, da effettuare preliminarmente alle opere di compattazione sui terreni prescelti per l'utilizzo, nonché successivamente a collaudo degli strati realizzati.

Sono compresi tutti gli oneri relativi a prelievi, analisi di laboratorio, analisi e prove di permeabilità in sito (prove mediante penetrometro di botwell e mediante infiltrometri), e relative certificazioni richieste dalla D.L. in numero adeguato alla superficie impermeabilizzata e comunque in misura indicata dalla Direzione Lavori stessa.

Art. 6.12
MALTE E CONGLOMERATI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0,45 m ³ 0,90 m ³
2°	Malta semidraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Sabbia Pozzolana	0,45 m ³ 0,45 m ³ 0,45 m ³
3°	Malta idraulica: Calce idraulica Sabbia	\$MANUAL\$ q 0,90 m ³
4°	Malta idraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Pozzolana	0,45 m ³ 0,90 m ³
5°	Malta cementizia: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	\$MANUAL\$ q 1,00 m ³
6°	Malta cementizia (per intonaci): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	\$MANUAL\$ q 1,00 m ³
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): Malta idraulica Pietrisco o ghiaia	0,45 m ³ 0,90 m ³
8°	Smalto idraulico per cappe: Malta idraulica Pietrisco	0,45 m ³ 0,90 m ³
9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cemento normale (a lenta presa) Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2÷2,5 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco e ghiaia	3,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
12°	Conglomerato cementizio per pietra artificiale (per parapetti o coronamenti di ponti, ponticelli o tombini): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia Graniglia marmo nella parte vista battuta a martellina	3,50 q 0,400 m ³ 0,800 m ³ \$MANUAL\$ m ³
13°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 q 0,400 m ³ 0,800 m ³

14°	Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato: Cemento ad alta resistenza Sabbia Pietrisco	3,50 q 0,400 m ³ 0,800 m ³
-----	---	--

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette come viene estratta con badile dal calcinaio, ma bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m.i..

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 6.13 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali

devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art. 6.14 CALCESTRUZZI E CEMENTO ARMATO

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto al DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m.i..

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo, esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed userà la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

Nella costruzione di opere e strutture impermeabili in calcestruzzo, ove è previsto l'impiego di casseri collegati con distanziatori a lama e/o con distanziatori tubolari in PVC, il presidio ermetico, impermeabilizzante dei distanziatori stessi, dovrà essere assicurato mediante l'installazione preliminare di guarnizioni in gomma idroespansiva o sistema di equivalenti prestazioni.

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nel DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m.i., concernenti le opere stesse e quelle a struttura metallica.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico libero professionista iscritto all'albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

La accennata responsabilità verrà invece lasciata piena e completa all'Appaltatore, anche per ciò che concerne forma, dimensioni e risultanze di calcoli, quando si tratti di appalti nei quali venga ammessa la presentazione da parte dell'Appaltatore del progetto esecutivo delle opere in cemento armato.

Tale responsabilità non cessa per effetto di revisioni o eventuali modifiche suggerite dalla Stazione

Appaltante o dai suoi organi tecnici ed accettate dall'Appaltatore.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia: l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e fratazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

Art. 6.15 **MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO - GABBIONATE**

a) Murature in pietrame a secco. - Dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con la accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

b) Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili).

Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure, infine, negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

c) Gabbionate e mantellate metalliche. - Per la costruzione delle gabbionate di rete metallica dovrà provvedersi, prima del riempimento, a cucire i singoli spigoli degli elementi in modo da ottenere le sagome previste; successivamente si procederà al collegamento degli spigoli con quelli degli elementi contigui, comprendendo nella cucitura gli eventuali fili di bordatura.

Le cuciture saranno eseguite in modo continuo passando il filo entro ogni maglia e con un giro doppio ogni due maglie. Il filo occorrente per cuciture e tiranti dovrà avere le caratteristiche specificate nell'art. "Materiali Metallici". La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata cucendo i bordi del coperchio a quelli delle pareti con l'apposito filo per cucire, passando il filo entro ogni maglia e con un giro doppio ogni due maglie. Nell'allestimento, unione e chiusura degli elementi è vietata ogni attorcigliatura dei filoni di bordatura.

Il materiale di riempimento dovrà essere riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori e le sue dimensioni dovranno essere comprese tra il 120 ed il 300 per cento della maggiore dimensione della maglia della rete, sempre che questo consenta di ottenere pareti piane e parallele tra loro, e spessore costante del manufatto.

Per la costruzione delle gabbionate di tipo speciale, si osserveranno le norme dettate dalle Case fornitrici dei manufatti metallici.

Le disposizioni di cui sopra si applicano anche alle mantellate di rete metallica.

Art. 6.16 **MURATURE DI PIETRAMA CON MALTA**

La muratura a getto ("a sacco") per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di 0,45 m³ per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi: tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname in

guisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura adottare tutti i mezzi necessari perchè le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura di pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessure fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco, e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico a faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

Art. 6.17 MURATURE DI MATTONI

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 nè minore di 5 mm (a seconda della natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammassate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

Art. 6.18 OPERE IN FERRO

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e bollature. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

Ogni mezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a pie' d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

a) Inferriate, cancellate, cancelli, ecc. - Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben diritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connesure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio: in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

b) Infissi in ferro. - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati.

In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione Appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di legno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, ecc. saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno od a controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, ecc., con stuoie, coperture, paraspigoli di fortuna, ecc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo e battute a mazzuolo, se ricadenti entro pietre, marmi, ecc.

Sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, ecc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonchè l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata, anche in seguito, sino al momento del collaudo.

Il montaggio in sito e collocamento dovrà essere eseguito da operai specializzati, con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria, ecc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti nè perdite.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione dei Lavori, di eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.

Ciascun manufatto, prima dell'applicazione della prima mano d'olio cotto, dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della Direzione dei Lavori, la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza tale accettazione.

Art. 6.19

TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VEGETATO

- a) Con geogriglie
- b) Con griglia e armatura metallica
- c) Con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 70° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento - rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o biodegradabile che trattenga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 40 g/m², collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee (10pz. x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m², che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi. Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna e composta in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione e deformazione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,35 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante.

- a) con geogriglie: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geogriglie costituite da polimeri di varia natura (poliestere, polivinilalcol, poliaramide, polietilene e polipropilene) e aventi struttura piana con una distribuzione regolare delle dimensioni della maglia. Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare, oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (da definire mediante calcolo e comunque non inferiore a 25 kN/m) e deformazione massima a rottura non superiore al 13% (UNI EN ISO 10319) compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale (basato su un fattore di riduzione f_m (fattore di sicurezza complessivo di una geogriglia per il rinforzo dei terreni) sul materiale di rinforzo non superiore a 2) che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere identificate in accordo con gli Standard di qualità conformi alle norme vigenti. Le geogriglie dovranno avere il marchio CE in conformità alle norme, rilasciato da un organismo accreditato. Le geogriglie dovranno inoltre essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione), dal BBA (British Board Agreement) o altro equivalente istituto accreditato per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni. La geogriglia, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene risvoltata attorno alla facciata chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili o da cassieri in rete elettrosaldata fissi, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego delle geogriglie, aventi maglia aperta, è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati alla geogriglia, geostuoie tridimensionali d'obbligo su terre rinforzate spondali, biostuoie in fibra vegetale o geosintetici a maglia aperta.
- b) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, a aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5x45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.
- c) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3), tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,2 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) e successivo rivestimento plastico (conforme alle UNI EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm

e diametro complessivo del filo 3,2 mm, avente resistenza nominale non inferiore a 35 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

Non sono necessarie manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione delle piantine non attecchite e della ripetizione delle operazioni di idrosemina in caso di fallanza. L'opera può essere messa in crisi da svuotamenti accidentali dei vari strati di terreno compreso tra i fogli di rete, per cedimento delle biostuoie o per incendio del paramento.

Art. 6.20 BIOTESSILE IN JUTA (GEOJUTA)

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1 x 1 cm, massa areica non inferiore a 400 g/m². Il rivestimento verrà fissato alle estremità, a monte e al piede della sponda o della scarpata, in un solco di 20-30 cm, mediante staffe e successivo ricoprimento col terreno precedentemente predisposto. La geojuta verrà posata srotolandola lungo le linee di massima pendenza e fissandola alla scarpata, con picchetti a T o staffe realizzate con tondino ad aderenza migliorata in ferro acciaioso piegato a "U" Ø 8 mm, L = 20-40 cm, in ragione di 2 o più picchetti per m² in maniera da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso; i teli contigui saranno sormontati di almeno 10 cm e picchettati ogni 50 cm.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina o idrosemina con miscela di sementi (40 g/m²), con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

CAPITOLO 7

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

Art. 7.1 MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

7.1.1 Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le norme specifiche concernenti gli impianti fissi antincendio di competenza del Ministero dell'interno;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto l'articolo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

7.1.2 Movimentazione delle tubazioni

1) Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

2) Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisoriale.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

7.1.3 Scavo per la tubazione

1) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

2) Scavo e nicchie

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

7.1.4 Posa della tubazione

1) Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2) Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livелlette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "*Movimentazione delle tubazioni*" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo al punto 2.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei

diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterrati parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5) Prova d'isolamento e protezione catodica

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

6) Giunzioni dei tubi

Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Art. 7.2

ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI

Norme da osservare

Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti simili, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004.

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade

Si devono predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada ferrata;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza.

In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto di scarico.

Gli attraversamenti ferroviari - per i quali vanno comunque scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004 - devono essere sempre eseguiti in cunicolo, possibilmente ispezionabile, avente lunghezza almeno uguale alla larghezza della piattaforma ferroviaria; alle estremità del cunicolo, prima e dopo l'attraversamento deve essere predisposto un pozzetto contenente una saracinesca di intercettazione ed una derivazione per scarico.

Anche gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento. Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione.

I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfianto dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;

- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a 2 ÷ 3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti, blocchi di ancoraggio o briglie in calcestruzzo ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. Polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

Art. 7.3

PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA

Puntellamenti ed ancoraggi per la prova

Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfiacco ed il rinterro parziale della condotta in modo da impedire che la pressione interna di prova provochi lo spostamento dei tubi; ed i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati.

Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, (ma di quelli che venissero costruiti si dovrà accettare la stagionatura, prima della prova) saranno effettuati puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (p.e. puntelli in ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici) per facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tale caso si provvederà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Per i blocchi di ancoraggio sarà generalmente adottata la forma a pianta trapezia ed altezza costante, con i lati maggiore e minore del trapezio di base adiacenti rispettivamente alla parete verticale dello scavo ed alla condotta.

I blocchi di ancoraggio destinati ad essere sollecitati esclusivamente a compressione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio non armato dosato a 300 kg di cemento per 1 m³ di inerti.

I blocchi destinati a sollecitazione di trazione e presso-flessione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio armato.

Le dimensioni dei blocchi saranno quelle di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori.

Tronchi di condotta - Preparazione della prova

La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati, della lunghezza ognuno di circa \$MANUAL\$ m.

Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio.

Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco) e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato.

L'Appaltatore eseguirà le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni quella degli ancoraggi provvisori e di tutte le operazioni per le prove.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere dispositivi speciali (come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo - da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione - con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua).

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Disinfezione della condotta

Per ogni tratto collocato, e comunque per lunghezza non superiore di norma a 500 m, debbono essere posti 20 kg di grassello di calce nell'interno della condotta per la sua disinfezione.

L'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere altro sistema di disinfezione.

L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove delle condutture.

Riempimento della condotta

Si riempirà la condotta con acqua immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria.

Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo d'aria.

In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro. L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (2-3 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio; nel caso di condotte di adduzione esterne si può prelevare l'acqua dai tronchi già collaudati o da vasche, pozzi, corsi d'acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo. Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.

Si lascerà fuoriuscire l'acqua dai rubinetti per il tempo necessario affinché all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria (le quali renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione).

In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di "staffe a collare".

Collocazione della pompa e messa in pressione

Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato. La pompa, se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee.

Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) si metterà la condotta in carico fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo.

Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

Le due prove

La prova idraulica della condotta consisterà di due prove, una a giunti scoperti a condotta seminterrata e l'altra a cavo semichiuso, che saranno eseguite ad una pressione pari a 1,5-2 volte la pressione di esercizio.

Alle prove la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, la Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti che, all'inizio della prova, debbono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Il buon esito della prima prova sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame dei giunti e dal grafico del manometro registratore; non potrà perciò accettarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, essa dovrà essere ripetuta.

Dopo il risultato favorevole della prima prova, si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso, il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore.

Se questa seconda prova non darà risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti e il rinterro rinnovato. La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.

Dopo il risultato favorevole della 1° e 2° prova, per le quali la Direzione dei Lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

Art. 7.4 RINTERRO

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente

punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

Art. 7.5 **POZZETTI PER APPARECCHIATURE**

I pozzetti di calcestruzzo, per l'alloggio delle apparecchiature in genere saranno costruiti in numero e posizione, che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte, anche su condotte esistenti, nei punti indicati su ordine della Direzione Lavori: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi di contratto e nei disegni. La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti avrà resistenza caratteristica $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$, quello della soletta di copertura $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$. La soletta sarà armata con ferro tondo omogeneo del diametro 10-12 mm ad armatura incrociata calcolata a piastra, in appoggio perimetrale, con il sovraccarico determinato dal passaggio di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando, fra quelli possibili, il caso più sfavorevole. In particolare, nella sagomatura dei ferri e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo a chiave, con piastrone e cornice in ghisa, portante superiormente a vista le scritte dell'acquedotto. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano stradale, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio minima conforme ai disegni di progetto e dovrà consentire in ogni caso l'estrazione dell'organo di manovra contenuto nel pozzetto stesso (saracinesca, ecc.) e dovrà pure resistere ai sovraccarichi citati. La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di almeno 20 cm di pietrisco ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza utile indicata.

Sulla stessa soletta dovranno essere annegati, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre dall'esterno delle saracinesche con apposita chiave a croce.

I pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere sostenute da muretti anche in cotto, poggiati sulla platea opportunamente ancorati anche lateralmente contro le spinte orizzontali.

In particolare dovrà porsi cura che nell'interno dei pozzetti i giunti di collegamento siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentire facile accesso o smontaggio. Le apparecchiature ed i pezzi speciali alloggiati nei pozzetti dovranno essere collegati tra loro da giunti che ne consentano un rapido smontaggio. I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno stuccati ad assestamento avvenuto con cemento plastico a perfetta tenuta d'acqua o sigillati con speciale giunto waterstop. Le pareti, la platea e la soletta dovranno essere impermeabilizzate tramite la stesura di resine epossidiche o appositi prodotti epossidocementizi. I pozzetti dovranno risultare ispezionabili e liberi da acqua di qualsiasi provenienza. L'accesso dall'alto sarà permesso da scaletta alla marinara, in ferro zincato tondo del D.N. 20 mm ancorata alla muratura, estesa fra il fondo del pozzetto e la soletta di copertura. Ogni parte metallica scoperta situata entro il pozzetto sarà zincata a caldo mentre le condotte ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere protetti con vernice bituminosa e con due mani di vernice antiruggine. I pozzetti potranno essere ordinati dalla Direzione Lavori con la platea con funzione drenante senza che ciò comporti variazione di prezzo.

CAPITOLO 8

COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA

Art. 8.1

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI ACCIAIO (ACQUEDOTTI)

Movimentazione

Durante il trasporto, i tubi di acciaio devono essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, ecc.).

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento.

Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi, singoli o in fascio, non devono essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm, saranno manovrati singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi di acciaio devono essere accatastati interponendo tra i vari strati dei listoni di legno o dei materassini di paglia in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti.

Si deve limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori tenendo presenti le condizioni ambientali (in particolare modo la temperatura).

La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; deve inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

Revisione del rivestimento - Protezione dei giunti - Posa in opera

Prima di calare i tubi di acciaio nello scavo si deve procedere ad un'accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti.

La riparazione si esegue asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Quando la vernice è asciutta al tatto, si applica uno strato di bitume fuso e si ricopre accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume; la ricopertura deve estendersi con un buon margine sul contorno della parte lesionata.

Nel caso di piccoli difetti o di piccole avarie la riparazione può limitarsi a semplice spalmatura di bitume caldo.

La protezione del giunto viene eseguita come segue.

- Sulle estremità del rivestimento di fabbrica si realizza, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- si pulisce a fondo tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, ecc.; una accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di 10 ÷ 15 cm del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- si applica sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa;
- si applica, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmandolo con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- si controlla, eventualmente con un rilevatore elettrico a scintilla (detector), la continuità del rivestimento;
- si esegue una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm.

Per effettuare la posa, la condotta deve essere sollevata in punti ravvicinati in modo da evitare sollecitazioni pericolose nel materiale; parimenti il rivestimento deve essere conservato intatto impiegando sistemi idonei (esempio: fasce di tessuto a base di iuta).

A seconda dal tipo di giunzione, si avvicinano le testate dei tubi e si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso.

Giunzioni con saldatura

La saldatura in cantiere dei giunti a sovrapposizione (giunti a bicchiere cilindrico o sferico) o di testa delle

tubazioni di acciaio deve assicurare, oltre alla tenuta idraulica, l'efficienza nelle normali condizioni di collaudo e di esercizio.

Si richiedono perciò:

- materiale base atto ad essere saldato con il procedimento adottato;
- materiale d'apporto con caratteristiche meccaniche adeguate a quelle del materiale base;
- procedimento di saldatura appropriato;
- preparazione, esecuzione e controlli della saldatura adeguati al procedimento adottato ed alla importanza della condotta;
- saldatori qualificati.

La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di norma, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubazioni di spessore piccolo ($\leq 3,2$ mm) e di piccolo diametro (≤ 80 mm) sarà usato il procedimento al cannello ossiacetilenico.

Le saldatrici, le motosaldatrici, le linee elettriche di collegamento e gli accessori relativi dovranno essere mantenuti durante tutta la durata del lavoro in condizioni tali da assicurare la corretta esecuzione e la continuità del lavoro nonché la sicurezza del personale.

Gli elettrodi rivestiti per saldatura manuale ad arco dovranno essere classificati secondo la norma [UNI EN ISO 2560](#).

Per i giunti a bicchiere cilindrico e sferico, prima del loro accoppiamento, le estremità deformate a causa di danneggiamenti subiti durante il trasporto dovranno essere ripristinate, normalmente previo adeguato riscaldamento della zona interessata.

Per la saldatura di testa, quando questi tubi presentino ovalizzazioni o comunque un eccessivo disallineamento anche locale delle superfici interne, si dovrà usare un accoppiatubi interno o esterno di allineamento che non dovrà essere tolto prima che sia stata eseguita la prima passata, avente una lunghezza totale non inferiore al 50% della circonferenza del tubo e comunque uniformemente distribuita sulla circonferenza stessa.

Prima della saldatura le estremità da congiungere dovranno risultare completamente esenti da scorie, vernici, grasso, ruggine, terra, ecc. Le impurità eventualmente presenti dovranno essere accuratamente rimosse con spazzole metalliche, decapaggio a fiamma o altri mezzi idonei.

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a $+ 15$ °C; per temperature più basse dovrà eseguirsi un opportuno preriscaldamento; inoltre si eviterà di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche per pioggia, forte umidità, vento, siano giudicate, dalla Direzione dei Lavori, pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

I saldatori terranno gli elettrodi da impiegare negli appositi fornelli riscaldatori ad una temperatura di $40 \div 80$ °C.

Il preriscaldamento si rende necessario se la temperatura ambiente è inferiore a $+ 5$ °C e in ogni caso per tubi di spessore superiore a 8 mm; esso potrà essere effettuato con fiamma di qualunque tipo (bruciatori a gas propanici, ecc.) a induzione o con resistenze elettriche.

Dovranno essere impiegati saldatori qualificati.

Per quanto non indicato nelle suddette norme UNI, si seguiranno le norme ANDIS.

Prova idraulica

La pressione di prova idraulica delle condotte di acciaio sarà pari a 10 kgf/cm^2 oltre quella di esercizio e dovrà mantenersi costante per una durata di 24 ore continue, durante le quali nessuna perdita dovrà verificarsi in corrispondenza delle saldature. Qualora si dovessero invece verificare perdite le saldature relative verranno contrassegnate e, dopo lo svuotamento della condotta, riparate o rifatte come potrà ordinare la Direzione dei Lavori.

Per le tubazioni con giunti saldati l'Appaltatore ha la facoltà, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, di eseguire preliminarmente una prova di tenuta ad aria che permette di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il risultato della prova idraulica.

Detta prova di tenuta consiste nella immissione, nel tronco di condotta da provare chiuso alle due estremità, di aria compressa a $6 \div 7$ bar mentre si bagnano con acqua fortemente saponata le singole saldature; se la prova di tenuta ha esito favorevole, l'Appaltatore potrà rivestire i giunti anche prima di collocare i tubi nello scavo. Seguiranno il rinterro e la prova idraulica di cui ai relativi articoli.

Art. 8.2

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI CEMENTO ARMATO (ACQUEDOTTI)

8.2.1 Movimentazione

In tutte le operazioni di carico, trasporto, scarico ed accatastamento dei tubi di cemento armato dotati di rivestimento bituminoso dovrà porsi ogni cura necessaria ad evitare danni al rivestimento stesso, impiegando a tal uopo mezzi d'opera e di trasporto appositamente scelti.

8.2.2 Revisione del rivestimento e posa in opera

Prima di procedere alla posa in opera di ogni singolo tubo in cemento armato, se ne controllerà accuratamente il rivestimento e si provvederà subito alle eventuali riparazioni, almeno per la parte del tubo che dopo la posa in opera non è più accessibile.

L'impiego corretto e normale delle tubazioni di cemento armato è caratterizzato dalle seguenti condizioni principali:

- posa in trincea scavata in terreni in posto;
- buona stabilità dei terreni attraversati dal tracciato;
- profondità di posa, misurata dalla generatrice superiore del tubo alla superficie del piano di campagna, compresa tra m 1,50 e m 2,50;
- appoggio continuo sotto i tubi, con letto di materiale sciolto e rinfiacco ben costipato almeno fino al piano orizzontale passante per la generatrice superiore del tubo.

I tubi verranno normalmente posati in letto di materiale sciolto, da ottenersi con materiale di apporto o di frantumazione nel caso di posa in rocce lapidee. Il letto di posa dovrà essere accuratamente profilato in modo da fornire al tubo appoggio continuo. Nel caso di terreni sciolti, sede di falda freatica ovvero facilmente alterabili per azione di acque percolanti, verrà stabilizzato il letto di posa mediante sottofondo che assicuri assestamenti privi di discontinuità notevoli, quali platee di cemento armato ovvero massicciate drenate di pietrame.

Per l'attraversamento di zone cedevoli che si incontrassero nel tracciato può adottarsi l'appoggio su platea di cemento armato fondata su pali, al fine di ridurre detti cedimenti. In tali casi il letto di posa sarà realizzato con ghiaia o pietrisco.

Dovranno evitarsi l'appoggio o il bloccaggio di tubi su punti fissi ovvero aventi cedimenti sensibilmente diversi da quelli della tubazione.

Subito prima della posa, il personale specializzato addetto controllerà l'integrità dei giunti. Nel caso di giunti con guarnizione di gomma si effettuerà anche il controllo delle tolleranze a mezzo di apposite modine o calibri.

Si dovrà assicurare alla tubazione un appoggio caratterizzato da cedimenti modesti e soprattutto non discontinui. Dovrà evitarsi il bloccaggio rigido di tubi ai manufatti e dar modo ai giunti con guarnizioni deformabili di esplicare la loro azione.

In alcuni casi può essere necessaria l'adozione di una platea di calcestruzzo, che sarà preferibilmente armata e di modesto spessore, dato che la sua principale funzione è quella di ridurre ed egualizzare i cedimenti del letto di posa, specie dove esso è soggetto a danni da parte di acque sotterranee o esterne. Uguale funzione può assolvere un sottofondo di pietrame ben assestato che in presenza di acque, può essere drenato con apposita tubazione.

Su tali sottofondi va poi disposto un adatto letto di materiale sciolto.

8.2.3 Giunti e guarnizioni

Subito dopo la posa in opera della tubazione in cemento armato si eseguiranno i giunti, che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- a) assicurare la perfetta tenuta dell'acqua;
- b) consentire piccoli assestamenti ai tubi onde possano seguire il comportamento del terreno di posa;
- c) essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata.

Il giunto consigliato per i tubi di cemento armato è quello ad imboccatura con guarnizione ad anello di gomma, quest'ultimo protetto dall'ambiente esterno con sigillo plastico non avente funzione di tenuta.

Il disegno del giunto, le sue dimensioni e relative tolleranze nonché dimensioni e caratteristiche della

guarnizione o calafataggio sono fissate dalla ditta costruttrice; a questa l'Appaltatore richiederà una casistica di applicazioni e certificati di prove eseguite in laboratori ufficiali, a verifica dei requisiti suddetti a), b), c) per il tipo di giunto e relative tolleranze.

Le guarnizioni o materiale di calafataggio dei giunti saranno privi di elementi metallici (come rame, manganese, antimonio, mercurio, piombo) o altre sostanze che possano alterare le qualità organolettiche dell'acqua.

Le guarnizioni di gomma naturale risponderanno alle norme [UNI EN 681-1](#) e saranno controllate con le norme ivi precisate. Per le guarnizioni di gomma sintetica o mista, la composizione dovrà essere precisata dalla ditta costruttrice; esse risponderanno agli stessi requisiti fisico-meccanici ed alle stesse prove di cui alla norme [UNI EN 681-1](#).

8.2.4 Prova idraulica

La prova della condotta di cemento armato verrà eseguita dopo avere tenuto la condotta piena d'acqua per almeno dieci giorni, su tronchi lunghi circa 500 m; al riguardo si dovrà procedere con gradualità ed al più presto possibile al riempimento della condotta durante la sua stessa costruzione; e per evitare interruzioni e ritardi nelle operazioni di posa e di riempimento della tubazione, che sono da eseguirsi con continuità, verranno interposte apposite scatole di prova destinate a ricevere diaframmi di separazione delle tratte in prova e conformate in modo da consentire idoneo ancoraggio contro la spinta idrostatica.

Ove non concorrano circostanze particolari, quali ad esempio l'impiego di giunti a calafataggio ovvero di giunti che non hanno avuto precedenti vaste applicazioni, la prova in opera verrà di norma eseguita a rinterro completamente ultimato. Nei casi particolari di cui sopra invece detta prova verrà eseguita a "giunti scoperti", cioè dopo aver effettuato un rinterro parziale della tratta in prova, che lasci i giunti in vista.

La prova verrà eseguita mantenendo il punto più depresso della tratta alla pressione di seguito precisata per 12 ore, che potranno suddividersi - e saranno suddivisi, nei casi particolari sopra cennati - al più in due turni, tra i quali la condotta verrà lasciata a pressione ridotta. La prova sarà ritenuta di esito positivo se non si sarà verificata alcuna perdita concentrata e complessivamente non si sia registrata una perdita di acqua superiore al limite riportato nella tabella seguente.

Pressione di prova	Durata complessiva	Perdita totale
PN + 1,0 atm	12 ore	1 litro ogni 5 m ² di superficie interna del tubo ammessa nelle 12 ore

Ai limiti suddetti si applicano le seguenti tolleranze:

DN fino a 50 compreso 10%
DN oltre 50 5%

In caso di esito negativo per eccessivo assorbimento diffuso, è ammessa la ripetizione della prova dopo un prolungato riempimento con acqua eventualmente addizionata di impermeabilizzanti sicuramente stabili ed innocui, approvati dalla Direzione dei Lavori.

Durante la prova idraulica della condotta si dovrà ispezionare accuratamente il rivestimento provvedendo ad inciderlo nei punti dove tendessero a formarsi sacche di acqua a causa di eventuali trasudi del tubo, allo scopo di dare sfogo agli stessi.

Terminata la prova idraulica si procederà alla ripresa del rivestimento in corrispondenza dei giunti della tubazione, curando particolarmente tutte le riparazioni dei danni occasionali e delle incisioni di cui sopra.

Gli interventi indicati saranno tutti eseguiti a caldo con preparazione e materiali identici a quelli impiegati nella formazione del rivestimento.

8.2.5 Rinterro

Subito dopo la posa della tubazione in cemento armato ed il completamento dei giunti che comportino un sigillo protettivo, si eseguirà di norma il primo rinterro esteso sino a coprire la generatrice superiore del tubo, con materiale sciolto, pistonato accuratamente.

Seguirà il rinterro definitivo nel più breve tempo possibile dopo lo scavo, eliminando tutti i tempi superflui o non indispensabili fra le due operazioni esterne di scavo e rinterro.

Il rinterro della fossa dovrà essere eseguito in modo da evitare il successivo formarsi di una depressione del piano di campagna - che è prontamente da eliminarsi ove mai avesse a verificarsi - con il conseguente disturbo della situazione preesistente in fatto di acque presenti o percolanti nel terreno.

Art. 8.3

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI PVC (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

8.3.1 Norme da osservare

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (cloruro di polivinile) saranno scrupolosamente osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

8.3.2 Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25 °C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

8.3.3 Posa in opera e rinterro

Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10 - 15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

8.3.4 Pozzetti, giunzioni e prova delle condotte in PVC per acquedotto

Pozzetti

Nei pozzetti da costruire per il contenimento di apparecchiature idrauliche (scarichi, sfiati, ecc.) lungo la condotta in PVC per acquedotti, è indispensabile che i due tronchetti di acciaio calibrato a flangia - che vanno collocati per collegarsi da una parte con la tubazione in PVC (un tronchetto mediante giunto meccanico e l'altro tronchetto mediante giunto scorrevole con guarnizione elastomerica) e dall'altra parte con la saracinesca o lo sfiato, ecc. mediante giunto a flangia - fuoriescano, per la parte flangiata, dalla muratura verso l'interno del pozzetto.

Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni di PVC per acquedotti saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto stabilito, con le seguenti modalità.

A) Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche

- a) Verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- b) provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre;

- se già inserita, togliere provvisoriamente la guarnizione di tenuta;
- c) segnare sulla parte maschia del tubo una linea di riferimento procedendo come segue:
 - si introduce il tubo nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta;
 - si ritira il tubo non meno di 10 mm;
 - si segna in modo ben visibile sul tubo la nuova posizione raggiunta, che è la linea di riferimento;
- d) inserire la guarnizione elastomerica di tenuta nell'apposita sede;
- e) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificante a base di silicone, ecc.);
- f) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede.

B) Giunti a bicchiere e a manicotto del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio

- a) Verificare che tubo e bicchiere abbiano diametri di accoppiamento rispondenti alle norme UNI;
- b) verificare che le estremità dei tubi siano smussate correttamente;
- c) pulire accuratamente le superfici di accoppiamento del tubo e del bicchiere con carta vetrata o solventi adeguati (molti incollaggi difettosi sono imputabili alla cattiva esecuzione di questa operazione);
- d) introdurre il tubo nel bicchiere fino a battuta e fare un segno sulla superficie dello stesso in corrispondenza della bocca del bicchiere. Ciò consente di predeterminare la porzione di tubo che dovrà essere spalmata di collante;
- e) assicurarsi che il collante impiegato non sia un adesivo ma realizzi una saldatura chimica;
- f) spalmare il collante, con un pennello di dimensioni adeguate, in maniera uniforme sulla superficie interna del bicchiere e sulla superficie esterna del tubo in corrispondenza della zona precedentemente marcata, avendo cura di accertarsi che non resti un'eccessiva quantità di collante nell'interno del bicchiere;
- g) introdurre immediatamente il tubo nel bicchiere fino a battuta. Dopo questa operazione è opportuno non sottoporre a tensioni il collegamento effettuato. Prima di mettere l'impianto in esercizio è consigliabile attenersi alle istruzioni del fabbricante relativamente al tempo di consolidamento del collante.

C) Giunti a serraggio meccanico tipo <<Gibault>>

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime possibili variazioni lineari dei due tronchi da congiungere più una quantità variabile dai 30 ai 100 mm in relazione al diametro dei tronchi stessi.

Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurarsi che esse siano integre, infilare le due estremità nel giunto meccanico assicurandosi che ciascuna di esse sia introdotta per una lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto senza però che vengano a contatto fra di loro; infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

D) Giunti con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

- a) Tagliare il tubo nella lunghezza richiesta. Per il montaggio dei raccordi di misure medie e grandi, la parte terminale del tubo dovrà essere smussata accuratamente;
- b) separare le parti del raccordo e montarle sul tubo: prima la ghiera, seguita dall'anello di serraggio. Fare attenzione che l'anello di serraggio conico sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- c) infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione toroidale elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo. Nel caso di misure medie e grandi è bene lubrificare con acqua saponata o vasellina la parte terminale del tubo e la guarnizione toroidale elastomerica;
- d) accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo. Per fare scivolare meglio l'anello di serraggio, dilatarlo con un cacciavite;
- e) avvitare strettamente la ghiera al corpo del raccordo. Per il serraggio finale, nelle misure medie e grandi, dovrà essere usata una chiave a nastro.

E) Giunti a flangia libera con collare di appoggio o fissa

Anche per questo tipo di giunto si tenga conto di quanto indicato al punto C):

- a) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- b) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al punto B);
- c) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- d) bullonare effettuando il serraggio a croce.

Collegamento dei tubi in PVC per acquedotto con tubi di altro materiale

In genere, il collegamento fra tubazioni per acquedotto di diverso materiale avviene a mezzo flange opportunamente predisposte, oppure a mezzo di raccordi di PVC o PVC e metallo con una derivazione filettata e l'altra per incollaggio.

Nel giunto di PVC confezionato con bicchiere con guarnizione elastomerica non può essere inserito un normale tubo di acciaio perché di diverse dimensioni. Ne consegue che per la costruzione di tronchetti adatti bisogna utilizzare tubi calibrati di acciaio senza saldatura (tubi di precisione) di cui alla norma [UNI EN 10220](#), oppure calibrare opportunamente al tornio tubi di acciaio senza saldatura di cui alla norma [UNI EN 10220](#), scegliendo in ogni caso i diametri adatti.

Al tronchetto verrà poi saldata una flangia ([UNI EN 1092-1](#)) avente dimensioni opportune, oppure una flangia cieca ([UNI EN 1092-1](#)).

Sarà così possibile "confezionare" un tronchetto di partenza adatto all'unione con saracinesche, idranti, sfiati, T, croci, ecc. a mezzo di flangia e connettere il tutto ai tubi di PVC inserendo il tronchetto nel giunto con guarnizione elastomerica.

Prova idraulica della condotta in PVC per acquedotto

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico, e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi di PVC per acquedotto sarà effettuata su tratte di lunghezza fino a 1000 metri.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili. Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione. Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro. Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20°C. Questa verrà mantenuta per circa 2 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di questa prova si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova idraulica. Questa ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 °C e dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e dovrà rimanere costante per una durata di 2 ore.

Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale rinterro del tronco in esame.

8.3.5 Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

- Pozzetto di linee per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro. L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.
- Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.
- Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

2) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio).

- a) Eliminare le bave nella zona di giunzione;
- b) eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
- c) rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana

media;

- d) completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
- e) mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
- f) applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
- g) spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
- h) asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
- i) attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
- l) effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica).

- a) Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- b) segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- c) inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- d) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- e) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
- f) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

3) Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengerling) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

4) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere

superiore al 5%.

5) Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

Art. 8.4

COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PEAD (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

8.4.1 Norme da osservare

Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

8.4.2 Movimentazione

1) Trasporto

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

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

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

2) Carico e scarico

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

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

3) Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

4) Raccordi ed accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

8.4.3 Posa in opera e rinterro

1) Profondità di posa

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verificano condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

2) Letto di posa

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

3) Posa della tubazione

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

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

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

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

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

4) Rinterro

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;

- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;

- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

8.4.4 Giunzioni e collegamenti

1) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti

modalità.

1.1. *Giunzione per saldatura*

Essa deve essere sempre eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

1.2. *Saldatura per polifusione nel bicchiere*

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (norme [UNI EN 12201-1](#) e [UNI EN 12201-3](#)).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di 250 ± 10 °C.

1.3. *Saldatura testa a testa*

E' usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

1.3.1. *Preparazione delle testate da saldare*

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

1.3.2. *Esecuzione della saldatura*

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cmq).

1.4 *Giunzioni elettrosaldabili*

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEAD nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per

ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

1.5. Giunzione mediante serraggio meccanico

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

- Giunti metallici. Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- Raccordi di materia plastica. Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffiaggio sull'esterno del tubo.

1.6. Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

2) Collegamenti fra tubi in PEAD e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in PEAD in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, amianto cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 1.5) o mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 1.6).

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

8.4.5 Ancoraggi e prova delle condotte in PEAD per acquedotto

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, si procederà alla prova idraulica della condotta.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi in PEAD sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un kgf/cm² al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Prova a 1 ora (preliminare-indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 l per ogni km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

Prova a 12 ore

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore. Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

8.4.6 Pozzetti e prova idraulica delle condotte in PEAD per fognatura

I pozzetti di ispezione possono essere prefabbricati o realizzati in cantiere. In ogni caso si otterranno tagliando a misura un tubo di diametro opportuno e saldandolo su una piastra di PEAD. Le tubazioni (tronchetti) di adduzione verranno saldate al pozzetto.

Infine l'unione delle tubazioni ai vari tronchetti si otterrà mediante saldatura di testa o, se predisposta, mediante flangiatura. Ultimato il collegamento delle tubazioni al pozzetto, lo stesso sarà rivestito da una struttura cementizia. La base d'appoggio in calcestruzzo sarà calcolata opportunamente in funzione della natura del terreno.

Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante, mentre il tubo di PEAD rappresenterà il rivestimento interno. I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) verranno bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti. Tali anelli saranno ricavati da piastre di spessore $s = 20$ mm e saranno saldati d'angolo a gas caldo con sostegni di rinforzo a sezione triangolare, posti alternativamente d'ambo i lati del collare.

La prova della condotta dovrà accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; sarà effettuata sottoponendo a pressione idraulica la condotta stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare - di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza - attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle.

Art. 8.5

GARANZIE E DOCUMENTAZIONE

Garanzia degli impianti

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

Prove dell'impianto

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Appaltatore compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

Documentazione

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo.

CAPITOLO 9

OPERE STRADALI

9.1 Formazione del Corpo Stradale

Tracciamenti

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti come indicato negli elaborati grafici. A suo tempo dovrà pure posizionare, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione dei Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti. Saranno a carico dell'impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Scavi in genere

Gli scavi, i disaggi ed i movimenti di materie in genere occorrenti per la sagomatura delle aree, dei versanti e delle sponde, per la creazione delle piste di transito dei mezzi e per ricavare fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori. Dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i versanti, nel configurare e nel profilare le scarpate.

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

In particolare si prescrive:

a) Scavi - Nella esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque di versante, se occorra, con canali fuggatori, tubazioni provvisori od ogni altro mezzo ritenuto idoneo e necessario dalla Direzione dei Lavori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno rispettare le norme vigenti, la Legge 24 marzo 2012, n. 28 recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale e, se del caso, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; esse dovranno essere portate a discarica o messe a disposizione su aree, site a qualunque distanza dal cantiere, messe a disposizione dall'Amministrazione Appaltante a seconda delle indicazioni della Direzione dei Lavori. Tale indicazione vale per ogni bene demaniale rimosso dall'area di cantiere.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danni ai lavori, od alle proprietà pubbliche o private, nonché al libero transito dei veicoli e dei pedoni né al deflusso delle acque pubbliche o private.

La Direzione lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in

contravvenzione alle precedenti disposizioni.

b) Rinterri. - Per la formazione dei rinterri si impiegheranno, in generale, le materie di risulta dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, purché esse siano state ritenute idonee a giudizio insindacabile della Direzione lavori e comunque dopo aver provveduto alla cernita, separazione e accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei da quelli inidonei, da trasportare e smaltire in discariche autorizzate a qualsiasi distanza ad esclusivo e totale onere dell'Appaltatore.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie di fornitura, scavate da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori; tali cave potranno essere aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla cennata idoneità delle materie da portare in rilevato ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria e forestale. Le dette cave di prestito, da aprire a totale cura e spese dell'Impresa alla quale sarà corrisposto soltanto il prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Impresa, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovrà realizzare la sottostruttura stradale dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, radici, speroni rocciosi e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La terra da trasportare nei rinterri dovrà essere anche essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta a cordoli alti da m 0,2 a 0,5 m adeguatamente costipati con rullo vibrante o con rullo a piedi costipanti.

Successivamente saranno controllate le caratteristiche del terreno costipato mediante prove di densità in situ e di umidità, prove di permeabilità con permeometro a pozzetto o permeometro di Boutwell, oltre ad eventuali prove di carico su piastra. Gli oneri delle prove eseguite saranno totalmente a carico dell'Appaltatore.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rinterri, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dell'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo o delle lavorazioni successive, i rinterri eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Strato di rinforzo - anticapillare

Lo strato di rinforzo-anticapillare del rilevato sarà realizzato mediante le seguenti lavorazioni:

- scavo di sbancamento;
- posizionamento sul fondo dello scavo di un geotessile tessuto in polipropilene nero (trama-ordito);
- riempimento del volume scavato con materiale proveniente da riciclaggio degli scarti delle attività di costruzione e demolizione;

Lo strato di rinforzo-anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm; sarà composto di aggregato da costruzione e demolizione da utilizzare conforme ai seguenti requisiti:

Materiali per corpo dello strato di rinforzo-anticapillare

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Cls, mattoni e laterizi, intonaci, materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	> 70 % in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	< 25% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	< 15% in totale < 5% per ciascuna tipologia
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	< 0,3% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	< 0,6% in massa
Altri materiali (gesso metalli, guaine, gomme, lana di roccia o vetro etc.)		2 mm < d < 50 mm
Granulometria		
Passante setaccio 2 mm	UNI EN 933-1 CNR BU n° 23:1971	< 15%
Passante setaccio 0,075	UNI EN 933-1 CNR BU n° 23:1971	< 3%

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.
----------------------	---	------

I costituenti della frazione trattenuta allo staccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo senza armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti anche nel seguito allo staccio da 63 mm.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Il geotessile sarà costituito da tessuto in bandelle di larghezza costante intrecciate regolarmente tra loro, ottenuto da fibre 100% polipropilene di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), in rotoli di larghezza minima 5,0 m.

Il geotessile dovrà presentare superficie scabra, essere imputrescibile ed atossico, essere resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinante ed isotropo.

Il geotessile dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni degli elaborati grafici su tutta la superficie di fondo dello scavo, con risvolti in verticale per tutto lo spessore di esso (cm 30 su entrambi i lati) e chiusure orizzontali per un minimo di:

- cm 150 su entrambi i lati dello strato di rinforzo per i tratti di variante principale;
- cm 150 su entrambi i lati dello strato di rinforzo per i tratti di collegamento alla viabilità esistente;
- cm 100 su entrambi i lati dello scavo di sbancamento per i tratti della strada di servizio;

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste.

Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati nella successiva Tabella:

Geotessile per strato di rinforzo-anticapillare

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Peso	UNI 5114	g/m ²	330
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N - Ordito	UNI EN ISO 13934-1 - UNI EN 29073-3		75
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N - Trama	UNI EN ISO 13934-1 - UNI EN 29073-3		70
Allungamento, in % - Ordito	UNI EN ISO 13934-1 - UNI EN 29073-3		12
Allungamento, in % - Trama	UNI EN ISO 13934-1 - UNI EN 29073-3		14
Lacerazione, in N	UNI EN ISO 9073-4		0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279-14		8
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279-13		0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95 % in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.			< 100

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma [UNI 8279-1](#).

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione dei Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori. Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

I teli non debbono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale riciclato per uno spessore di almeno 30 cm.

Rilevati

Si definiscono con il termine "rilevati" tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, il piano d'imposta delle pavimentazioni nonché tutte le sistemazioni esterne fino al piano delle quote finite. Le caratteristiche geometriche di tali opere saranno quelle del progetto.

L'uso di materiali diversi da quelli indicati sarà consentito soltanto se espressamente previsti in progetto.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme [UNI EN 13242](#), [UNI EN 13285](#) e [UNI EN ISO 14688-1](#) e il loro utilizzo andrà fatto nel rispetto delle norme vigenti, del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e della Legge 24 marzo 2012, n. 28 recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

Preparazione del Piano di posa del Rilevato

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Posa in opera

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile.

In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), con strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al \$MANUAL\$ %.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore ai seguenti limiti: \$MANUAL\$

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 300 mm (100 mm nell'ultimo metro); questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo o frantumati, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 15/20\%$) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme;

a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto.

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

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterrì in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'Appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Protezione

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla

Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Condizioni climatiche

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

Nella esecuzione di porzioni di rilevati non stradali con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

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

Sottofondi

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico stradale e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione.

Questo strato (strato più superficiale del rilevato o bonifica del fondo naturale di trincea su cui poggia la pavimentazione), detto "strato di sottofondo" deve consentire, inoltre, per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore:

- di conferire al supporto della pavimentazione, in ogni suo punto, una portanza sufficiente a garantire i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la sovrastruttura (omogeneizzazione della portanza);

- di proteggere, in fase di costruzione, gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia e, durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di fino inquinante; quest'ultima funzione può essere assegnata ad uno strato ad hoc (in sabbia) o ad un geotessile non tessuto.

In termini generali, lo spessore totale dello strato di sottofondo (da realizzare, a seconda dei casi, con la stesa ed il costipamento di uno o più strati) dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della sovrastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tenere conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione dello strato (derivanti dalla presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico dei mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

Inoltre, occorre considerare che non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare strati di sottofondo:

- in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di $D=100$ mm;
- nel caso in cui si impieghino materiali non legati, per ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,075 mm minore del 12%) e non plastiche ($IP < 6$).

Fondazioni Stradali in Ghiaia o Pietrisco e Sabbia

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a cm 20.

Se il materiale lo richiede per scarsità di legante, sarà necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile e non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto per più di 5 cm, nei limiti della tolleranza del 10 % in più o meno, purché la differenza si presenti solo saltuariamente.

I materiali impiegati dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti nel presente Capitolato Speciale

ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Massiciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica

Per le strade in terra stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti, si adopererà un'idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo argilla da mm 0,07 sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con dimensione massima di 50 mm; la relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che delimitano il fuso di Talbot.

Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 per dare garanzie che né la sovrastruttura si disgreghi né, quando la superficie sia bagnata, venga incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tale fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 ed un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in base alla portanza anche del sottofondo ed ai carichi che dovranno essere sopportati mediante la prova di punzonamento C.B.R. su campione compattato preventivamente con il metodo Proctor.

Il materiale granulometrico tanto che sia tout-venant di cava o di frantoio, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati il cui scavo debba venir corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un migliore ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla, deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procederà al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante i motogradere ed alla contemporanea stesura sulla superficie stradale. Infine, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatterà lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Controlli nelle Lavorazioni per il Corpo Stradale

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati in terra, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei lavori.

Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei terreni interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare le norme vigenti.

9.2 Formazione di strati in misto granulare

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Dovrà essere utilizzata una miscela di aggregati lapidei di primo impiego eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzione e demolizione (materiali riciclati).

Saranno impiegati elementi lapidei definiti in due categorie:

- aggregato grosso
- aggregato fino

L'aggregato grosso può essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1

§Tabella 1 AGGREGATO GROSSO

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Indicatori di qualità			Strato di fondazione stradale
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Los Angeles	UNI EN 1097-2 CNR 34/73	%	≤ 30
Micro deval Umida	UNI EN 1097-1 CNR 109/85	%	-
Quantità di frantumato	-	%	> 30
Dimensione max	UNI EN 933-1 CNR 23/71	mm	63
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 CNR 80/80	%	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 2

Tabella 2 AGGREGATO FINO

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Passante al crivello UNI n. 5			
Indicatori di qualità			Strato di fondazione stradale
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8 CNR 27/72	%	≥ 40
Indice di Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 3

Tabella 3

Serie crivelli e setacci UNI		Passante %
Crivello	70	100
Crivello	30	70 - 100
Crivello	15	-
Crivello	10	30 - 70
Crivello	5	23 - 55
Setaccio	2	15 - 40
Setaccio	0.4	8 - 25
Setaccio	0.075	2 - 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione superiore a 80 MPa e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 146/92)

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere quello inserito nel calcolo della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 92/83). I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, attestanti il possesso dei requisiti elencati al paragrafo 2.1. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (CNR69/78).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Confezionamento del misto granulare

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di

cantiere che verrà impiegata.

Posa in opera del misto granulare

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi.

Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo stato finito.

9.3 Formazione di strati in misto cementato

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, impastata con legante idraulico cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto.

Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzione e demolizione (materiali riciclati). La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

Caratteristiche dei materiali

Inerti

Saranno impiegati elementi lapidei definiti in due categorie:

- aggregato grosso
- aggregato fino

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1

Tabella 1 - AGGREGATO GROSSO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	UNI EN 1097-2 CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	UNI EN 933-1 CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
-Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 2

Tabella 2 AGGREGATO FINO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8 CNR 27/72	%	≥ 30; ≤ 60
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25
Indice Plastico	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	NP
Contenuto di:			
- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Legante

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma [UNI EN 197-1](#):

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/99 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/99 n. 314.

Acqua

L'acqua dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro ±2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Formazione e confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 3.

Tabella 3

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % - Strade extraurbane secondarie
Crivello	40	100
Crivello	30	-
Crivello	25	65 - 100
Crivello	15	45 - 78
Crivello	10	35 - 68
Setaccio	5	23 - 53

Setaccio	2	14 - 40
Setaccio	0.4	6 - 23
Setaccio	0.18	2 - 15
Setaccio	0.075	-

In particolare le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 4.

Tabella 4

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (Prova Brasiliana)	UNI EN 12390-6 CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali, per l'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso. Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

Confezionamento delle miscele

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Preparazione delle superfici di stesa

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev'essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

Posa in opera delle miscele

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri

giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 da N/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenze raggiunta dal misto.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Controlli nelle lavorazioni per strati in misto cementato

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 5

Tabella 5

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Rif. Tabella 1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Rif. Tabella 2
Acqua	Impianto	Iniziale	Rif. paragrafo 1
Cemento	Impianto	Iniziale	Rif. paragrafo 1
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Curva granulometrica di progetto: contenuto di cemento
Misto cementato fresco (*)	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Resistenza a compressione: resistenza a trazione indiretta
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni m di fascia stesa	Prestazioni previste in progetto
(*) il controllo sul misto cementato fresco può sostituire quello sullo strato finito			

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli delle densità in sito e della portanza.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22.

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto all'articolo "Accettazione delle miscele". La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra), che prove effettuate sullo strato ricoperto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per misure di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa. La resistenza a compressione di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29 e portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 97.

I valori di resistenza, per ciascun tratto omogeneo, dovranno essere conformi a quanto indicato nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per valori di resistenza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

9.4 Caratteristiche dei materiali

Inerti

Saranno impiegati elementi lapidei definiti in due categorie:

- aggregato grosso
- aggregato fino

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1

Tabella 1 - AGGREGATO GROSSO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Los Angeles	UNI EN 1097-2 CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	UNI EN 933-1 CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
-Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 2

Tabella 2 AGGREGATO FINO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8 CNR 27/72	%	≥ 30; ≤ 60
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25
Indice Plastico	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	NP
Contenuto di:			

- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Legante

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma [UNI EN 197-1](#):

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/99 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/99 n. 314.

Acqua

L'acqua dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Formazione e confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 3.

Tabella 3

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % - Strade extraurbane secondarie
Crivello	40	100
Crivello	30	-
Crivello	25	65 - 100
Crivello	15	45 - 78
Crivello	10	35 - 68
Setaccio	5	23 - 53
Setaccio	2	14 - 40
Setaccio	0.4	6 - 23
Setaccio	0.18	2 - 15
Setaccio	0.075	-

In particolare le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 4.

Tabella 4

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (Prova Brasiliana)	UNI EN 12390-6 CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

9.5 Formazione di strati in conglomerato bituminoso a caldo

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità al Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

Strati di base – Binder - Usura

Inerti

Gli aggregati lapidei, di primo impiego, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

Tabella 1 - AGGREGATO GROSSO

Trattenuto al crivello UNI n. 5			Strato pavimentazione		
Indicatori di qualità	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Resistenza alla frammentazione Los Angeles (*)	UNI EN 1097-2 CNR 34/73	%	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Micro Deval Umida (*)	UNI EN 1097-1 CNR 109/85	%	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Quantità di frantumato	-	%	≥ 70	≥ 80	100
Dimensioni max	UNI EN 933-1 CNR 23/71	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1 CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-11 CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.0075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	UNI EN 933-5 CNR 95/84	%		≤ 30	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	UNI EN 1097-8 CNR 140/92	%			≥ 40

(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 2.

Tabella 2 - AGGREGATO FINO

Trattenuto al crivello UNI n. 5			Strato pavimentazione		
Indicatori di qualità	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura

Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8 CNR 27/72	%	≥ 50	≥ 60	≤ 70
Indice di Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.		
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25		
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%		≤ 2	≤ 2
Quantità di frantumato	UNI EN 1097-1 CNR 109/85	%		≤ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42. Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 3.

Tabella 3 - FILLER

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura	
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	
Passante allo 0.18	UNI EN 933-1 CNR 23/71	%	100	
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1 CNR 75/80	%	≥ 80	
Indice di Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-7 CNR 123/88	%	30 - 45	
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1 CNR 122/88	Δ PA	≥ 5	

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante. A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella Tabella 4, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 4 - BITUME

Parametro	Normativa	Unità di misura	tipo 50/70	tipo 80/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426 CNR 24/71	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427 CNR 35/73	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593 CNR43/74	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10$ s ⁻¹	UNI EN 13302-2	Pa • s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Volatilità	UNI EN 12607-1 CNR 54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426 CNR 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427 CNR 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti all'aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nella Tabella 1, Tabella 7 e Tabella 8. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume, vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 5.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

dove

P_t = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,075 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,075 mm;

$d = 0,15$ per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

$d = 0,18$ per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;

$d = 0,20$ per un passante al N. 200 ≤ 6 ;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa•s, la percentuale di rigenerante necessaria.

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Tabella 5 - ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa • s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroerilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8-1,0

Miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 6.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 6.

Tabella 6

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-60	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28-45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6,0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in Tabella 7 e Tabella 8.

Tabella 7 - METODO VOLUMETRICO

Condizioni di prova	Unità di misura	Strato pavimentazione		
		Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	Kpa	600		
Diametro del provino	mm	150		
<i>Risultati richiesti</i>				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2	>2	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			>0,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con DG				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

Tabella 8 - METODO MARSHALL

Condizioni di prova	Unità di misura	Strato pavimentazione		
		Base	Binder	Usura
Costipamento		75 colpi x faccia		
<i>Risultati richiesti</i>				
Stabilità Marshall	KN	8	10	11
Rigidità Marshall	KN/mm	>2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²			> 0,7
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	≤ 25	≤ 25	> 70

(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M

Accettazione del materiale

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare;

ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in $\pm 1,5$. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Confezione delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco. Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 9, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Tabella 9

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	4 ± 2
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	55 ± 2

Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426 CNR 24/71	dmm	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427 CNR 35/73	°C	> 30

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 10, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

Tabella 10

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR 99/84		positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40 ± 2	3 ± 2
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	60 ± 2	65 ± 2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426 CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427 CNR 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per autostrade e strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 11, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Tabella 11

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30 ± 1
Contenuto di bitume + flussante	CNR 100/84	%	70 ± 1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426 CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427 CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella Tabella 10 e nella Tabella 11.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

Posa in opera delle miscele.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Controlli

I controlli si differenziano in funzione del tipo di strada.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

9.6 Tappeto d'usura in conglomerato bituminoso colorato

Descrizione

Un conglomerato bituminoso, confezionato con un legante neutro, permette di ottenere una pavimentazione avente un aspetto naturale ed architettonico, un elevato valore ambientale (strade urbane, zone pedonali, marciapiedi, strade private, piste ciclabili, parcheggi, campi sportivi ecc.), migliorando la sicurezza del traffico in zone a rischio (aree di sosta, incroci, corsie di emergenza, ecc.) e la visibilità della superficie stradale (gallerie, ecc.).

Aggregati

L'aggregato grosso, con dimensioni (frazione > 4mm) deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella:

Prova	Valore	Norma
Coefficiente Los Angeles	≤ 24 %	UNI EN 1097-2 CNR 34/73
Quantità di frantumato	100 %	\

Gli inerti dovranno essere di provenienza o natura petrografia tale da garantire le colorazioni richieste in fase di progetto.

La percentuale delle sabbie derivanti da frantumazione, che costituiscono parte dell'aggregato fino (frazione < 4mm), viene di volta in volta stabilita dalla Direzione dei Lavori. Non deve comunque essere inferiore al 70%. La restante parte è costituita da sabbie naturali di fiume.

Prova	Valore	Norma
Equivalenti in sabbia	≥ 65 %	UNI EN 933-8 CNR 27/72

Additivo minerale

Qualora l'additivo minerale, proveniente dagli aggregati utilizzati per comporre la miscela di aggregati, dovrà essere integrato con dell'additivo derivante dalla macinazione di rocce e deve essere preferibilmente costituito da cemento o carbonato di calcio. L'additivo di integrazione dovrà soddisfare le seguenti specifiche.

Prova	Valore	Norma
Potere rigidificante - rapporto filler/bitume	1,2 ÷ 1,8	CNR 122/88
Passante in peso per via umida:		
Setaccio UNI 0.4 mm	100 %	UNI EN 933-1 CNR 75/80*
Setaccio UNI 0.18 mm	100 %	UNI EN 933-1 CNR 75/80*
Setaccio UNI 0.075 mm	85 %	UNI EN 933-1 CNR 75/80*

Legante

Come legante, dovrà essere utilizzato un Legante Neutro. La quantità di legante sul peso totale degli inerti, dovrà essere compreso tra il 5% ÷ 6 % ± 0,25, in relazione alla curva granulometrica utilizzata.

Il legante è composto da due fasi, una solida ed una liquida. La fase solida va aggiunta per prima e richiede almeno 20 sec. di miscelazione con gli inerti caldi, dopodiché si aggiunge la fase liquida e si lascia miscelare per non meno di 20 sec.

Prova	Valore	Norma
Specifiche tecniche	Standard	Valori
Penetrazione a 25 °C	ASTM D 5	55 - 75
Punto di rammollimento °C	ASTM D 36	55 - 65
Punto di rottura (Fraass) °C	UNI EN 12593	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa)	UNI EN 13302	0,20 - 0,60

Miscela

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare salvo differente richiesta della Direzioni dei Lavori, una composizione granulometrica compresa all'interno dei due fusi di riferimento indicati nella seguente tabella:

STRATO DI USURA LEGANTE NEUTRO	
<i>Serie crivelli e setacci UNI</i>	<i>% Passante</i>
Setaccio 15	100
Setaccio 10	70 - 90
Setaccio 5	40 - 60
Setaccio 2	25 - 38
Setaccio 0.4	10 - 20
Setaccio 0.18	8 - 15
Setaccio 0.075	6 - 10

Il conglomerato confezionato dovrà garantire i seguenti requisiti:

Prova	Valore	Norma
Stabilità Marshall	≥ 900 daN	UNI EN 12697-34 CNR 30/73
Stabilità Marshall Stabilità/Scorrimento	≥ 300 daN/mm	UNI EN 12697-34 CNR 30/73
Scorrimento Marshall	2mm. ÷ 5 mm	UNI EN 12697-34 CNR 30/73
Vuoti residui	3% ÷ 6 %	UNI EN 12697-8 CNR 39/73
Stabilità Marshall dopo 7 gg. di immersione in acqua	≥ 75%*	UNI EN 12697-34 CNR 149/92

* il valore deve essere inteso rispetto la prova Marshall tradizionale

Confezionamento dei conglomerati bituminosi

Devono essere utilizzati impianti fissi, automatizzati e di tipo discontinuo, approvati dalla Direzione dei Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. L'Appaltatore dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato di tutti i materiali necessari.

La temperatura di stoccaggio degli aggregati lapidei al momento della miscelazione deve essere garantita (compresa tra i 130°C e i 150°C). Dopo che è avvenuto lo scarico degli aggregati nel mescolatore, dovrà essere aggiunto il legante neutro.

L'immissione del legante neutro deve avvenire mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, in modo tale da garantire con precisione la quantità prevista, anche in presenza di variazioni della quantità della miscela prodotta. Qualora non fosse possibile disporre l'impianto di un sistema automatizzato, sarà possibile aggiungere il legante manualmente attraverso lo sportello del mescolatore all'impianto, solo dopo approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

La produzione del conglomerato bituminoso neutro dovrà avvenire rispettando lo schema seguente:

1. scarico degli inerti nel mescolatore,
2. aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro (fase solida),
3. lasciare mescolare per non meno di 20",
4. aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro (fase liquida),
5. lasciare mescolare per non meno di 20",
6. scaricare il conglomerato.

Risulta molto importante, prima di iniziare la produzione del conglomerato neutro, pulire al meglio il mescolatore ed il silos di stoccaggio dalle tracce di bitume nero che potrebbero in qualche modo inquinare il colore neutro finale del conglomerato. Tale pulizia può essere eseguita effettuando alcune mescole

utilizzando esclusivamente gli inerti caldi senza l'aggiunta di nessun tipo di legante, sino a quando gli inerti che escono dal mescolatore risultano perfettamente puliti.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

9.7 Trattamenti superficiali

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

Trattamento con emulsione a freddo

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi kg 2 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, si da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m^2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m^3 1,20 per 100 m^2 , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà della Stazione Appaltante.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

Trattamento a caldo con bitume liquido

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C. Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso Laboratori Ufficiali.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Preparata la tratta da sottoporre a trattamento sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m² previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

CAPITOLO 10

OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

Art. 10.1

Impasti di Conglomerato Cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nel DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m..

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività (norme UNI 9527).

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206-1.

Art. 10.2

Controlli sul Conglomerato Cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto nel DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m.i.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M..

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari (vedere paragrafi 4, 5 e 6 dell'allegato 2).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 3 del succitato allegato 2.

Art. 10.3

Norme di Esecuzione per il Cemento Armato Normale

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche del DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative.

In particolare:

- a) gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele;

- b) le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;

- manicotto filettato;
 - sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
- c) le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto nel DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 e relative circolari esplicative . Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo;
- d) la superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).
Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.
Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto;
- e) il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direzione dei Lavori.

Art. 10.4

Norme di Esecuzione per il Cemento Armato Precompresso

Nella esecuzione delle opere di cemento armato precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute nelle attuali norme tecniche DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 e relative circolari esplicative e art. 20 comma 2 della legge 28-02-2008 n.31 e s.m.i

In particolare:

- il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratorì esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi;
- le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo;
- nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.;
- si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino all'ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due lati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi-allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito;
- per le operazioni di tiro, ci si atterrà a quanto previsto nel succitato D.M.;
- l'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

Art. 10.5

Responsabilità per le Opere in Calcestruzzo Armato e Calcestruzzo Armato Precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008 (G.U. 4-2-2008, n. 29 - suppl. Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni) relative circolari esplicative e s.m.i. Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli

verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 10.6

IMPERMEABILIZZAZIONE DEI DISTANZIATORI

Nella costruzione di opere e strutture impermeabili in calcestruzzo, ove è previsto l'impiego di casseri collegati con distanziatori a lama e/o con distanziatori tubolari in PVC, il presidio ermetico, impermeabilizzante dei distanziatori stessi, dovrà essere assicurato mediante l'istallazione preliminare di guarnizioni in gomma idroespansiva o sistema di equivalenti prestazioni.

CAPITOLO 11

STABILIZZAZIONE A CALCE

Art. 11.1

Caratteristiche del trattamento

Realizzazione di trattamento a calce per uno strato di almeno 1.2m in corrispondenza dei 2/3 della fondazione dell'argine in terre rinforzate, e percentuale in peso del legante compreso tra il 3% e il 5% del terreno trattato.

IL trattamento a calce, combinato con trattamento colonnare, ha lo scopo di migliorare la portanza dei terreni, ridurre i cedimenti e il fenomeno del punzonamento sulle geogriglie di base del rilevato.

Il processo di stabilizzazione consiste nel mescolare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica.

Con riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006, si prestano, al trattamento con calce le terre fini plastiche, argille limose dei gruppi A6 A7 non eccessivamente plastiche.

In ogni caso la terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni, tali da impedire l'azione dei mezzi di miscelazione.

L'attitudine al trattamento dei terreni, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da appositi studi preliminari di laboratorio attraverso i quali sono determinati anche i dosaggi di legante da adoperare ed il campo dei tenori in acqua da osservare nel costipamento delle miscele. Verrà eseguito campo prova preliminare.

Per quanto riguarda la documentazione geologico-geotecnica, la caratterizzazione dei suoli ecc. si rimanda agli elaborati presentati per il progetto definitivo ed integrazioni richieste dalla conferenza dei Servizi nonché documentazione del progetto esecutivo del Primo Lotto e monitoraggi esistenti.

Art. 11.2

Modalità d'esecuzione dei lavori

I processi di fabbricazione delle miscele debbono avvenire nei luoghi di estrazione. Il trattamento nei luoghi d'impiego non comporta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani d'appoggio dei rilevati) bisogna comunque curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

Il trattamento prevede, in genere, le seguenti fasi operative:

- Scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (generalmente non superiore a 30cm.);
- Frantumazione delle zolle con opportune frese (pulvimixer) per rendere la superficie sufficientemente regolare prima dello spandimento della calce;
- Eventuale apporto d'acqua, se è necessario aumentare l'umidità della terra;
- Spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si deve impedire a qualsiasi mezzo, eccetto che a quelli adibiti alla miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato completamente miscelato; inoltre le spanditrici devono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità d'avanzamento. Il quantitativo di calce necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 3% in peso rispetto alla massa di terra da trattare.
- Miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer) che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato. Il numero di passate dipende dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento

della terra, sino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle a 50 mm per le bonifiche dei piani d'appoggio dei rilevati di 40 mm per gli strati di rilevato e di 30 per quelli di sottofondo. Il materiale tratto deve essere compattato evitando attese che, se prolungate, portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele. Di conseguenza è vietato all'impresa di porre in essere nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate debbono essere allontanate. Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici. Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il raggiungimento della compattazione richiesta sarà valutata dalla direzione lavori nel corso dei lavori. Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata devono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua dei terreni naturali e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura scende sotto i 2°C.

Art. 11.3 **Controlli sul trattamento realizzato**

In corso d'opera il *controllo del dosaggio* in calce è effettuato valutando la quantità in peso di legante raccolta in contenitori di superficie nota, disposti sull'area da trattare e va effettuata con misurazioni ogni ca mq. 2000.

La bontà della miscelazione e la dimensione massima delle zolle è valutata mediante setacciatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata mediante l'esame della colorazione delle miscele e, eventualmente, mediante misure di Ph su campioni a diversa profondità con una media di ca uno ogni 4000 mq. L'ubicazione dei prelievi e delle prove è a scelta insindacabile della direzione dei lavori.

Sugli strati finiti sono effettuate *prove con piastra, almeno quattro*, per valutare il modulo di deformazione e vanno valutati tenendo conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele.

Occorrerà installare un piccolo laboratorio di cantiere per controllare l'idoneo avanzamento della corretta compattazione dei terreni durante la realizzazione dell' argine di valle.

CAPITOLO 12

TRATTAMENTI COLONNARI

Art. 12.1

Caratteristiche del trattamento

Il trattamento colonnare, Jet grouting, è costituito da colonne $\varphi=100$ cm disposte a quinconce e ad interasse di 4m sui 2/3 della fondazione del rilevato (si vedano tavole di progetto).

I valori di resistenza richiesti per ciascuna colonna sono di 7MPa con modulo di elasticità di 25.000 Kg/cm². La lunghezza delle colonne è variabile, funzione della profondità della formazione, con almeno 2 m ammortati nella formazione.

Art. 12.2

Metodologie operative ed attrezzature

La tecnologia "jet grouting" consiste nell' iniettare attraverso perforazioni di piccolo diametro, da 7 a 10cm, volumi controllati di miscela cementizia in volumi controllati di terreno.

Esistono tre metodologie differenti, la scelta delle quali è determinata dal tipo di terreno da trattare e definita a seguito del campo prove, si ritiene comunque il sistema monofluido compatibile con le richieste del progetto.

In sintesi:

- 1) Iniezione di sola miscela (sistema monofluido)

La disgregazione del terreno avviene attraverso l'azione della miscela cementizia che ha anche funzione di stabilizzazione.

- 2) Iniezione di aria e miscela (sistema bifluido)

L'azione disgregante è affidata al getto di miscela ad altissima pressione, ma questo è guidato da un anulo d'aria compressa a circa 8-12 bar che ne limita la dispersione aumentandone il potere penetrante.

- 3) Iniezione d'aria, acqua e miscela (sistema trifluido)

L'azione disgregante è demandata ad un getto d'acqua (a circa 400 bar) a guida d'aria (a circa 5 bar) che realizza un processo di rottura e scavamento del terreno completamente indipendente da quello d'iniezione. Il getto successivo di miscela, che avviene con pressioni dell'ordine dei 50 bar, sostituisce il terreno scavato con miscela stabilizzante.

Per quanto riguarda le attrezzature necessarie per la realizzazione di un trattamento jet grouting si evidenziano:

- I) Silos di cemento;
- II) Apparecchiatura di dosaggio e mescolamento;
- III) Pompa ad alta pressione da 400 a 500 CV di potenza;
- IV) Pannello di comando e controllo automatico;
- V) Sonda per l'esecuzione del trattamento;

La sonda è dotata di una batteria d'aste cave con giunto di tenuta ad alta pressione. È connessa inferiormente alla valvola di iniezione ed all'attrezzo di perforazione, di solito tricono.

Nel sistema monofluido. L'asta superiore è connessa, attraverso la testata di adduzione ed un tubo flessibile, alla pompa pneumatica ad alta pressione. Aste da 60,76 e 90 mm di diametro esterno sono le misure standard.

Nel caso di sistemi bi-fluido e tri-fluido l'attrezzatura è munita di una testa di adduzione che assicura il flusso separato di miscela/aria e di miscela/aria/acqua, spinti ciascuno dal proprio apparato di pompe e compressori.

Le aste usate nella metodologia bi-fluido (da 76 a 90mm di diametro esterno) hanno due vie coassiali che permettono il flusso separato di aria e miscela. Il sistema tri-fluido richiede invece aste a tre vie per permettere. All'aria all'acqua ed alla miscela di fluire separatamente.

Sopra alla testa di perforazione si trova la speciale valvola d'iniezione ad alta pressione, costituita da un cilindro d'acciaio, di circa 40 cm di lunghezza, dello stesso diametro delle aste, sulla cui parete laterale sono praticati uno o più fori per l'alloggiamento degli ugelli. All'interno è munita, alla base, di una strozzatura centrale di circa 2 cm di diametro, situata al di sotto dei fori per gli ugelli. Durante la perforazione il fluido di perforazione, passando attraverso la strozzatura, raggiunge lo scalpello. Per disporre la valvola con assetto idoneo all'iniezione ad alta pressione è sufficiente lasciare cadere all'interno delle aste una sfera d'acciaio di dimensioni leggermente superiori a quelle della

strozzatura della valvola. Impedendo così l'uscita della miscela dal fondo fa sì che vengano alimentati gli ugelli laterali.

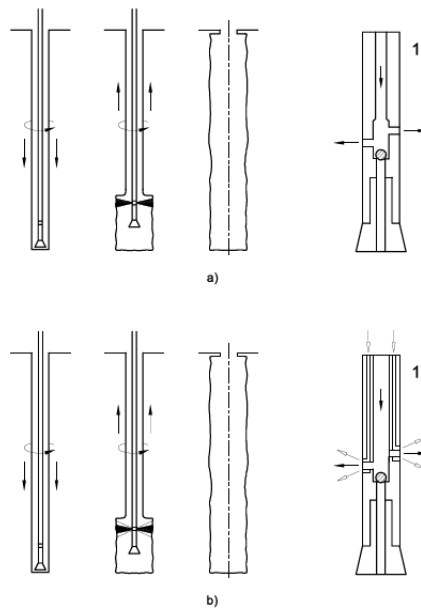
Nei sistemi bi e tri-fluido la valvola di iniezione è equipaggiata con più vie per alimentare gli ugelli con diversi fluidi. Si impiegano normalmente da uno a quattro ugelli, con diametri che vanno da 1.5 a 3.0 mm, generalmente sfalsati 1.0-2.0 cm l'uno dall'altro. Vengono usati ugelli di diametro anche maggiore.

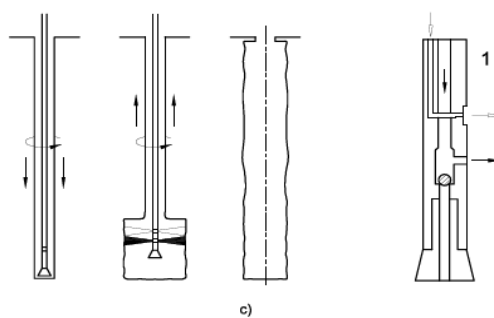
Il foro si esegue a rotazione o a rotopercolazione, il primo è preferibile nei terreni a granulometria media-fine. La perforazione del terreno viene eseguita con la stessa sonda usata per l'iniezione ad alta pressione. Un'organo di trasmissione trasmette la rotazione alle aste durante la fase di perforazione e la successiva fase di estrazione. Per eseguire l'iniezione, all'inizio della fase di estrazione viene azionata la pompa e la miscela viene spinta ad altissima pressione (45-60 MPA), tramite il tubo flessibile, nelle aste e quindi eiettata radialmente nel terreno, attraverso gli ugelli. Mentre la batteria di aste viene gradualmente estratta, il fluido può essere proiettato nel terreno con altissima energia (investe il terreno con un getto avente velocità di oltre 800Km/h).

Scheda tratta da UNI EN 12716:2003 – ESECUZIONE DI LAVORI GEOTECNICI SPECIALI – GETTI PER INIEZIONE (JET- GROUTING)

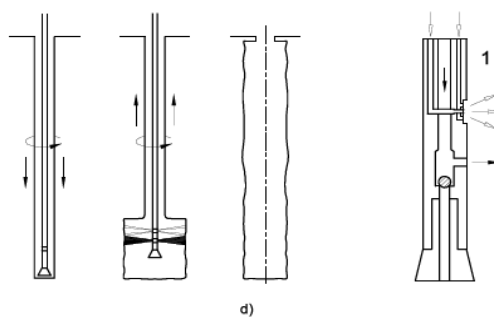
figura 3 Schemi di sistemi per l'esecuzione del jet grouting

- Legenda
 1 Monitor
 a) Sistema monofluido
 b) Sistema bifluido (aria)
 c) Sistema bifluido (acqua)
 d) Sistema trifluido





c)



d)

PARAMETRI OPERATIVI-VALORI TIPICI DESUNTI DALLE METODOLOGIE REALIZZATIVE PIÙ COMUNI							
SISTEMA	FLUIDO	PRESSIONE (bar)	UGELLI Nr. e Diametro	VELOCITA' ESTRAZIONE Ve (cm/min)	VELOCITA' ROTAZIONE	RAPPORTO C/A	PORTATA (l/min)
Monofluido	Boiaccia	400-550	1-2x2-5	15-100	5-15	1.0-1.5	70-600
Bifluido	Boiaccia	400-550	4-2x2-5	10-30	4-8	1.0-1.5	70-600
	Aria	10-12	=	10-30	=	=	4000-10.000
Trifluido	Boiaccia	50-100	1-2x4-5	6-15	4-8	1.2-1.5	80-200
	Aria	10-12	=	6-15	=	=	4000-10.000
	Acqua	400-500	1-2x2-3	6-15	=	=	40-100

Si evidenzia che per ottenere valori di resistenza tra i 2 e 14 MPa in terreni fini si deve generalmente ricorrere a dosaggi cemento/acqua elevati (almeno 1.2-1.3).

I risultati del trattamento non sono compromessi dalla presenza di falda in regime idrostatico.

Art. 12.3 Campo prova

Per quanto riguarda la documentazione geologico-geotecnica, la caratterizzazione dei suoli ecc. si rimanda agli elaborati presentati per il progetto definitivo ed integrazioni richieste dalla conferenza dei Servizi nonché documentazione del progetto esecutivo del Primo Lotto e monitoraggi esistenti.

I parametri operativi principali per i trattamenti tipo jet grouting sono:

- pressione d'iniezione;
- numero e diametro degli ugelli;
- rapporto acqua/cemento della boiaccia d'iniezione;
- tempo d'insistenza del getto;

Questi verranno individuati attraverso prove eseguite in situ al fine di garantire la realizzazione delle colonne del diametro indicato e i valori di resistenza richiesti. Il numero di tali prove sarà concordato con la direzione lavori e comunque *non inferiore a otto*, due ogni novanta metri di sviluppo longitudinale del rilevato. L'ubicazione delle prove è a scelta insindacabile della direzione dei lavori.

Il campo prova costituisce il principale strumento conoscitivo per la scelta della miscela e dei parametri operativi, non essendo a disposizioni a tutt'oggi un approccio teorico soddisfacente.

A prove ultimate sulle colonne saranno eseguiti:

- 1) Esame diretto delle colonne, previa scopertura delle stesse, per verificarne visivamente il diametro e la continuità strutturale.

2) Prove distruttive su carote di terreno consolidato, prelevate sia verticalmente che trasversalmente, onde valutare, con prove in laboratorio le resistenze meccaniche ottenute.
Il numero delle prove è a scelta insindacabile della direzione dei lavori.

Art. 12.4 **Controlli sul trattamento realizzato**

E' importante disporre di un efficace sistema di controllo sugli interventi di consolidamento. Per dettagli si riporta al capitolo 9 "Supervisione, Prove e Monitoraggio" della norma UNI EN 12716:2003 – ESECUZIONE DI LAVORI GEOTECNICI SPECIALI – GETTI PER IGNEZIONE (JET- GROUTING)

Si distinguono controlli durante il trattamento e controlli dopo il trattamento.

1) Controlli durante il trattamento

Controllo dell'affidabilità e inalterabilità delle principali componenti meccaniche ed elettriche che presiedono al controllo ed alla registrazione continua dei parametri operativi:

- rapporto acqua/cemento della boiacca d' iniezione;
- velocità di estrazione e di rotazione delle aste;
- verifica della corretta direzione delle perforazioni;
- controllo di eventuali movimenti in superficie del terreno circostante;
- indagare il materiale rifluito durante l'iniezione (attraverso la valutazione qualitativa e quantitativa sul materiale di rifluito è infatti possibile stimare fin dalla fase esecutiva le caratteristiche finali del trattamento);

2) Controlli dopo il trattamento:

- prove di carico. Il numero di tali prove sarà concordato con la direzione lavori e *comunque non inferiore a dieci*;
- prove di carotaggio sonico per verificare il miglior manto delle caratteristiche meccaniche e la continuità. Il numero di tali prove sarà concordato con la direzione lavori e *comunque non inferiore a sei*;

9.4.1.6 Il metodo di carotaggio, l'attrezzatura utilizzata e le dimensioni delle carote devono essere tali da garantire l'ottenimento di campioni rappresentativi. *Sono necessarie precauzioni speciali in caso di carotaggio di elementi di jet grouting realizzati in terreni argillosi/limosi o in terreni eterogenei (contenenti per esempio ciottoli) o se il materiale consolidato ha una resistenza bassa (norma UNI EN 12716:2003).*

Si riporta estratto della norma UNI EN 12716:2003 – ESECUZIONE DI LAVORI GEOTECNICI SPECIALI – GETTI PER IGNEZIONE (JET- GROUTING)

10 DOCUMENTI DI ESECUZIONE

10.1 Documenti disponibili in cantiere

10.1.1 I documenti seguenti devono essere disponibili in cantiere prima degli interventi di jet grouting principali:

- specifiche tecniche;
- disegni esecutivi;
- definizione del metodo, se richiesta (vedere 8.1.5);
- un rapporto geotecnico che descriva le condizioni del sottosuolo;
- specifica tecnica dell'impianto per jet grouting;
- una descrizione delle caratteristiche dei materiali;
- un rapporto sulle prove preliminari, quando effettuate.

10.1.2 I disegni esecutivi dei trattamenti di jet grouting devono contenere le informazioni seguenti:

- il profilo del terreno;
- la forma degli elementi;
- il numero degli elementi, e un chiaro numero di riferimento per ognuno;
- la posizione e l'orientamento di ogni elemento, e le tolleranze di posizione;
- la posizione di possibili ostruzioni sotterranee, servizi e drenaggi;
- la sequenza esecutiva, quando pertinente.

10.2 Documenti da produrre in cantiere

10.2.1 Si devono compilare registrazioni dell'esecuzione dei trattamenti di jet grouting per riferimento futuro.

Per ogni elemento queste devono comprendere:

- i parametri di trattamento;

- osservazioni sul materiale rifluito;
- caratteristiche impreviste;
- data e ora di esecuzione.

Nota Esempi di registrazioni in cantiere sono forniti nell'appendice D.

10.2.2 Quando sono state effettuate prove preliminari in loco, si deve preparare un rapporto dettagliato che includa tutti i risultati ottenuti con riferimento alle condizioni del terreno prevalenti e alle dimensioni degli elementi di jet grouting da costruire.

10.2.3 Il piano esecutivo dei trattamenti di jet grouting e tutte le registrazioni devono essere conservati dopo il completamento dei lavori.

11 REQUISITI SPECIALI

11.1 Conformità alle norme nazionali

L'esecuzione dei trattamenti di jet grouting deve essere conforme a tutte le norme nazionali, alle specifiche o ai requisiti obbligatori relativi a:

- sicurezza del cantiere;
- sicurezza dei procedimenti operativi;
- sicurezza operativa di perforazione e di iniezione, attrezzature e strumenti ausiliari;
- protezione ambientale.

11.2 Sicurezza del cantiere

11.2.1 Si devono adottare misure appropriate per proteggere la salute e la sicurezza dei lavoratori e di altre persone presenti in cantiere o nelle sue vicinanze.

11.2.2 Si deve rispettare la legislazione dei Paesi europei; i pericoli per la salute e la sicurezza associati al jet grouting devono essere valutati in relazione alle condizioni specifiche del cantiere.

11.3 Protezione dell'ambiente

11.3.1 Si devono adottare misure per limitare o evitare effetti negativi sull'ambiente.

Nota Si richiama l'attenzione sulle norme nazionali e sui requisiti obbligatori concernenti la protezione ambientale.

11.3.2 Si devono considerare i rischi per l'ambiente seguenti:

- movimenti indotti nel terreno o in strutture adiacenti;
- inquinamento dell'acqua superficiale e dell'acqua di falda;
- variazioni inaccettabili nel flusso naturale dell'acqua di falda;
- inquinamento dell'aria;
- rumore.

11.3.3 I metodi per la gestione del materiale rifluito, inclusi:

- raccolta in corrispondenza della superficie del foro;
- stoccaggio temporaneo in cantiere;
- possibile trattamento;
- smaltimento finale, devono essere tali da minimizzare gli effetti negativi sull'ambiente.

APPENDICE B INTERVALLI DEI PARAMETRI DI TRATTAMENTO

(informativa)

I parametri di trattamento solitamente adottati per i diversi sistemi sono compresi all'interno degli intervalli seguenti:

Parametri di trattamento	Mono fluido	Bifluido (aria)	Bifluido (acqua)	Trifluido
Pressione malta (MPa)	da 30 a 50	da 30 a 50	>2	>2
Portata malta (l/min)	da 50 a 450	da 50 a 450	da 50 a 200	da 50 a 200
Pressione acqua (MPa)	N/A	N/A	da 30 a 60	da 30 a 60
Portata acqua (l/min)	N/A	N/A	da 50 a 150	da 50 a 150
Pressione aria (MPa)	N/A	da 0,2 a 1,7	N/A	da 0,2 a 1,7
Portata aria (m ³ /min)	N/A	da 3 a 12	N/A	da 3 a 12
N/A	Non applicabile.			

L'effetto disgregante è ottenuto mediante l'alta velocità del getto, dipendente principalmente dalla pressione del fluido utilizzato per la disgregazione: malta in sistemi monofluido e bifluido (aria), acqua in sistemi bifluido (acqua) e trifluido.

Per i sistemi monofluido e bifluido (aria), la pressione della malta è solitamente compresa tra 30 MPa e 50 MPa, come definito nel prospetto precedente. Sono stati adottati anche limiti più bassi fino a 10 MPa in casi particolari, come per esempio colonne di jet grouting dal diametro ridotto in terreni molto sciolti.

Nota I più recenti sviluppi nell'attrezzatura di pompaggio consentono pressioni del fluido disgregante fino a 70 MPa o portate fino a 650 l/min.

CAPITOLO 13

GEOMEMBRANE IN HDPE

Art. 13.1

Specifiche geomembrane in HDPE

La commissione europea, in ottemperanza a quanto sancito dalla direttiva europea sui prodotti da costruzione (CPD) 89/106/CEE (recepito in Italia con d.p.r. 246 del 21 aprile 1993 ed il successivo d.p.r. 499 del 10 dicembre 1997) ha emesso il mandato m/107:1996 allo scopo di individuare le caratteristiche che i prodotti geotessili devono poter dichiarare, in funzione degli utilizzi per cui e' previsto il loro impiego.

Norme armonizzate relative ai geosintetici con funzione barriera:

UNI EN 13493:2005 geosintetici con funzione barriera - caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi.

Norme di supporto relative ai metodi di prova per le caratteristiche previste dal mandato m/107 sono:

Resistenza a trazione	UNI EN ISO 527
Resistenza a punzonamento statico	UNI EN ISO 12236
Tenuta a liquidi	PrEN 14150
Tenuta ai gas	ASTM 1434
Resistenza agli agenti atmosferici	UNI EN 1224
Resistenza ad ossidazione	PrEN 14575
Fessurazioni da sollecitazioni ambientali	ASTM 5394

PrEN Progetto Norma Europea
ISO Norma Internazionale
UNI Norma italiana
ASTM Norma Nord Americana (USA)

Inoltre:

UNI EN ISO 10318:2005 termini e definizioni

Si riporta estratto della norma UNI 8898/6 MEMBRANE POLIMERICHE PER OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE – MEMBRANE PLASTOMETRICHE RIGIDE – CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTAZIONE.

La norma stabilisce le proprietà caratteristiche, i metodi di prova, i limiti di accettazione ed il relativo grado di significatività per membrane di materiale plastomerico rigido prodotto con polietilene a media ed alta densità

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma stabilisce le proprietà caratteristiche, i metodi di prova, i limiti di accettazione ed il relativo grado di significatività per membrane con *entrambe le facce lisce* e con spessore minimo di 2 mm (come prescritto nella UNI 8898-1) costituite da materiale plastomerico rigido prodotto con polietilene a media ed alta densità, intendendo per rigido un materiale con carico di snervamento maggiore o uguale a 15 MPa, secondo la

UNI 8202-8.

Nota Per il significato dei simboli "x", "o" e "-" vale quanto segue:

x si riferisce a prove caratterizzanti il prodotto e comunque fondamentali;

o si riferisce a prove non caratterizzanti il prodotto, ma che possono fornire utili informazioni sul comportamento delle membrane;

Caratteristica		Metodo di prova secondo	Unità di misura	Classe della membrana secondo la UNI 8898-1						Limite di accettazione
				A	B	C	D	E	F	
				Significatività della prova						
3.1	Caratteristiche dimensionali, fisiche e chimiche 1)									
3.1.2	Lunghezza	UNI 8202-3	m	x	x	x	x	x	x	Valori non minori di quelli dichiarati
3.1.3	Larghezza	UNI8202-4	m	x	x	x	x	x	x	Valori non minori di quelli dichiarati
3.1.4	Spessore	UNI 8202-6	mm	x	x	x	x	x	x	Valori medi con tolleranza di $\pm 10\%$ sul valore dichiarato; è ammesso un valore singolo con tolleranza $\pm 15\%$ sul valore dichiarato
3.1.5	Massa volumica	UNI 7092 metodo A	g/cm ³	x	x	x	x	x	x	Valori compresi tra 0,940 e 0,960 con tolleranza di $\pm 1\%$ sul valore dichiarato
3.1.6	Composizione	ISO 10358	%	x	x	x	x	x	x	Percentuale di polimero $\geq 97\%$ Percentuale di nero di carbonio $\geq 2\%$
3.2	Caratteristiche fisico-meccaniche									
3.2.1	Caratteristiche alla trazione ²⁾ Carico di snervamento (CS) Carico di rottura (CR) MPa Allungamento a snervamento Allungamento a rottura (AR)	UNI 8202-8 Provino sagomato con asse rettilineo	MPa MPa % %	x	x	x	x	x	x	≥ 15 ≥ 26 ≥ 9 ≥ 700
3.2.2	Resistenza alla lacerazione ²⁾	UNI 8202-9 Metodo A Provino con intaglio	N/mm	x	x	x	x	x	x	≥ 130
3.2.3	Resistenza al punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	x	x	x	x	x	x	≥ 5 kN
3.2.5	Coefficiente di dilatazione termica lineare	UNI 8202-20	°C-1	0	0	0	0	0	0	$\leq 2,2 \cdot 10^{-4}$
3.3	Resistenza ad azioni di natura prevalentemente termica									
3.3.1	Flessibilità a freddo	UNI 8202-15	°C	0	0	0	0	0	0	≤ -50
3.3.2	Stabilità dimensionale a caldo (variazione massima di dimensione lineare)	UNI 8202-17	%	x	x	x	x	x	x	≤ 2
3.4	Resistenza ad azioni varie									
3.4.2	Comportamento all'acqua (variazione max. di massa)	UNI 8202-22 28 d/ 20 °C	%	x	x	x	x	x	x	$\leq + 0,15$
3.6	Durabilità									
3.6.1	Invecchiamento termico in aria Variazione massima di massa (ΔM) Variazione massima del carico di rottura (ΔCR) Variazione massima dell'allungamento a rottura (ΔAR)	UNI ISO 188 70 d/ 70 °C	% % %	x	x	x	x	x	x	- 0,5 - 15 rispetto al carico di cui in 3.2.2 - 15 rispetto al valore di cui in 3.2.2
3.6.2	Invecchiamento termico in acqua Variazione massima di massa (ΔM) Variazione massima del carico di rottura (ΔCR) Variazione massima dell'allungamento a rottura (ΔAR)	UNI ISO 8313 70 d/ 70 °C	% % %	x	x	x	x	x	x	$\pm 0,5$ - 15 rispetto al carico di cui in 3.2.2 - 15 rispetto al valore di cui in 3.2.2

3.7	Saldature e controllo di qualità dei giunti saldati	UNI 10567		x	x	x	x	x	x
	1) Le caratteristiche dimensionali si riferiscono soltanto ai materiali confezionati in rotoli. 2) Le prove relative alle caratteristiche alla trazione e quelle di resistenza alla lacerazione devono essere eseguite con 5 provini aventi l'asse secondo la direzione della lunghezza delle membrane e 5 provini aventi l'asse secondo la direzione della larghezza. La media dei valori lungo ciascuna delle due								

Altri valori

LARGHEZZA (Prodotta a testa piana) = 7,5 m

SPESSORI E TOLLERANZA MAX = 2,0 – 2,5 mm ± 10%

Art. 13.2

Specifiche geomembrana ruvida in HDPE

DRS = su ambedue le facce

MRS = su una faccia sola

Il foglio ruvido deve essere prodotto spruzzando graniglia di HDPE fuso sul foglio standard e deve mantenere le stesse caratteristiche del foglio base (come da specifiche UNI 8898 Parte 6), in particolare lo spessore del foglio non deve essere ridotto dalla formazione delle superfici ruvide.

La geomembrana dovrà essere prodotta – sia la membrana di base che la graniglia con cui si ottiene l'effetto di aderenza migliorata - con polimero base vergine di polietilene ad alta densità (non sarà ammissibile l'impiego di polimero base in LLDPE) non rigenerato, avere un contenuto minimo di nerofumo del 2% .

La graniglia fusa deve aderire intimamente alla superficie della geomembrana (in pratica non deve staccarsi se raschiata via con una lama d'acciaio):

CARATTERISTICHE:

CARICO DI RASCHIAMENTO > 400 N secondo metodo di prova MPA – DA

Quantità di graniglia spruzzata = 40 gr/m³

Larghezza telo = 7,5 mt.

ANGOLO DI ATTRITO fra geomembrana in HDPE ruvida (da 1.5 – 2.0 – 2.5 mm di spessore) e:

SABBIA = 30°

ARGILLA umid.: 20% = 20°

GEOTESSILI = 26°

Il fornitore deve possedere:

Certificato ISO 9001

Certificato BAM* relativo a telo spruzzato (o istituto accreditato equivalente)

*Il BAM, Istituto federale per la ricerca sui materiali e prove, è un istituto scientifico e tecnico sotto la responsabilità del Ministero Federale dell'Economia e della Tecnologia tedesco.

Posa della geomembrana

Le superfici di posa devono essere preparate in modo da escludere ogni tipo di danneggiamento della geomembrana. Queste devono quindi essere lisce, prive di asperità, rocce, massi, radici nonchè liberate da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la geomembrana stessa. Il piano di posa deve essere realizzato in modo da garantire la necessaria compattazione sia del fondo che delle scarpate.

La posa dovrà essere garantita dall'installatore, anche per quanto concerne il danno da inquinamento ambientale accidentale, con polizza postuma decennale con massimale non inferiore a un milione di Euro.

Sistemi di saldatura

I sistemi di saldatura utilizzabili in grado di fornire tutte le garanzie per una corretta esecuzione del lavoro sono:

- saldature "ad estrusione" (da utilizzarsi esclusivamente per riparazioni, raccordi, pareti verticali etc.);
- saldatura "a doppia pista a cuneo caldo"

La saldatura dei teli dovrà avvenire in conformità alla norma UNI 10567. Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati.

Saldatura ad estrusione : Tali saldature verranno eseguite all' asciutto e a temperatura > +15°C previa molatura delle superfici da saldare. Brevi tratti di saldatura possono essere eseguiti riportando un cordone

dello stesso polimero fuso sopra i lembi da saldare previa presaldatura con aria calda e molatura delle superfici da saldare (prospetto 3).

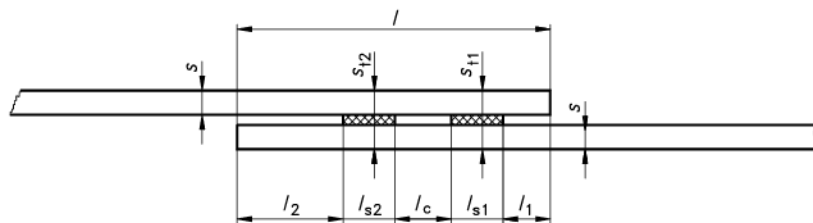
Saldatura a doppia pista a cuneo caldo : Consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. Il giunto deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura non inferiore a 50 mm;
- larghezza del canale di pista non inferiore a 10 mm;
- larghezza di ciascuna pista non inferiore a 15 mm;

Estratto della UNI 10567. Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di scariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati.

6 TIPOLOGIA DEI GIUNTI SALDATI

figura 1 Rappresentazione schematica dei giunti saldati



a) Giunto a doppia saldatura (con canaletta)

prospetto 1 Parametri dimensionali dei giunti a sovrapposizione

	s	s _t	s ₁	s ₂	l	l _s	l _{s1}	l _{s2}	l ₁	l ₂	α	l _c
Giunti a doppia saldatura	≥ 2		≤ 2 s - 0,2 ≥ 2 s - 0,8	≤ 2 s - 0,2 ≥ 2 s - 0,8	≥ 100	≥ 15	≥ 15	≥ 50 ¹⁾	≥ 50			≥ 10

7.3 Modalità esecutive

7.3.1 Pulizia e preparazione superficiale delle membrane

Le porzioni di superficie delle membrane interessate dalla saldatura sono le fasce laterali aventi larghezza maggiore di 50 mm della sovrapposizione totale (l) delle due membrane (vedere figura 1 e prospetto 1).

Esse devono essere asciutte, prive di tracce di polvere, unto e altra sporcizia: la eventuale pulizia deve essere effettuata mediante panno pulito esente da filacce.

Inoltre, poiché lo strato superficiale può presentare alterazioni chimico/fisiche strutturali (ossidazione superficiale), nella saldatura ad estrusione si deve eseguire, sulle fasce laterali, un'operazione di rimozione di tale strato mediante molatura e/o raschiatura.

Anche con gli altri processi di saldatura (ad elemento termico ed a gas caldo) tale operazione deve essere eseguita a meno che la procedura di saldatura certificata (vedere appendice B, B.2.2 e B.6) non ne preveda l'omissione.

In ogni caso, le fasce laterali interessate alla saldatura devono avere superficie piana, liscia ed omogenea, priva di rugosità e/o asperità.

7.3.2 Processi di saldatura

7.3.2.1 Processo ad elemento termico

7.3.2.1.1 Generalità

Con il processo ad elemento termico, impiegato per la realizzazione di giunti a doppia saldatura senza materiale d'apporto, si determina il rammollimento superficiale delle membrane per contatto diretto con l'elemento stesso e si realizza la saldatura delle stesse con l'applicazione contemporanea di una forza sufficiente a produrre la coesione delle superfici.

7.3.2.1.2 Selezione dei parametri di saldatura

I parametri di saldatura sono:

- la temperatura dell'elemento termico;
- la forza di saldatura;
- la velocità di avanzamento.

Tali parametri devono essere scelti in funzione dello spessore e temperatura delle membrane entro i limiti dei valori riportati nel prospetto 2.

prospetto 2 **Parametri di saldatura per processo ad elemento termico**

Temperatura dell'elemento termico (°C)	320° ÷ 380°
Forza di saldatura (N) per mm di larghezza dei rulli	20 ÷ 50
Velocità di avanzamento (m/min)	0,8 ÷ 3

7.3.2.2 Processo ad estrusione

7.3.2.2.1 Generalità

Il processo ad estrusione è impiegato per la realizzazione di giunti a cordone interposto (attrezzatura di tipo meccanizzata) o sovrapposto (attrezzatura di tipo manuale) con l'ausilio di materiale d'apporto.

In entrambi i casi il materiale d'apporto deve essere applicato sotto forma di cordone estruso sulle superfici del giunto rammollite mediante gas caldo.

Immediatamente dopo la deposizione del materiale d'apporto deve essere applicata la forza di saldatura.

7.3.2.2.2 Selezione dei parametri di saldatura

I parametri di saldatura sono:

- la temperatura del gas caldo;
- la portata del gas caldo;
- la temperatura del materiale d'apporto;
- la forza di saldatura;
- la velocità di avanzamento.

Tali parametri devono essere scelti principalmente in funzione dello spessore e temperatura delle membrane e delle caratteristiche reologiche del materiale d'apporto entro i limiti dei valori riportati nel prospetto 3.

prospetto 3 **Parametri di saldatura per processo ad estrusione**

	Attrezzatura meccanizzata	Attrezzatura manuale
Temperatura del gas caldo (°C)	320° ÷ 380°	320° ÷ 400°
Portata del gas caldo (l/min)	600 ÷ 800	200 ÷ 400
Temperatura del materiale d'apporto (°C)	220° ÷ 250°	220° ÷ 250°
Forza di saldatura (N) per mm di larghezza dei rulli	20 ÷ 50	-
Velocità di avanzamento (m/min)	1 ÷ 3,5	0,5 ÷ 1

7.3.3 Giunti di incroci a T e giunti a croce

Nel caso di giunti di incroci a T, realizzati con processo di saldatura ad elemento termico e a gas caldo con attrezzatura di tipo meccanizzato, è necessario effettuare sulla saldatura eseguita un cordone di sigillo mediante processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale.

Non sono permessi giunti a croce.

8 CONTROLLO DI QUALITÀ NELLA REALIZZAZIONE DEI GIUNTI SALDATI

8.1 Controlli preliminari alle operazioni di saldatura

8.1.1 Controllo delle membrane e del materiale d'apporto

Le membrane ed il materiale d'apporto devono essere approvvigionati con dichiarazione di conformità del costruttore secondo quanto precisato in 5, rilasciata dal produttore dei materiali stessi sulla base di controlli e prove documentate.

I controlli e le prove devono essere effettuate sui prodotti forniti o sui prodotti appartenenti al lotto, definito come in 6 della UNI 8898-1, di cui la fornitura costituisce una parte.

In particolare, la saldabilità delle membrane deve essere verificata con prove documentate, con riferimento ai processi di saldatura definiti nella presente norma.

Il committente o l'ente di controllo può prevedere la ripetizione a campione di alcuni controlli e/o prove sui materiali giunti in cantiere; immediatamente prima della messa in opera delle membrane deve essere in ogni caso previsto il loro esame visivo documentato al fine di constatarne il buono stato di conservazione superficiale.

8.1.2 Controllo delle attrezzature di saldatura

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere revisionate, con frequenza almeno annuale, dal produttore delle attrezzature stesse o da un ente specializzato di rilevanza nazionale che ne rilascia certificato.

In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura dei principali parametri di saldatura.

La revisione, la cui documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali.

In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, adottando i parametri di saldatura di cui alle procedure certificate, da sottoporre ad esame visivo, esame dimensionale ed a prova di resistenza a sfogliamento effettuata su almeno due provini.

I criteri di conduzione e di valutazione di tali prove devono essere conformi a quanto previsto in 8.2.2, 8.2.4 e 8.2.5.

Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

8.1.3 Controllo del personale di saldatura

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere certificato secondo quanto previsto in appendice A.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura deve essere verificata la corrispondenza degli estremi della certificazione (designazione della classe di qualifica) a quanto previsto per la realizzazione di giunti saldati di cantiere nonché la validità (scadenza) della certificazione stessa.

In ogni momento il committente e/o l'ente di controllo può richiedere, comunque, l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica delle capacità operative del personale impiegato.

8.1.4 Controllo delle procedure di saldatura

Le procedure di saldatura da utilizzare per la giunzione delle membrane devono essere certificate secondo quanto previsto in appendice B.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura il costruttore deve redigere le procedure di saldatura, contenenti tutti i dati e i parametri necessari, che intende applicare per la realizzazione dei giunti di cantiere; in particolare devono essere specificate le modalità di preparazione superficiale delle membrane che il costruttore intende adottare durante la posa.

Tali procedure devono essere certificate secondo quanto previsto in appendice B; durante i lavori tali procedure devono essere sempre disponibili al saldatore che deve verificare la conformità dei parametri di saldatura impostati.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura deve essere verificata la corrispondenza degli estremi della certificazione (tipo e spessore delle membrane, attrezzatura di saldatura, tipologia del giunto) a quanto previsto per la realizzazione dei giunti saldati in cantiere.

8.2 Controlli delle saldature realizzate

8.2.1 Generalità

Sulle saldature realizzate durante la posa delle membrane devono essere effettuati i seguenti esami e prove:

- esame visivo;
- prova di impermeabilità;
- esame dimensionale;
- prova di resistenza a sfogliamento.

Tali controlli devono essere eseguiti, a cura del costruttore o dell'ente di controllo, da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

L'estensione relativa ad ogni esame o prova nonché i criteri di accettazione sono riportati ai punti successivi.

8.2.2 Esame visivo

L'esame visivo deve essere effettuato su tutta la lunghezza dei giunti saldati; è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della membrana superiore per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate del giunto.

Mediante l'esame visivo deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature ed in particolare devono essere considerati i seguenti aspetti:

- uniformità della saldatura;
- fuoriuscita di materiale d'apporto dal fronte del lembo della membrana superiore (giunto a cordone interposto);
- sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura (giunto a cordone sovrapposto);
- simmetria ed uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura (giunto a cordone sovrapposto);
- superfici lisce e prive di incisioni;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio buchi) nel giunto;
- altri difetti (zone non saldate, ecc.).

In ogni caso non devono essere accettate le seguenti anomalie:

- irregolarità di estensione tale da compromettere l'affidabilità del giunto;
- fuoriuscita di materiale d'apporto dal fronte del lembo della membrana superiore (giunto a cordone interposto) per tratti non limitati e aventi spessore superiore a quello della membrana;
- sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura (giunto a cordone sovrapposto) per tratti non limitati e aventi spessore superiore a quello della membrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio buchi) di profondità superiore al 10% dello spessore del giunto.

8.2.3 Prova di impermeabilità

La prova deve essere effettuata su tutta la lunghezza dei giunti saldati mediante uno dei metodi di seguito riportati, in funzione della tipologia del giunto realizzato:

prospetto 5 Relazione fra tipologia del giunto e metodo di prova

	Prova a pressione	Prova con campana sotto vuoto	Prova ad ultrasuoni	Prova con alto voltaggio
Giunto a doppia saldatura	si	si	no	no
Giunto a cordone interposto	no	si	si	no
Giunto a cordone sovrapposto	no	si	no	si

8.2.3.1 Prova in pressione

Consiste nell'introduzione di aria compressa nella canaletta di prova e nella verifica della tenuta della stessa per una durata minima di 10 minuti.

Il valore della pressione applicata dipende dallo spessore e dalla temperatura delle membrane nonché dalla dimensione della canaletta di prova secondo quanto riportato in figura 2.

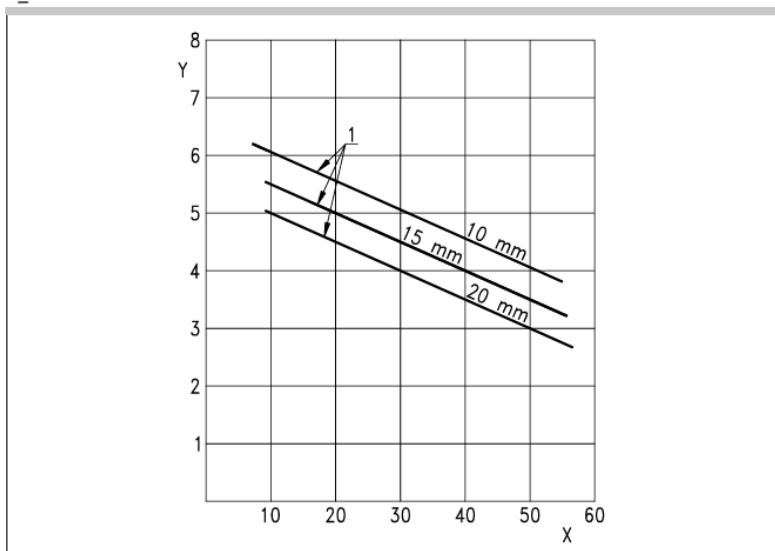
figura 2 Valori della pressione di prova

Legenda

X Temperatura membrane in °C

Y Pressione di prova Pa in bar

1 Dimensione della canaletta



La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto.

Prima dell'esecuzione della prova è necessario verificare la continuità della canaletta per il tratto in esame.

La prova deve essere considerata superata quando l'eventuale caduta di pressione risulta inferiore al 10% del valore imposto.

8.2.3.2 Prova con campana sottovuoto

Consiste nell'imporre in corrispondenza della superficie del giunto una depressione di 0,5 Pa (bar), mediante campana trasparente sotto vuoto, per una durata di 10 s.

Immediatamente prima dell'inizio della prova deve essere applicata sulla superficie del giunto una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle membrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione non inferiore a 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

8.2.3.3 Controllo ultrasonoro

L'equipaggiamento di prova deve comprendere:

- una sonda emittente/ricevente di frequenza adeguata;
- un'unità di base dotata di un visore di tipo analogico o digitale.

Il controllo ultrasonoro deve essere effettuato almeno un'ora dopo l'esecuzione della saldatura e comunque non prima che il giunto sia completamente raffreddato; la taratura del fondo scala deve essere realizzata utilizzando un campione di riferimento a facce piano parallele, dello stesso materiale delle membrane in prova.

La superficie del giunto saldato da esaminare deve essere liscia e priva di asperità per garantire un adeguato accoppiamento fra la sonda e la superficie stessa; tale accoppiamento deve essere ottenuto interponendo tra la sonda e la superficie del giunto acqua, soluzioni saponose o paste speciali in grado di garantire le condizioni di contatto e di trasmissione del segnale.

Il diametro della sonda non deve essere maggiore della larghezza della saldatura e comunque non minore di 10 mm: la velocità di scansione non deve risultare maggiore di 1 m/min circa.

Il controllo deve essere considerato superato se, durante la prova, non si verifica alcun eco intermedio rispetto all'eco di fondo per una larghezza di saldatura esaminata pari ad almeno tre volte lo spessore delle membrane, con un minimo di 10 mm.

8.2.3.4 Prova con alta tensione

Tale prova consiste nell'applicazione di un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alto voltaggio; durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità viene evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi.

La velocità di avanzamento deve essere non maggiore di 10 m/min.

La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

8.2.4 Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 metri di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm.

Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a sfogliamento di cui in 8.2.5.

L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatte le tolleranze di cui nel prospetto 6 in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzeria del cordone stesso ed il lembo della membrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

prospetto 6 Criteri di accettabilità per l'esame dimensionale (dimensioni in millimetri)

	Dimensione	Tolleranza
Giunto a doppia saldatura	s_{t1}	$\leq 2 \cdot s - 0,2; \geq 2 \cdot s - 0,8$
	s_{t2}	$\leq 2 \cdot s - 0,2; \geq 2 \cdot s - 0,8$
	$l_2 \geq 50$	
	$l_{s1} \geq 15$	+3 -0
	$l_{s2} \geq 15$	+3 -0
	$l_c \geq 10$	+0 -6
Giunto a cordone interposto	s_t	$\leq 2 \cdot s + 1; \geq 2 \cdot s + 0,2$
	$l_s \geq 40$	+5 -5
	l_1	$\leq 5 \cdot s_t \geq 0$
	$l_2 \geq 50$	+5 -5
Giunto a cordone sovrapposto	s_t	$\leq 1,75 \cdot (2 \cdot s); \geq 1,25 \cdot (2 \cdot s)$
	$l_s \geq 40$	+5 -5
	$l \geq 80$	+5 -5

8.2.5 Prova di resistenza a sfogliamento

La prova di resistenza a sfogliamento deve essere eseguita utilizzando apposite provette di larghezza non minore di 20 mm, ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura, in numero non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

Nel caso di giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova) entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di resistenza a sfogliamento impiegando due provette prelevate dallo stesso campione. *La prova deve essere condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo che permettono di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi per l'applicazione del carico di sfogliamento e l'asse di saldatura deve essere di almeno 40 mm e il contatto tra ogni afferraggio e le membrane non minore di 10 mm.*

Mediante tale prova, condotta ad una velocità di applicazione del carico di 50 mm/min, devono essere determinate la deformazione e il comportamento a rottura dei provini in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo.

La prova deve essere considerata superata se la rottura si verifica nelle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso la larghezza residua di saldatura deve risultare maggiore del valore (l s) minimo previsto nel prospetto 6;
- in saldatura, purchè sia raggiunta una resistenza a sfogliamento non minore del 75% della resistenza a snervamento ottenuta nel caso di deformazione del materiale base.

La prova deve essere considerata non superata se la rottura si verifica nelle seguenti condizioni:

- distacco completo della saldatura;
 - rottura in materiale base, in prossimità della saldatura o nella saldatura stessa, senza deformazione.
- Per il prelievo dei campioni e delle provette vale quanto riportato in 8.2.4; per l'esecuzione della prova di resistenza a sfogliamento possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale.

9 CONDIZIONI AMBIENTALI

Durante l'esecuzione delle saldature di posa e di riparazione dei giunti le superfici delle membrane in prossimità dei lembi devono essere completamente asciutte; tale prescrizione deve essere osservata per una larghezza non minore di 30 cm misurata dalle estremità delle membrane stesse.

La temperatura (t) delle membrane durante le operazioni di saldatura e/o di riparazione deve essere $t \geq + 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Non è ammesso l'utilizzo di sorgenti termiche (bruciatori, cannelli a gas caldo, ecc.) per innalzare la temperatura delle membrane.

Nel caso di agenti atmosferici avversi (pioggia, vento, eccessivo irraggiamento solare ecc.) la zona di saldatura deve essere riparata in modo opportuno (tende o altri dispositivi).

11 DOCUMENTAZIONE FINALE

È compito del costruttore raccogliere e mantenere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili al committente e/o all'ente di controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- *attestati di conformità delle membrane e dei materiali d'apporto;*
- *attestati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti per la misurazione usati nel controllo dei parametri di saldatura;*
- *certificati dei saldatori;*
- *certificati delle procedure di saldatura;*
- *procedure di saldatura;*
- *certificati dei controlli delle saldature;*
- *diagramma di posa contenenti le seguenti indicazioni;*
- *la posizione di tutte le saldature eseguite;*
- *le date di esecuzione;*
- *i saldatori e le procedure di saldatura impiegate;*
- *i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli;*
- *la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.*

È compito del committente conservare tali documenti per almeno 10 anni di vita della discarica.

CAPITOLO 14

GEOCOMPOSTI BENTONITICI

La commissione europea, in ottemperanza a quanto sancito dalla direttiva europea sui prodotti da costruzione (CPD) 89/106/CEE (recepito in Italia con d.p.r. 246 del 21 aprile 1993 ed il successivo d.p.r. 499 del 10 dicembre 1997) ha emesso il mandato m/107:1996 allo scopo di individuare le caratteristiche che i prodotti geotessili devono poter dichiarare, in funzione degli utilizzi per cui e' previsto il loro impiego.

MANDATO	NORMA EN	TITOLO	REQUISITI ESSENZIALI SECONDO IL MANDATO	SISTEMA ATTESTAZIONE DI CONFORMITA	NORMA UNI
M/107	EN 13257:2000 A1:2005	Geotessili e prodotti affini- Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi	1,3,4	2+,4	UNI EN 13257:2002

MANDATO	NORMA EN	TITOLO	ENTRATA IN VIGORE DELLA NORMA ARMONIZZATA (INIZIO MARCATURA CE VOLONTARIA)	FINE DEL PERIODO DI COESISTENZA (INIZIO MARCATURA OBBLIGATORIA)	NORMA UNI
M/107	EN 13257:2000 A1:2005	Geotessili e prodotti affini- Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi	01/10/2001	01/10/2002	UNI EN 13257:2002

Norme armonizzate relative ai geosintetici con funzione barriera:

UNI EN 13493:2005 geosintetici con funzione barriera - caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi.

Norme di supporto relative ai metodi di prova per le caratteristiche previste dal mandato m/107 sono:

RESISTENZA A TRAZIONE	UNI EN ISO 10319
RESISTENZA A PUNZONAMENTO STATICO	UNI EN ISO 12236
TENUTA A LIQUIDI	ASTM D 5887
TENUTA AI GAS	ASTM 1434
RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI	UNI EN 1224
RESISTENZA AD OSSIDAZIONE	UNI ENV ISO 13438
FESSURAZIONI DA SOLLECITAZIONI AMBIENTALI	ASTM 5394

INOLTRE:

UNI EN ISO 10318:2005 TERMINI E DIFINIZIONI

I singoli strati del geocomposito saranno assemblati mediante un sistema continuo di agugliatura meccanica tale da garantire una resistenza allo spellamento (peeling) secondo ASTM D6496 non inferiore a 65 N. È richiesto contenuto di montmorillonite superiore al 70%.

Geocomposto bentonitico		Normativa di riferimento	Unità di misura	
Strato inferiore	Tessuto PP*	UNI EN 965	g/m ²	≥120
Strato interno	Bentonite Sodica Naturale			
Strato superiore	Non tessuto PP*	UNI EN 965	g/m ²	≥200

⊞

Caratteristica	Normativa di riferimento	Unità di misura	
Spessore geocomposito secco	UNI EN 964-1	mm	≥6
Massa aerea Bentonite	UNI EN 965	g/m ²	≥4.500
Indice di Rigonfiamento	ASTM 5890	ml/2g	≥24
Assorbimento d'acqua	ASTM E946	%	≥700
Permeabilità	ASTM D 5084	m/s	≤4x10 ⁻¹¹
Perdita massima di fluido	ASTM D 5887	m ³ /m ² *sec	≤1x10 ⁻⁸
Resistenza alla Trazione longitudinale	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥15
Resistenza alla Trazione trasversale	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥15
Punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	kN	≥1,5
Resistenza al taglio	ASTM D 5321	kPa	≥15
Angolo di attrito Interno	ASTM D 5321	°C	≥30

⊞

ISO Norma Internazionale

UNI Norma italiana

ASTM Norma Nord Americana (USA)

Il geocomposito verrà posato srotolandolo con l'ausilio di un mezzo d'opera; il sollevamento deve avvenire mediante un profilato IPE a cui sia sospeso il rotolo sostenendolo mediante un tubo metallico in grado di sopportare il peso del rotolo deformandosi nei limiti indicati dal produttore. I teli devono essere posati (in assenza di altre indicazioni) con la superficie siglata in vista, le giunzioni tra i teli contigui verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione che, in assenza di altre indicazioni, sarà pari a 15 cm in senso trasversale e 60 cm in direzione longitudinale. L'impresa di posa dovrà fornire una polizza assicurativa sull'installazione del materiale postuma comprendente sia danni contro terzi che il danno da inquinamento ambientale accidentale.

CAPITOLO 15

GEOTESSILI A FILO CONTINUO POLIPROPILENE

La commissione europea, in ottemperanza a quanto sancito dalla direttiva europea sui prodotti da costruzione (CPD) 89/106/CEE (recepito in Italia con d.p.r. 246 del 21 aprile 1993 ed il successivo d.p.r. 499 del 10 dicembre 1997) ha emesso il mandato m/107:1996 allo scopo di individuare le caratteristiche che i prodotti geotessili devono poter dichiarare, in funzione degli utilizzi per cui e' previsto il loro impiego.

Norme armonizzate relative ai geotessili:

UNI EN 13251:2005 geotessili e prodotti affini – caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni in terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno;

UNI EN 13252:2005 geotessili e prodotti affini – caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti;

UNI EN 13257:2005 geotessili e prodotti affini – caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi

Inoltre:

UNI EN ISO 10319:1998 geotessili prova di trazione a banda larga

UNI EN 14414:2004 geosintetici – metodo di prova selettivo per la *determinazione della resistenza chimica per applicazioni in discariche*

Caratteristica	Normativa di riferimento	Unità di misura	
MASSA AERICA	UNI EN 965	g/m ²	1.000
SPESSORE			24
Sotto 2kPa	UNI EN 964/1	mm	≥7,00
Sotto 200kPa	UNI EN 964/1	mm	≥3,80
RESISTENZA A TRAZIONE			
Longitudinale	UNI EN ISO 10319	kN/m	48
Trasversale	UNI EN ISO 10319	kN/m	48
DEFORMAZIONE A ROTTURA	UNI EN ISO 10319	%	≤85
RESISTENZA A PERFORAZIONE		kPa	15
PIRAMIDE con HDPE da 1 mm	ASTM D 5494	N	> 2.500
" con HDPE da 2 mm	ASTM D 5494	N	> 3.700
PUNZONAMENTO CBR	EN ISO 12236	N	8.800

Si riporta estratto della UNI EN 13257:2005 APPENDICE B ASPETTI DI DURABILITÀ, nella quale vengono fornite le indicazioni in merito alle condizioni di durabilità dei geosintetici. Vengono riportate in particolare le prove specifiche a cui sottoporre i prodotti, in funzione della durata di vita richiesta e del tipo di polimero. Per quanto riguarda la durata richiesta la norma suddivide i prodotti in due categorie: Quelli con durata da 5 a 25 anni e quelli con durata maggiore di 25 anni. Data la natura dell'opera, i prodotti richiesti devono rispondere a requisiti di durata di vita maggiore di 25 anni, devono riportare quindi la dichiarazione "Previsione di durabilità per oltre (durata) anni in (condizioni) in base alla valutazione della durabilità (riferimento al documento di seguito indicato)".

B.1 Esposizione agli agenti atmosferici

Tutti i geotessili e i prodotti affini devono superare la prova di esposizione agli agenti atmosferici accelerata in conformità alla EN 12224, a meno che non siano destinati ad essere coperti il giorno dell'installazione. La resistenza residua dal prodotto alla fine di questa prova, insieme con l'applicazione specifica del prodotto, determina per quanto

tempo il materiale può essere esposto in loco. I tempi massimi di esposizione sono indicati nel prospetto B.1.

Prove estese sono necessarie per materiali che devono essere esposti per un periodo più lungo.

Prospetto B.1 Tempi di esposizione.

Applicazione	Resistenza residua	Tempo massimo di esposizione dopo l'installazione
Rinforzo o altre applicazioni in cui la resistenza a lungo termine sia un parametro significativo	>80%	1 mese ^{a)}
	da 60% a 80%	2 settimane
	<60%	1 giorno
Altre applicazioni	>60%	1 mese ^{a)}
	da 20% a 60%	2 settimane
	<20%	1 giorno
a) L'esposizione fino a 4 mesi può essere accettabile a seconda della stagione e della posizione in Europa.		

Un geotessile o prodotto affine che non è stato sottoposto a prova di resistenza agli agenti atmosferici deve essere coperto entro 1 giorno. In una gamma di prodotti identici eccetto che per la massa areica, inizialmente solo il prodotto con la massa areica inferiore dovrebbe essere sottoposto alle prove. I risultati della prova possono essere applicati agli altri prodotti della gamma, a meno che non siano stati sottoposti a prova separatamente. Le informazioni sul prodotto devono indicare: "Da coprire entro (durata) dopo l'installazione".

B.3 Durate di vita in servizio richieste fino a 25 anni

B.3.1 Generalità

Un geotessile o prodotto affine che:

- consiste di poliestere (polietilentereftalato), polietilene, polipropilene, poliammide 6o 6.6, o una combinazione di questi, e che
- non contiene materiale riciclato post-consumatore può essere considerato avente sufficiente durabilità per una durata minima di vita in servizio di 25 anni a condizione che sia utilizzato:
- in terreni naturali con un pH compreso fra 4 e 9; e
- ad una temperatura del terreno <25 °C; e
- a condizione che superi le prove appropriate di cui in B.3.2.

Un geotessile o prodotto affine che consiste di più di un polimero deve essere separato nelle sue parti costitutive che devono superare le prove appropriate di cui in B.3.2. Se ciò non è possibile, il geotessile o prodotto affine deve superare tutte le prove appropriate di cui in B.3.2 o essere valutato separatamente come descritto in B.4.

Le informazioni sul prodotto devono contenere quanto segue:

- "Previsione di durabilità minima di 25 anni in terreni naturali con $4 < \text{pH} < 9$ e temperature del terreno <25 °C";
- più una delle seguenti dichiarazioni:
- "prodotto (indicare il prodotto come descritto in B.3.2) che ha superato le seguenti prove (indicare prove e risultati)", oppure
- "Sulla base dell'esperienza di servizio come riportata in (dichiarare documento pertinente in conformità con B.3.3)".

Nota La presente appendice non fa riferimento alla variazione delle proprietà meccaniche dovuta a basse temperature del terreno (minori di 0 °C) né all'effetto del terreno congelato.

In una gamma di prodotti identici eccetto che per la massa areica, inizialmente solo il prodotto con la massa areica inferiore dovrebbe essere sottoposto alle prove dei punti da B.3.2.1 a B.3.2.4. Se questo prodotto supera la prova, si può ritenere che anche gli altri prodotti della gamma facciano altrettanto.

B.3.2 Prove per materiali specifici

B.3.2.2 Prova per polipropilene

Un geotessile o prodotto affine che consiste unicamente di polipropilene e non contiene materiale riciclato post consumatore deve essere sottoposto a una prova di resistenza all'ossidazione in conformità alla ENV ISO 13438. La resistenza residua percentuale minima deve essere pari al 50%.

B.3.3 Procedura alternativa basata sull'esperienza di servizio

Le prove possono essere omesse riportando invece testimonianza di esperienze soddisfacenti se, per qualsiasi geotessile o prodotto affine e per le condizioni d'uso specificate in B.3.2, possono essere dimostrati 25 anni di durata:

- in condizioni locali simili (entro i valori specificati in B.3.1);
- per un geotessile o un prodotto affine in cui le materie prime e la tecnologia di produzione sono rimaste invariate; o

- per un prodotto che utilizza gli stessi fili e polimeri e una tecnologia di produzione comparabile.

B.4 Altri geotessili o prodotti affini o condizioni d'uso

Per materiali e condizioni d'uso diversi da quelli specificati in B.2 e B.3, la durabilità del geotessile o del prodotto affine deve essere valutata in considerazione delle condizioni d'uso proposte. Ciò include prove di resistenza microbiologica in conformità alla EN 12225 e vale in particolare nei seguenti casi:

- durate di vita maggiori di 25 anni;
- temperature del terreno >25 °C;
- uso in terreni contaminati, particolarmente in presenza di sali d'ammonio;
- combinazioni di differenti polimeri e strutture composite che non possono essere sottoposte a prova come descritto in B.3.2;
- materiali riciclati o rigenerati post-consumatore;
- geotessili o prodotti affini esposti ad ambienti altamente acidi o alcalini.

Per ambienti difficili o per durate di vita in servizio maggiori di cinque anni è consigliabile non utilizzare polimeri riciclati post-consumatore senza prova specifica della loro durabilità a lungo termine. La composizione e l'origine del polimero dovrebbero essere accertate.

La valutazione di un geotessile o prodotto affine destinato ad essere esposto in un terreno con pH < 4 o pH > 9 deve includere prove in conformità alla ENV ISO 12960. Il metodo A deve essere utilizzato se il pH è < 4 mentre il metodo B deve essere utilizzato se il pH è > 9. In entrambi i casi la resistenza residua percentuale deve essere maggiore del 50%. I risultati dovrebbero essere interpretati nel contesto delle condizioni locali.

Nota In applicazioni di rinforzo, un'ulteriore valutazione può essere richiesta per prevedere la perdita di resistenza del prodotto durante la sua vita in servizio e per ricavarne la riduzione di fattori di sicurezza parziali per la progettazione di terreni rinforzati. In casi in cui i prodotti sono (o possono essere) a contatto diretto con rifiuti solidi o liquidi, i relativi percolati o gas, la durabilità dovrebbe essere valutata considerando l'ambiente chimico e termico previsto.

Per ulteriori informazioni controllare in conformità alla CR ISO 13434.

I geotessili o prodotti affini valutati in conformità al presente punto devono riportare la dichiarazione "Previsione di durabilità per oltre (durata) anni in (condizioni) in base alla valutazione della durabilità (riferimento al documento)".

CAPITOLO 16

WATERSTOP

In corrispondenza delle connessioni fra strutture murarie orizzontali e verticali e delle riprese di getto comunque determinate dovrà essere prevista l'installazione di waterstop in bentonite sodica o gomma idroespansiva.

Il waterstop a contatto con l'acqua, aumenta il proprio volume garantendo, in questo modo, la sigillatura delle fessurazioni determinate dal ritiro del calcestruzzo e/o da movimenti della struttura sottoposta alla spinta dell'acqua. L'espansione potenziale deve essere ritardata di circa 24 ore, rispetto al primo contatto con l'acqua, al fine di consentire l'assenza di deformazioni nella fase iniziale di indurimento del calcestruzzo fresco.

L'installazione del waterstop dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni del produttore.

Il profilato, viene generalmente steso sul piano di posa, previa pulizia ed asportazione di eventuale materiali incoerenti e quindi chiodato con chiodi d'acciaio ogni 25 cm massimo. Per la sigillatura delle connessioni (giunture) in corrispondenza delle estremità del profilato è necessario realizzare un accostamento laterale dei profilati come da indicazioni del produttore. La posizione nella sezione della muratura deve generalmente essere tale che vi sia una copertura di calcestruzzo generalmente superiore ai 12 cm. E' inoltre generalmente richiesta una distanza minima tra i distanziatori di cassero e il profilato.

Il water stop deve rappresentare una protezione attiva nel tempo, provvedendo infatti anche alla sigillatura delle fessurazioni che si dovessero verificare dopo "anni" dalla sua messa in opera

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL WATERSTOP IN BENTONITE SODICA

-Peso specifico (kg/dm ³ a 20°C - ASTM)	1,6 - 1,7
-Allungamento a rottura	60%
-Peso (kg/metro lineare)	0,83
-Intervallo termico di applicazione	-15°C/+55°C
-Espansione potenziale	superiore al 400%
-Conservabilità protetta	12 mesi
-Contenuto di bentonite sodica	75%

CAPITOLO 17

OPERE A VERDE

Art. 17.1 PULIZIA GENERALE DEL TERRENO

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota d'impianto.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta o di discarica abusiva, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

Per quanto attiene le quote relative all'andamento superficiale del terreno, l'impresa è tenuta, visti gli elaborati progettuali a provvedere alle necessarie movimentazioni al fine di ottenere gli andamenti superficiali previsti dal progetto stesso, ciò minimizzando le asportazioni dello strato di coltivo esistente.

Art. 17.2 LAVORAZIONI PRELIMINARI

Prima delle lavorazioni preliminari, l'Impresa dovrà provvedere esclusivamente a propria cura, ad acquisire informazioni certe presso i vari Enti preposti, circa la presenza e la posizione di impianti non visibili (telefonici, elettrici, metanodotti, ecc).

Qualunque danno venga arrecato ad impianti deve essere immediatamente riparato a cura e spese della Ditta Appaltatrice esonerando l'Amministrazione da qualsiasi eventuale responsabilità.

L'Impresa, prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere, come da progetto, all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti e ritenute a giudizio della Direzione Lavori, non conformi alle esigenze della sistemazione, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale.

a) Eliminazione della parte aerea degli alberi

Gli alberi che dovranno essere eliminati, potranno essere depezzati progressivamente, oppure abbattuti con un solo taglio al piede purché tali operazioni non costituiscano in alcun modo fonte di danni meccanici per le piante superstiti. I materiali di risulta dovranno essere tempestivamente allontanati dalla zona di cantiere.

Non sarà possibile utilizzare gli strumenti di taglio impiegati per gli abbattimenti per effettuare potature o tagli delle radici degli alberi superstiti se non dopo attenta disinfezione (ipoclorito di sodio al 2 per 1000 o sali quaternari di ammonio).

b) Eliminazione dell'apparato radicale degli alberi

L'eliminazione delle radici dovrà essere completa per uno spazio minimo di m.1xm.1xm.1 al di sotto dell'inserzione dell'albero abbattuto. Questa operazione potrà essere effettuata sia con modalità meccaniche che manuali. I materiali di risulta dovranno essere tempestivamente allontanati dalla zona di cantiere.

Queste operazioni saranno da computarsi in base all'Elenco prezzi.

Art. 17.3 LAVORAZIONE DEL SUOLO

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

ARATURA :

La lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di una vera e propria aratura, sarà perciò eseguita fino alla profondità di almeno cm. 40 (salvo differenti specifiche in merito da parte della D.L.)

L'aratura dovrà farsi con il mezzo trainante più leggero possibile in relazione alle caratteristiche del terreno stesso per minimizzare la compressione del medesimo.

Le "fette" di lavorazione dovranno essere rovesciate con successione regolare senza lasciare fasce intervallate di terreno sodo.

Ove necessario il lavoro dovrà completarsi a mano: le arature dovranno effettuarsi sempre previa autorizzazione della D.L. e saranno finalizzate a garantire l'esecuzione degli interventi solo a terreno "in tempera".

Inoltre sarà possibile effettuare la lavorazione del terreno mediante l'uso di pala meccanica.

FRESATURA, SARCHIATURA, ERPICATURA o ZAPPATURA:

La lavorazione potrà avere profondità di lavoro da cm. 5/8 a cm. 15/20. L'intervento dovrà sminuzzare accuratamente il terreno in superficie, anche per assicurare una buona penetrazione delle acque meteoriche.

Potrà essere necessario procedere a una o più passate fino ad ottenere un omogeneo sminuzzamento delle zolle e completa estirpazione delle infestanti.

Nelle immediate vicinanze di alberi, arbusti, manufatti recinzioni, siepi, impianti irrigui, il lavoro dovrà ovviamente completarsi a mano

VANGATURA:

Avrà profondità di lavoro di almeno cm. 30; durante il lavoro si curerà di far affiorare in superficie pietre ed erbe infestanti che dovranno sempre asportarsi comprendendo anche e totalmente le parti ipogee.

Qualora, a causa della limitata superficie delle aree di intervento non possano venire impiegati mezzi meccanici, la vangatura dovrà sostituirsi all'aratura.

Eseguito il lavoro di aratura o vangatura, l'appaltatore dovrà effettuare un successivo lavoro complementare di preparazione, consistente in una erpicatura o zappatura di tutte le aree destinate all'impianto;

con questa operazione, da eseguirsi a terreno asciutto, il terreno medesimo dovrà risultare uniformemente sminuzzato.

Naturalmente, se con una sola lavorazione di erpice o zappa il terreno non risultasse uniformemente sminuzzato, l'aggiudicatario sarà tenuto ad effettuare successive lavorazioni con gli strumenti adatti, fino a raggiungere l'uniforme sminuzzamento del terreno richiesto.

Se Qualora fra l'epoca di impianto degli alberi e la formazione del prato trascorresse tempo sufficiente alla proliferazione di vegetazione infestante, sarà cura dell'appaltatore dare corso a sollecite fresature ed erpicature al fine di eliminare tale vegetazione e ciò prima che questa giunga a maturità (produzione del seme).

Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura e di formare suole di lavorazione.

Nel corso di questa operazione l'Impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (es. rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso ci si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentino difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc.), l'Impresa dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla

Direzione Lavori.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa fino a completa soddisfazione dell'Amministrazione.

Art. 17.4

CORREZIONE, AMMENDAMENTO E CONCIMAZIONE DI FONDO DEL TERRENO – UTILIZZO DI MICORRIZZE - IMPIEGO DI FITOFARMACI E DISERBANTI

Dopo avere effettuato le lavorazioni, l'Impresa, su istruzione della Direzione Lavori, dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti ammessi dalla D.L..

La concimazione organica e/o chimica dovrà essere rapportata ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari necessità delle singole specie da mettere a dimora.

Oltre alla concimazione di fondo, l'aggiudicatario dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi idonei per quanto attiene solubilità e pronta assimilazione degli elementi.

Nel caso di impianto di nuovi alberi, la concimazione di fondo può essere evitata in caso di impiego di piante micorrizzate, con possibile aggiunta di specifici prodotti biostimolanti.

L'impiego di prodotti a base di biostimolanti rappresenta poi l'unico intervento possibile nel caso di reimpianto di alberi in terreni in cui sia accertata o si sospetti la presenza di patogeni fungini agenti a livello

degli apparati radicali.

Il trattamento con tali prodotti può essere effettuato dalla primavera all'autunno, evitando periodi eccessivamente siccitosi e con temperature massime superiori ai 26 – 28 °C.

La modalità di distribuzione deve essere valutata caso per caso e deve comunque interessare solo gli strati superficiali di terreno normalmente esplorati dalle radici assorbenti (15 – 25 cm di profondità).

I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere comunque autorizzati dalla D.L., tempestivi ed eseguiti da personale abilitato secondo le norme vigenti che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specifiche dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

Art. 17.5 DRENAGGI LOCALIZZATI E IMPIANTI TECNICI

Successivamente alle lavorazioni del terreno e prima delle operazioni di cui all'art. precedente, l'Impresa dovrà preparare, sulla scorta degli elaborati e delle indicazioni della Direzione Lavori, gli scavi necessari alla installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (es. irrigazione, illuminazione ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.

Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione, dovranno essere installate ad una profondità che garantisca uno spessore minimo di 40 cm. di terreno e, per agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, essere convenientemente protette e segnalate.

L'Impresa dovrà completare la distribuzione degli impianti tecnici, realizzando le eventuali canalizzazioni secondarie e le opere accessorie.

Dopo la verifica e l'approvazione degli impianti a scavo aperto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà colmare le trincee e ultimare le operazioni di cui agli articoli precedenti.

Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta, la posa in opera degli irrigatori e, a piantagione ultimata, la collocazione e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione.

Ultimati gli impianti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori nelle scale e con le sezioni e i particolari richiesti, nei punti più importanti, gli elaborati di progetto aggiornati secondo le varianti effettuate nel rispetto delle distanze minime di tutela degli apparati radicali oppure, in difetto di questi, produrre una planimetria che riporti l'esatto tracciato e la natura delle diverse linee, la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati, con indicazione delle profondità, e l'ubicazione dei puntoni in ferro per **la messa a terra dell'impianto elettrico**.

Art. 17.6 LAVORI GENERALI DI DRENAGGIO

Le macchine da impiegare per il drenaggio possono essere introdotte solo su superfici dove siano già stati realizzati i necessari lavori preliminari di picchettazione del tracciato, definizione delle quote, ecc.

Si deve verificare che lo stato di umidità del suolo consenta il transito di macchine pesanti senza distruggere o compromettere la struttura del suolo stesso e consenta inoltre di ancorare i tubi di drenaggio secondo la pendenza prefissata. In caso di eccesso di umidità, i lavori dovranno essere rimandati o interrotti.

Per gli scavi dovranno essere usati, salvo presenza di grossi sassi, le catenarie.

b) Realizzazione della fossa di drenaggio

L'asse delle fossa di drenaggio non può discostarsi dall'asse picchettato più di 1/10 della distanza tra i dreni e comunque più di m. 1 per i condotti drenanti secondari e più di m. 0,5 per i condotti drenanti principali.

Le eventuali variazioni di profondità e pendenza delle fosse dovranno essere motivate ed autorizzate dalla D.L..

La larghezza della fossa dovrà essere commisurata alla sua altezza.

Di regola la suola della fossa sarà costituita da terreno naturale. Tuttavia, qualora quest'ultimo non sia adatto come supporto del condotto di drenaggio, o vi sia possibilità di risalita della falda freatica, si devono adottare misure per ancorare il condotto, conformemente al successivo punto c.

La fossa deve essere scavata in modo tale che l'ingresso dell'acqua non sia impedito dall'avvenuta compattazione delle pareti.

c) Posa in opera di drenaggio

La posa in opera dei tubi deve essere effettuato immediatamente dopo lo scavo delle fosse.

I tubi non possono essere collocati ad una profondità inferiore a cm.2 rispetto al livello della suola della fossa.

Le estremità superiori dei tubi devono essere sigillate per evitare l'ingresso di terra. Nel caso di interruzione dei lavori, il condotto deve essere provvisoriamente chiuso fino alla ripresa dei lavori.

d) Assicurazione dei tubi di drenaggio

Prima del riempimento della fossa, si deve assicurare che i tubi di drenaggio e dei relativi collegamenti siano nella corretta posizione.

Lo spazio tra il condotto e le pareti della fossa deve essere riempito con terra grumosa e permeabile, ovvero con materiale filtrante, in modo tale che la posizione dei tubi non possa essere modificata.

Nel caso di sottofondo cedevole, i tubi non devono essere posati direttamente sul suolo naturale, ma su altro materiale sciolto adatto (ad esempio ghiaia, ecc.), ovvero su tavole o griglie. In ogni caso, la nuova base di appoggio deve avere una sufficiente portanza ed adempiere alle prescrizioni del punto 2.

Le giunzioni dovranno garantire il corretto funzionamento del sistema.

Eventuali nervature di calcestruzzo per impedire lo scalzamento dei condotti di drenaggio principali con forte pendenza devono essere inserite per tutta la larghezza della fossa, con spessore di almeno 20 cm ed altezza di almeno 30 cm.

Nel caso di pericolo di galleggiamento, subito dopo la posa, i tubi devono essere ricoperti con materiali filtranti adatti (ad esempio ghiaia).

e) Filtri

Come materiali filtranti possono essere usati, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori, previa considerazione dei processi di decomposizione biologica, sabbia grossa, ghiaia, trinciato di ramaglie o canne palustri ecc.

L'efficacia nel tempo del materiale filtrante deve essere commisurata alla durata del processo di intasamento; nel caso in cui quest'ultimo sia persistente, la durata del filtro deve corrispondere a quella del condotto di drenaggio.

Il materiale filtrante deve circondare il condotto drenante da ogni lato.

f) Riempimento della fossa di drenaggio

Controllata la corretta posizione dei tubi, il condotto drenante deve essere il più rapidamente possibile ricoperto con uno strato di terreno evitando l'utilizzo di zolle di terra o pietre di dimensioni superiori a cm.15.

Nel riempimento della fossa dovrà essere considerato il successivo assestamento del terreno.

Art. 17.7

TRACCIAMENTI E PICCHETTATURE

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa, sulla scorta degli elaborati di progetto e delle indicazioni della Direzione Lavori, predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti, altre piante segnalate in progetto) e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, macchie arbustive, boschetti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

A piantagione eseguita, l'Impresa, nel caso siano state apportate varianti al progetto esecutivo, dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con l'indicazione esatta della posizione definitiva delle piante e dei gruppi omogenei messi a dimora.

Art. 17.8

PREPARAZIONE DELLE BUCHE, DEI FOSSI O PIAZZOLE

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

Indicativamente si forniscono le seguenti dimensioni minime:

- buca per piante arboree cm. 100x100x80
- .buca per grandi arbusti e cespugli cm. 70x70x70
- .buca per postime forestale, piccoli arbusti, cespugli e piante tappezzanti cm. 40x40x40
- .buca per piante erbacee perenni cm. 30x30x30
- .buca alberature stradali ed esemplari cm. 150x150x100

Nell'apertura di buche, soprattutto se vengono impiegate trivelle, è opportuno smuovere il terreno lungo le pareti e sul fondo per evitare l'effetto vaso.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa è tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per contenere al minimo i danni al prato circostante, recuperando lo strato superficiale di terreno per il riempimento delle buche stesse, in accordo con la Direzione Lavori.

Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o non ritenuto idoneo, a insindacabile giudizio della

Direzione Lavori, dovrà essere allontanato dall'Impresa dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree autorizzate.

Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque superficiali avvenga in modo corretto.

Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'Impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte in base all'Elenco prezzi.

I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, etc.) eventualmente separato dalla terra vegetale sovrastante con un feltro imputrescibile (tessuto non tessuto); al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso o posti in opera idonei tubi drenanti, che dovranno essere raccordati al sistema drenante generale.

Art. 17.9 APPORTO DI TERRA DI COLTIVO

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa in accordo con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione (v. anche precedente art. "*Materiale Agrario*"): in caso contrario dovrà apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato adeguato per i prati, tenendo presente l'eventuale calo del terreno per assestamento, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate tutte le zolle e gli ammassi di terra.

La terra di coltivo rimossa e accantonata nelle fasi iniziali degli scavi (v. art. "*Accantonamento dello strato superficiale del suolo*") sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione Lavori, insieme a quella apportata.

Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione Lavori.

A rt. 17.10 OPERE ANTIEROSIONE

L'Impresa provvederà, secondo quanto previsto dal progetto agli interventi di difesa idrogeologica.

Art. 17.11 MESSA A DIMORA DI ALBERI, ARBUSTI E CESPUGLI

Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere, se richiesto dalla D.L., al riempimento parziale delle buche già predisposte, lasciando libero soltanto lo spazio per la zolla e le radici, in modo che le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle necessità delle radici e comunque non inferiore a cm. 15.

Nel riempimento della buca l'Impresa avrà cura di interrare con la terra smossa gli eventuali concimi definiti dal progetto o in corso d'opera dalla D.L., in modo tale che il medesimo sia ricoperto da uno strato di terra e non a contatto diretto con gli apparati radicali.

Viceversa, nel caso si impieghino prodotti a base di biostimolanti, questi dovranno essere messi a contatto con le radici.

La messa a dimora degli alberi, degli arbusti e dei cespugli dovrà avvenire in relazione alle quote fissate, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto.

L'imballo della zolla costituito da materiale degradabile (es. paglia, canapa, juta, ecc., v. art. 49 punto a), dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso ciò previa autorizzazione specifica da parte della D.L. che potrà a suo insindacabile giudizio, anche alternativamente richiederne la rimozione.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta dovrà essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo.

Analogamente si dovrà procedere per le piante fornite in contenitore.

Le piante dovranno essere collocate con lo stesso orientamento che avevano in vivaio in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della sistemazione.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature (v. anche art. "*Materiale agrario*").

Prima di provvedere all'ancoraggio definitivo delle piante sarà necessario accertarsi che il terreno di riempimento delle buche risulti debitamente assestato per evitare che le piante risultino sospese alle armature in legno e si formino cavità al di sotto degli apparati radicali. L'impresa provvederà poi al

riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il palo tutore dovrà essere infisso saldamente nel terreno a buca aperta e prima dell'immissione nella buca della pianta da sostenere.

Nel caso di impiego di sistemi di ancoraggio a scomparsa, deve essere previsto almeno un controllo del loro grado di tensionamento dopo la prima pioggia abbondante successiva alla messa a dimora della pianta.

Qualora previsto dal progetto l'Impresa è tenuta a collocare attorno al pane di terra, a livello della massima circonferenza, un tubo drenante in PVC di diametro cm. 10 corrugato e forato lateralmente.

Una estremità del tubo dovrà fuoriuscire dal terreno per consentire le operazioni di irrigazione periodica.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante evitando che questo venga a contatto diretto con le radici, in modo da evitare danni per disidratazione.

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua necessaria per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

a) Alberi, arbusti e cespugli a foglia caduca

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

Le piante a foglia caduca fornite in contenitore, potranno essere messe a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, esclusi i mesi di piena estate, mentre quelle a radice nuda dovranno essere piantate esclusivamente durante il periodo di riposo naturale (dal mese di ottobre a quello di marzo circa), evitando i mesi nei quali vi siano pericoli di gelate o nevicate o il terreno sia ghiacciato.

Prima di mettere in opera le piante a radice nuda (pioppi, salici, tigli, ecc), invece, è necessario che l'apparato radicale venga leggermente spuntato all'estremità delle radici sane, privato di quelle rotte o danneggiate e successivamente **"inzaffardato" (impasto di acqua, argille e letame)** o immerso in soluzione rizogena biostimolante.

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

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

b) Alberi, arbusti e cespugli sempreverdi

Gli alberi, gli arbusti e i cespugli sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore e dovranno essere messi a dimora nel periodo adeguato all'attecchimento delle varie specie.

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

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

Art. 17.12

MESSA A DIMORA DELLE PIANTE TAPPEZZANTI, DELLE ERBACEE PERENNI, BIENNALI E ANNUALI, E DELLE PIANTE RAMPICANTI, SARMENTOSE E RICADENTI

La messa a dimora di queste piante è identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche adeguate al diametro dei contenitori delle singole piante, previa lavorazione del terreno.

Se le piante saranno state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi dovranno essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante potranno essere messe a dimora con tutto il vaso previa autorizzazione della D.L..

In ogni caso le buche dovranno essere poi colmate con terra di coltivo mista a fertilizzanti (concordato con la D.L.) e ben pressata intorno alle piante.

L'Impresa è tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

Per le prime cure di trapianto valgono le norme indicate all'art. "Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli".

Art. 17.13
MESSA A DIMORA DELLE PIANTE ACQUATICHE E PALUSTRI

La messa a dimora di queste piante rispetterà le caratteristiche esigenze della specie e varietà secondo quanto stabilito negli elaborati di progetto ed eventuali indicazioni fornite dalla Direzione Lavori che sarà responsabile della corretta sistemazione delle piante in merito alle condizioni di umidità o alla appropriata profondità di acqua di cui le diverse specie utilizzate (in particolar modo quelle acquatiche) necessitano.

Nella realizzazione degli scomparti sommersi deve essere privilegiato l'uso di mattoni, escludendo il cemento, mentre i contenitori di plastica perforata o di legno devono essere esenti da sostanze nocive.

La superficie dei contenitori e delle pareti ripariali deve essere ricoperta da ghiaia grossolana e ciottoli, per uno spessore di cm. 4-5, con l'eventuale inserimento di rete al fine di impedire l'erosione del suolo da parte dell'acqua e della fauna ittica, oltre che per trattenere nel suolo le piante.

Le piante acquatiche galleggianti o sommerse che non radicano sul fondo, vengono semplicemente poste in acqua, dopo essere state preparate per un periodo di circa due anni.

Art. 17.14
FORMAZIONE DEI PRATI

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Tutte le aree da seminare o piantare a prato non dovranno essere sistemate fino a che non sia stato installato o reso operante un adeguato sistema di irrigazione.

I vari tipi di prato dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assessamento del terreno o ad altre cause.

a) Semina dei tappeti erbosi

Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazione della D.L., seminata e rullata a terreno asciutto.

Qualora la morfologia del terreno lo consenta, è preferibile che le operazioni di semina vengano effettuate mediante speciale seminatrice munita di rullo a griglia, al fine di ottenere l'uniforme spargimento del seme e dei concimi minerali complessi. In caso contrario, la semina, eseguita a spaglio, deve effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La copertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco o tramite specifiche attrezzature meccaniche. L'operazione dovrà essere eventualmente ripetuta dopo il secondo sfalcio.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno cm. 5. Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori. La superficie dovrà essere opportunamente delimitata per evitarne il calpestio nelle fasi iniziali di sviluppo delle specie.

b) Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose (v. art. "*Materiale vegetale*") per la formazione dei prati a pronto effetto, dovranno essere messe a dimora stendendole sul terreno in file a giunti sfalsati tra fila e fila, dovranno risultare assestate a perfetta regola d'arte, in modo tale che non si presenti soluzione di continuità tra zolla e zolla.

Il piano di appoggio delle zolle dovrà risultare debitamente livellato ed il terreno precedentemente lavorato.

Per favorirne l'attecchimento, le zolle dovranno essere compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente irrigate.

Le zolle di specie prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della propagazione dovranno essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione Lavori. Le cure colturali saranno analoghe a quelle precedentemente riportate.

Art. 17.15
INERBIMENTI E PIANTAGIONI DI SCARPATE E DI TERRENI IN PENDIO

Per evitare frane e fenomeni erosivi causati dalla pioggia, le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza dovranno essere sistemati dal punto di vista idrogeologico e successivamente inerbite con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifita.

La D.L. si riserva anche di indicare, in relazione alla pendenza, alla natura e all'esposizione del terreno, quale dei vari metodi seguire.

Art. 17.16 PROTEZIONE DELLE PIANTE MESSE A DIMORA

Nelle aree dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone o automezzi, l'Impresa dovrà proteggere, singolarmente o in gruppi, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.).

Se previsto dal progetto, le piante dovranno essere protette da eventuali stress idrici e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame (cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, biodischi, vermiculite, scaglie di pigna, ecc.).

Qualora si preveda l'uso di decespugliatore all'interno dell'area di rispetto di un esemplare arboreo per il controllo della vegetazione erbacea spontanea sviluppatasi successivamente all'impianto, si deve adottare un idoneo sistema di protezione del colletto. Tale sistema dovrà a sua volta essere provvisto di adeguati meccanismi che consentano il corretto incremento diametrico del fusto. Nel caso di impianti irrigui permanenti il sistema di protezione del colletto deve essere tale da consentire la libera circolazione dell'aria al suo interno.

INDICE

1) Oggetto.....	pag.	2
2) Localizzazione dell'intervento	pag.	2
3) Descrizione dell'intervento	pag.	2
4) Riferimento a leggi, norme e regolamenti	pag.	4
" 1) Appalti Pubblici.....	pag.	4
" 2) Sicurezza sui Posti di Lavoro	pag.	4
" 3) Resistenza Meccanica e stabilità	pag.	4
5) Qualità e Provenienza dei Materiali	pag.	6
" 1) Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali	pag.	6
" 2) Acqua, Calci, Cementi ed Agglomerati Cementizi	pag.	6
" 3) Materiali Inerti per Conglomerati Cementizi e per Malte.....	pag.	7
" 4) Elementi di Laterizio e Calcestruzzo	pag.	8
" 5) Armature per Calcestruzzo.....	pag.	8
" 6) Materiali da Riempimento -Fodazioni Stradali.....	pag.	9
" 7) Tubazioni.....	pag.	11
" 1) Tubazioni in Genere.....	pag.	11
" 2) Tubazione di Acciaio (Acquedotti).....	pag.	13
" 3) Tubazioni in Ghisa (Acquedotti e Fognature).....	pag.	14
" 4) Tubazioni in Cemento Armato senza Lamierino (Acquedotti)	pag.	16
" 5) Tubazioni in PVC Rigido non Plastificato (Acquedotti e Fognature)	pag.	17
" 6) Tubazioni in PEAD (Acquedotti e Fognature)	pag.	17
" 8) Prodotti di Pietre Naturali o Ricostruite.....	pag.	17
" 9) Prodotti per Impermeabilizzazione e per Coperture Piane	pag.	19
" 10) Materiali Metallici.....	pag.	21
" 11) Materiale agrario	pag.	21
" 12) Materiale vegetale.....	pag.	24
6) Movimenti di Materie - Opere Murarie e Varie	pag.	29
" 1) Generalità.....	pag.	29
" 2) Tracciamenti.....	pag.	29
" 3) Collocamento in Opera di Materiali Forniti dalla Stazione Appaltante.....	pag.	29
" 4) Scavi e Rilevati in Genere	pag.	29
" 5) Scavi di Sbancamento.....	pag.	31
" 6) Scavi di Fondazione	pag.	31
" 7) Terreni di scavo.....	pag.	32
" 8) Rilevati e Rinterri.....	pag.	33
" 9) Armature e Sbadacchiature Speciali per gli Scavi di Fondazione	pag.	33
" 10) Paratie o Casseri.....	pag.	33
" 11) Impermeabilizzazioni in argilla	pag.	34
" 12) Malte e Conglomerati	pag.	35
" 13) Demolizioni e Rimozioni	pag.	36
" 14) Calcestruzzi e Cemento Armato.....	pag.	37
" 15) Murature e Riempimenti in Pietrame a Secco - Gabbionate	pag.	38

" 16) Murature in Pietrame con Malta	pag. 38
" 17) Murature di Mattoni	pag. 39
" 18) Opere in Ferro	pag. 39
" 19) Terra Rinforzata a Paramento Vegetato.....	pag. 40
" 20) Biotessile in Jiuta (Geojuta).....	pag. 42
7) Costruzione delle Condotte in Genere.....	pag. 43
" 1) Movimentazione e Posa delle Tubazioni	pag. 43
" 1) Generalità	pag. 43
" 2) Movimentazione delle Tubazioni.....	pag. 43
" 3) Scavo per la Tubazione	pag. 44
" 4) Posa della Tubazione.....	pag. 44
" 2) Attraversamenti e Parallelismi.....	pag. 47
" 3) Prova Idraulica della Condotta	pag. 48
" 4) Rinterro	pag. 50
" 5) Pozzetti per apparecchiature.....	pag. 51
8) Costruzione dei Vari Tipi di Condotta	pag. 52
" 1) Costruzione delle Condotte di Acciaio (Acquedotti)	pag. 52
" 2) Costruzione delle Condotte di Cemento Armato (Acquedotti).....	pag. 54
" 1) Movimentazione.....	pag. 54
" 2) Revisione del Rivestimento e Posa in Opera	pag. 54
" 3) Giunti e Guarnizioni.....	pag. 54
" 4) Prova Idraulica	pag. 55
" 5) Rinterro	pag. 55
" 3) Costruzione delle Condotte di PVC (Acquedotti e Fognature)	pag. 56
" 1) Norme da Osservare.....	pag. 56
" 2) Movimentazione.....	pag. 56
" 3) Posa in Opera e Rinterro	pag. 57
" 4) Pozzetti Giunzioni e Prova delle Condotte in PVC per Acquedotto.....	pag. 57
" 5) Pozzetti Giunzioni Prova e Collaudo delle Condotte in PVC per Fognatura	pag. 59
" 4) Costruzione delle Condotte in PEAD (Acquedotti e Fognature).....	pag. 61
" 1) Norme da Osservare.....	pag. 61
" 2) Movimentazione.....	pag. 61
" 3) Posa in Opera e Rinterro	pag. 61
" 4) Giunzioni e Collegamenti	pag. 62
" 5) Ancoraggi e Prova delle Condotte in PEAD per Acquedotto.....	pag. 64
" 6) Pozzetti e Prova Idraulica delle Condotte in PEAD per Fognatura	pag. 65
" 5) Garanzie e Documentazione.....	pag. 65
9) Opere Stradali	pag. 66
" 1) Formazione del Corpo Stradale	pag. 66
" 2) Formazione di Strati in Misto Granulare.....	pag. 72
" 3) Formazione di Strati in Misto Cementato	pag. 74
" 4) Caratteristiche dei Materiali.....	pag. 78
" 5) Formazione di Strati in Conglomerato Bituminoso a Caldo.....	pag. 80
" 1) Strati di Base - Binder - Usura	pag. 80
" 6) Tappeto di Usura in Conglomerato Bituminoso Colorato	pag. 86

" 7) Trattamenti Superficiali.....	pag. 88
10) Opere e Strutture di Calcestruzzo	pag. 91
" 1) Impasti di Conglomerato Cementizio.....	pag. 91
" 2) Controlli sul Conglomerato Cementizio	pag. 91
" 3) Norme di Esecuzione per il Cemento Armato Normale	pag. 91
" 4) Norme di Esecuzione per il Cemento Armato Precompresso	pag. 92
" 5) Responsabilità per le Opere in Calcestruzzo Armato e Calcestruzzo Armato Precompresso	pag. 92
" 6) Impermeabilizzazione dei distanziatori.....	pag. 93
11) Stabilizzazione a calce	pag. 94
" 1) Caratteristiche del trattamento	pag. 94
" 2) Modalità d TM esecuzione dei lavori.....	pag. 94
" 3) Controlli sul trattamento realizzato.	pag. 95
12) Trattamenti Colonnari	pag. 96
" 1) Caratteristiche del trattamento	pag. 96
" 2) Metodologie operative ed attrezzature	pag. 96
" 3) Campo prova.....	pag. 98
" 4) Controlli sul trattamento realizzato	pag. 99
13) Geomembrane in HDPE	pag. 102
" 1) Specifiche geomembrane in HDPE	pag. 102
" 2) Specifiche geomembrana ruvida in HDPE	pag. 104
14) Geocomposti Bentonitici.....	pag. 112
15) Geotessili a filo continuo polipropilene.....	pag. 114
16) Waterstop	pag. 117
17) Opere a Verde	pag. 118
" 1) Pulizia generale del terreno.....	pag. 118
" 2) Lavorazioni preliminari	pag. 118
" 3) Lavorazione del suolo	pag. 118
" 4) Correzione, ammendamento e concimazione di fondo del terreno “ Utilizzo di.....	pag. 119
" 5) Drenaggi localizzati e impianti tecnici.....	pag. 120
" 6) Lavori generali di drenaggio	pag. 120
" 7) Tracciamenti e picchettature	pag. 121
" 8) Preparazione delle buche, dei fossi o piazzole	pag. 121
" 9) Apporto di terra di coltivo.....	pag. 122
" 10) Opere antierosione.....	pag. 122
" 11) Messa a dimora di alberi, arbusti e cespugli	pag. 122
" 12) Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni, biennali e annuali,	pag. 123
" 13) Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri.....	pag. 123
" 14) Formazione dei prati.....	pag. 124
" 15) Inerbimenti e piantagioni di scarpate e di terreni in pendio	pag. 124
" 16) Protezione delle piante messe a dimora	pag. 125

G.02 ARGINI IN TERRA RINFORZATA

PROGETTAZIONE SVILUPPATA DA:

INGEGNERI ASSOCIATI PANDOLFI ADALBERTO E PANDOLFI LUCA - TAVOLINI SRL

G0-DISCIPLINARE D_P_E_T.DOC

INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	2
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
4. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI.....	2
4.1 APPALTI PUBBLICI.....	3
4.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO.....	3
4.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ.....	3
5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO.....	3
5.1 SCAVI	4
5.1.1 Scavi in genere.....	4
5.1.2 Norme di sicurezza da tenersi prima e durante gli scavi.....	6
5.1.3 Scavi di sbancamento o sterri.....	6
5.1.4 Scavi di fondazione o in trincea.....	6
5.2 RINTERRI.....	7
5.2.1 Riempimenti in pietrame a secco.....	8
5.3 FORMAZIONE DEI RILEVATI IN TERRA ARMATA.....	8
5.3.1 Piano di posa.....	9
5.3.2 Materiali.....	10
5.3.3 Modalità di esecuzione	10
5.3.4 Geocomposito drenante	13
5.3.5 Geogriglia.....	14
5.3.6 Controlli e verifiche durante l'esecuzione dei rilevati	14

1. OGGETTO

Il presente documento che riguarda il disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, è relativo alla realizzazione degli argini in terra rinforzata all'interno del progetto di ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo.

2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo ed individuata sullo stralcio C.T.R. al foglio 117 Quadrante IV di Jesi, sezione n. 281130 del Comune di Corinaldo.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento riguarda la realizzazione di opere di contenimento in terra armata per l'ampliamento dell'invaso della discarica di cui all'oggetto.

Il nuovo volume sarà suddiviso in due stralci delimitati da argini intermedi i quali saranno sormontati dai rifiuti durante la coltivazione dei lotti seguenti, pertanto non visibili nella condizione finale. Le sponde degli argini perimetrali invece saranno opportunamente protette dall'erosione e dal dilavamento delle acque meteoriche mediante interventi di ingegneria naturalistica.

4. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'Impresa è tenuta nell'esecuzione dei lavori ad osservare scrupolosamente tutte le Leggi, Norme e Regolamenti, anche se di carattere eccezionale o contingente o locale, vigenti durante l'esecuzione dei lavori anche se entrate in vigore dopo la stipulazione del contratto, riguardanti gli atti esecutivi, l'Impresa stessa ed i suoi dipendenti, qualunque sia l'autorità emanante ed il campo di applicazione (tecnico, amministrativo, sociale, assicurativo, antinfortunistico, ecc.). Si fa presente che l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni degli Enti preposti al controllo ed è tenuta all'osservanza di tutte le prescrizioni della legislazione e normativa tecnica, anche di quelle non espressamente citate nel presente documento, non essendo ammessa l'ignoranza da parte dell'Impresa delle disposizioni che interessano i lavori.

Tutti gli interventi, i materiali e la posa in opera devono essere conformi alla normativa e secondo la regola d'arte (per la quale valgono le disposizioni di Enti di unificazione o tecnici quali UNI, ecc.), di cui si danno di seguito i principali riferimenti.

In riferimento a tali Leggi e Norme l'Impresa è tenuta a fornire, nel rispetto del progetto ed anche se non indicate nel presente Disciplinare, tutte quelle opere e materiali che risultino

necessarie per il completo rispetto delle leggi e norme vigenti, e ciò senza alcun maggior onere per la Committenza.

4.1 APPALTI PUBBLICI

- D. Lgs n. 163 del 12 /04/2006 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- DPR n. 554 del 21/12/1999 – Regolamento d’attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici.

4.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO

- D. Lgs. n. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

4.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ

- DM 14/01/2008 – Testo unico delle costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2/02/2009 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008;
- Decreto Ministeriale LL.PP.11/03/1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate naturali, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare LL.PP. 24/09/1988 n. 30483 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. 11/03/1988;
- Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica:
 - UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali;
 - UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;
- Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica:
 - UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 13251:2005 – Geotessili e prodotti affini – Caratteristiche richieste per l’impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno;
- UNI EN 14475:2006 – Esecuzioni di lavori geotecnici speciali: Terra rinforzata.

5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO

I materiali da impiegare devono tutti corrispondere per dimensioni, peso, numero, qualità, specie, lavorazione ed eventuale provenienza ai requisiti indicati o richiesti nel presente documento ed essere visionati ed accettati dalla D.L.. I materiali devono essere conformi alla campionatura presentata all'inizio dei lavori alla D.L. e accettata da quest'ultima. L’impresa,

su richiesta di quest'ultima, ha l'obbligo di prestarsi in ogni momento a sottoporre i materiali impiegati e da impiegarsi alle prove normali e regolamentari ed a quelle che prescriverà la D.L. per l'accertamento della loro qualità e resistenza; dovrà sottostare a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni agli Istituti Sperimentali che la D.L. stessa designerà, nonché a pagare le spese per dette prove secondo le tariffe degli Istituti stessi. La D.L. ha la facoltà di rifiutare i materiali che ritiene non rispondenti alle norme indicate o richiamate nel presente Documento o inadatti alla buona riuscita dei lavori. L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale non pregiudica il diritto della D.L. di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo, i materiali ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali. I materiali ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la D.L..

Le forniture ed opere indicate successivamente devono essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni tecniche nel seguito indicate. I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, per la costruzione delle opere in oggetto, risponderanno alle caratteristiche e prestazioni previste dalle vigenti leggi e dalle specifiche di progetto.

5.1 SCAVI

5.1.1 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L.. Nella esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, anche obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nelle aree destinate agli interventi. Nell'esecuzione degli scavi si dovrà provvedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati e le scarpate raggiungano l'inclinazione prescritta e/o tollerata in progetto. L'Impresa è tenuta, altresì, ad allontanare a propria cura e spese eventuali trovanti ritenuti non idonei dalla D.L. per reimpieghi successivi. L'Impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera, in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione e con il cassonetto finito in ciascun tratto iniziato. Inoltre dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque mantenendo efficiente, a propria cura e spese, il deflusso delle acque, se occorre, con canali fuggatori. Qualunque sia la natura del terreno da scavare e qualunque siano i lavori da eseguire per la presenza negli scavi di macigni, conglomerati preesistenti, canali di

fognature, infiltrazioni d'acqua, ecc., si intende che ogni onere relativo sarà a carico dell'Impresa. Questa pertanto ha l'obbligo, prima dell'offerta di effettuare accurate indagini sulla natura del sottosuolo ricorrendo a opportuni sondaggi o esaminando quelli già predisposti, in modo da rendere così sollevato il Committente da ogni indeterminazione o insufficienza di dati e istruzioni. I materiali, provenienti dagli scavi (sabbie, ghiaie, pietre, ciottoli, terreno vegetale, argilla, ecc.) che a giudizio della D.L. fossero ritenuti idonei per altri lavori di costruzione, sono di diritto proprietà del Committente. L'Impresa dovrà depositarli a sue spese nel sedime di cantiere secondo gli ordini della D.L.. In caso di rinvenimento di oggetti di valore intrinseco od archeologico questi spettano di diritto al Committente, salvo quanto su essi possa competere allo Stato. In particolare l'Impresa è tenuta tempestivamente a segnalare alla D.L. ed alla Soprintendenza rinvenimenti di carattere archeologico per le necessarie valutazioni. Qualora negli scavi si fossero eventualmente sorpassati i limiti di progetto o quelli indicati successivamente dalla D.L. in variante al progetto, non solo non verrà conteggiato il maggior volume, ma l'Impresa dovrà a proprie spese ricostituire il terrapieno o le falde ed eseguire quei maggiori lavori che per tale fatto si rendessero necessari. Qualora durante i lavori di scavo si rinvenissero tubazioni di acqua, gas, elettriche, ecc. l'Impresa dovrà pure eseguire, senza maggiorazione di prezzo (salvo diversa precisazione), le opere necessarie per il loro sostegno, o spostamento ed esercitare una sorveglianza attiva e continua per evitare fughe, rotture, disgrazie, prendendo altresì accordi ed ottemperando alle prescrizioni dei rispettivi proprietari, sotto la completa sua responsabilità. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dal prezzo offerto. Nell'eventualità di scavi di materie inquinate da infiltrazioni di acque luride o da depositi di materiali organici capaci di compromettere la sanità pubblica o anche soltanto di arrecare disturbo agli operai addetti ai lavori ed a terze persone, a giudizio esclusivo della D.L., l'Impresa sarà tenuta, senza maggiorazioni, a cospargere le materie scavate di sostanze antisettiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte dalla D.L. ad altro impiego nei lavori, verranno portate fuori dalla sede del cantiere e inviate alle discariche. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse verranno depositate in luogo adatto, accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non costituiranno danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. Le modalità di stoccaggio e/o il conferimento alle pubbliche discariche sarà effettuato conformemente alla vigente legislazione in materia.

5.1.2 Norme di sicurezza da tenersi prima e durante gli scavi

L'Impresa ha il preciso obbligo di ottemperare scrupolosamente a tutte le norme di legge emanate in proposito, nonché a quelle eventuali future che risultassero emanate all'epoca della esecuzione dei lavori. Dovrà inoltre attenersi alle disposizioni qui di seguito riportate:

- se lo scavo richiede puntellamenti, questi si devono disporre in modo da non ostacolare le eventuali manovre entro lo scavo e saranno applicati contro il terreno in modo da ripartire le spinte sopra una superficie più estesa possibile;
- si devono inoltre predisporre vie di scolo e possibilità di raccolta per le acque piovane ricorrendo a canali fuggatori, fossi di guardia, argini allo scopo di impedire franamenti delle pareti di scavo o ristagni dannosi all'esecuzione dei lavori;
- gli scavi dovranno avere inoltre convenienti ripari con indicazione di pericoli a mezzo di cartelli e, di notte, di segnalazioni luminose.

Le suddette norme sono impartite senza pregiudizio delle responsabilità che si intendono sempre a carico dell'Impresa. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti delle pareti stesse.

5.1.3 Scavi di sbancamento o sterri

Per scavi di sbancamento o sterri si intendono quelli occorrenti per lo spianamento, il raggiungimento del piano di appoggio della struttura, la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le strutture, saranno tutti quelli eseguiti a sezione aperta. Se necessario e secondo le disposizioni della D.L. dovrà essere previsto il puntellamento delle pareti di scavo per garantire la loro stabilità.

Gli scavi dovranno essere mantenuti all'asciutto, sia durante le operazioni di scavo, e tenuti liberi dalla vegetazione di qualsiasi natura e dimensione. I cigli saranno esattamente profilati e le scarpate e il fondo perfettamente regolarizzati e tali dovranno essere mantenuti a cura e spese dell'Impresa.

I piani di sbancamento dovranno essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia e con una minima pendenza verso l'esterno dell'invaso per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

5.1.4 Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi in trincea dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla D.L. verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione").

Le profondità, indicate negli elaborati grafici di progetto, sono perciò di semplice avviso e la parte appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali che saranno stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Nell'intervento in oggetto saranno realizzati scavi in trincea per l'alloggiamento delle condotte di drenaggio a tergo delle strutture in terra armata.

I piani di fondazione dovranno essere orizzontali. Compiuta la posa delle condotte, l'eventuale scavo eseguito in più in prossimità della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

5.2 RINTERRI

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e fino alle quote prescritte dalla D.L. si impiegheranno in generale, e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi, se disponibili ed adatte. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederà al loro reperimento esterno, purché i materiali siano idonei.

Le materie trasportate in cantiere con automezzi saranno depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con mezzi appropriati al momento della formazione dei suddetti rinterri, tali dovranno essere posizionati non a strutture di fresca costruzione. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla D.L..

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito con materiali idonei come previsto dalla documentazione di progetto. In ogni caso le operazioni di rinterro vanno eseguite senza danneggiare i manufatti eseguiti.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, col tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;

- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;

- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Il rinterro con i materiali di risulta degli scavi prevede l'eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

5.2.1 Riempimenti in pietrame a secco

Per il riempimento delle trincee di posa delle condotte si adopereranno di massima i materiali provenienti dagli scavi, ove riconosciuti idonei dalla D. L.. Il rinterro dovrà essere iniziato adoperando per il primo strato, fino ad un'altezza di ricoprimento di 30 cm sulla generatrice superiore della tubazione, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia di dimensioni maggiori di 10 mm, erba, frasche, ecc. Il rinterro sarà effettuato in strati con l'onere dell'accurato rinalzo della condotta. Il riempimento successivo sarà eseguito fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente. L'Impresa resta sempre unica responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro.

Nel caso che i materiali provenienti dagli scavi non risultassero, a insindacabile giudizio della D.L., idonei per il rinterro, l'Impresa avrà l'obbligo di sostituirli, in tutto o in parte con altri accettati dalla D.L. e provenienti da cave di prestito a qualsiasi distanza.

5.3 FORMAZIONE DEI RILEVATI IN TERRA ARMATA

Nel caso in esame i rilevati sono quelle opere in terra realizzate come opere di sostegno e confinamento dell'invaso destinato all'abbancamento dei rifiuti.

I rilevati devono essere eseguiti con materiali, modalità esecutive e mezzi qualificati in seguito alle risultanze di studi e prove di qualifica da realizzarsi prima dell'esecuzione dei rilevati stessi.

La realizzazione di una terra rinforzata può essere semplificata nelle seguenti fasi:

- regolarizzazione del terreno in sito e preparazione del piano di posa;
- posa del sistema drenante;
- realizzazione della terra rinforzata.
- realizzazione delle opere a verde.

Prima di dare inizio alla costruzione dei rilevati, l'Impresa procederà al loro accurato tracciamento, installando picchetti e modine che indichino i limiti del terrapieno in relazione alle scarpate e alle larghezze in sommità previste in progetto o prescritte dalla D.L..

Per la formazione dei rilevati verranno impiegati i terreni provenienti dagli scavi che si dovranno effettuare nell'ambito dell'area di ampliamento per la predisposizione dei nuovi lotti; si tratterà di terreno proveniente prevalentemente dalle coltri di ricoprimento eluviali e colluviali (con esclusione dello strato superficiale agrario e pedogenizzato), di natura limoso-argillosa e/o argilloso-limosa, ed in parte complementare dalla parte superiore alterata della formazione di base di natura argilloso-marnosa.

Nella caratterizzazione di questo terreno, utilizzato per la costruzione del rilevato delle terre rinforzate, si è ipotizzato che, nella posa in opera, si osservino le prescrizioni di buona costruzione, indicate ai paragrafi successivi.

Ai fini della stabilità delle pareti di scavo, essi saranno eseguiti secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto e disposte dalla D.L..

La cotica erbosa rimossa sarà utilizzata interamente per il rivestimento delle scarpate e, se in eccedenza, verrà portata a discarica a cura e spese dell'Impresa.

Il rilevato dovrà sempre essere lasciato, durante la sospensione dei lavori, con opportuna forma, in modo di permettere lo scolo delle acque senza che la presenza delle medesime, possa alterare la buona riuscita dei lavori. Qualora il materiale risultasse ammalorato per quanto sopra, dovrà essere sostituito a cura e spese dell'Impresa.

5.3.1 Piano di posa

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere adeguatamente preparato, procedendo anzitutto all'abbattimento di alberi, siepi e cespugli e all'estirpazione delle radici e quindi all'asportazione del terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata nel progetto o stabilita dalla D.L. in corso d'opera.

Ai fini dell'accertamento dell'idoneità del terreno sottostante a sopportare il peso del rilevato senza eccessivi cedimenti o rifluimenti, l'Impresa dovrà preventivamente provvedere, a sua cura e spese, a far eseguire, presso i laboratori ufficiali, tutte le terminazioni necessarie alla caratterizzazione del terreno secondo le norme CNR-UNI 10006.

L'Impresa avrà cura di garantire l'immediato e continuo smaltimento delle acque dagli scavi.

Il terreno proveniente dagli scavi suddetti se non idoneo, dovrà essere trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa, ad eccezione della terra vegetale, la quale verrà accatastata in zone di deposito all'uopo predisposte a cura e spese dell'Impresa ed in modo tale da non ostacolare lo smaltimento delle acque, e qui disponibile per un successivo impiego.

Successivamente, ed indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla D.L., l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'esecuzione delle seguenti prove:

- classificazione CNR UNI 10006;

- determinazione del rapporto percentuale tra la densità del secco in sito e quella massima relativa alla prova AASHO Mod.;
- determinazione dell'umidità in sito;
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee;
- indice di portanza CBR del terreno.

Relativamente al piano di posa dei rilevati (sottofondo), si dovrà provvedere al costipamento del terreno con adatto macchinario fino a raggiungere per una determinata profondità, un certo grado di costipamento secondo quanto riportato negli elaborati di progetto e disposto dalla D.L..

Prima di procedere all'esecuzione delle opere in terra, l'Impresa deve effettuare uno studio per accertare che i materiali da impiegare, abbiano le caratteristiche richieste, nonché per definire le modalità di esecuzione e gli impianti da impiegare, al fine di ottenere un'opera avente le caratteristiche prescritte.

5.3.2 Materiali

Il terreno che si intende utilizzare per la costruzione dei rilevati delle terre rinforzate è il terreno proveniente dagli scavi che si dovranno effettuare nell'ambito dell'area di ampliamento per la predisposizione dei nuovi lotti; si tratterà di terreno proveniente prevalentemente dalle coltri di ricoprimento eluviali e colluviali (con esclusione dello strato superficiale agrario e pedogenizzato), di natura limoso-argillosa e/o argilloso-limoso, ed in parte complementare dalla parte superiore alterata della formazione di base di natura argilloso-marnosa.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite in sito per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni, la coltre colluviale è costituita da limi argillosi da poco a mediamente consistenti. La struttura è caotica, con concrezioni carbonati e macule di torba, con rare patine di ossidazione, di colorazione da nocciola a brunastra, con rare venature grigiastre, a luoghi inclusi sabbiosi. La fascia eluviale è caratterizzata da argille, argille limose consistenti con sottili inclusioni di sabbie fini di colorazione da giallastra a grigiastra. Le argille-limose si presentano di colorazione nocciola, grigiastra variegata, con rare concrezioni carbonatiche. Infine la formazione di base plio-pleistocenica è formata da argille, argille marnose grigiastre, molto consistenti e poco plastiche intercalate a sottili livelli di sabbie fini grigiastre. Si presenta ben stratificata, a stratificazione sub orizzontale, con strati centimetrici marcati da sottili veli di sabbie fini sempre grigiastre o, più raramente, giallastre.

5.3.3 Modalità di esecuzione

Nella costruzione dell'argine andranno seguite le indicazioni progettuali riportate nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le dimensioni del rilevato e la pendenza delle scarpate, sia

per quanto riguarda lo spessore degli strati, il tipo di macchina da utilizzare per il costipamento ed il numero di passate che dovranno essere concordati con la D.L..

Nella caratterizzazione del terreno riportata al precedente paragrafo, utilizzato per la costruzione del rilevato delle terre rinforzate, si è ipotizzato che, nella posa in opera, si osservino le prescrizioni di buona costruzione, qui di seguito riassunte:

- Posa in opera del terreno in strati dello spessore di 20 cm massimo, compattati al 95% della densità secca massima ed alla umidità ottimale ($\pm 2\%$) determinate nel corso di una prova Proctor modificata, utilizzando rulli "a zampa di pecora" o similari, adatti per compattare con efficienza terreni coesivi;
- Inserimento di dreni a tergo dei rilevati in terra rinforzata, mediante interposizione di geocomposito drenante idoneo a sopportare, senza perdere la propria trasmissività, le pressioni litostatiche cui sarà sottoposto in fase di posa e di esercizio (vista l'altezza non trascurabile di molti dei rilevati in terra rinforzata); le acque così drenate dovranno essere raccolte e smaltite in reti di scarico indirizzate a valle dell'area della discarica;
- Dotazione di opere di regimazione delle acque superficiali, opportunamente ubicate a monte dei rilevati in terra rinforzata; anche le acque così raccolte dovranno essere smaltite in reti di scarico indirizzate a valle dell'area della discarica.

In genere nel definire le modalità esecutive, l'Impresa deve tenere conto di quanto segue:

- lo spessore degli strati, misurato dopo il costipamento, deve essere 0.20 m;
- il numero delle passate del rullo non deve essere inferiore a 6;
- la larghezza della sovrapposizione delle singole passate non deve essere inferiore a 0.50 m;
- la velocità operativa del rullo a "zampa di montone" o a "zampa di pecora" o a "denti tronco piramidali" non deve essere superiore a 4 km/h.

I rulli a "zampa di pecora" o a "denti tronco piramidali" o a zampa di montone" sono formati da un rullo d'acciaio munito di punte di varia forma, e possono essere trainati o semoventi. Si differenziano tra loro per la forma delle punte. Le punte esercitano un'azione di punzonamento e taglio nello spessore di terreno direttamente interessato. Tra tutti i tipi di rulli, quelli a "zampa di pecora" si sono dimostrati i più adatti a terreni coesivi. Essi esercitano pressioni elevate, in un primo tempo compattano gli strati più bassi, poi la loro azione si trasferisce gradualmente in superficie affinché il terreno sottostante acquisti resistenza. Tali rulli contribuiscono anche alla miscelazione del terreno.

Sempre ai disegni di progetto si dovrà fare riferimento per le caratteristiche dimensionali e dei materiali da utilizzare per la realizzazione della pista di servizio o della strada sulla testa arginale.

Compattazione

La compattazione del terreno, è definita come il metodo atto ad aumentare meccanicamente la densità del terreno e quindi la sua capacità portante, migliorando la propria stabilità ed impermeabilità e riducendo così al minimo i rischi di assestamento.

La stesa del materiale per la formazione del rilevato dovrà essere eseguita in strati regolari di spessore proporzionale alla natura del materiale stesso e alla potenza, tipo e peso dei mezzi costipanti utilizzati, secondo le disposizioni all'uopo impartite dalla D.L., ma in ogni caso non superiore a cm 40 e con pendenza trasversale non inferiore al 2% e non superiore al 4%, onde permettere un rapido smaltimento delle acque piovane.

Poiché generalmente il fronte della terra rinforzata ha una pendenza superiore a quella di natural declivio del terreno, si rende necessaria la posa di un cassero rimovibile per contenere il terreno durante la compattazione.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera per strati non eccedenti i 20 cm e costipato con mezzi meccanici riconosciuti idonei dalla D.L., fino ad ottenere una compattazione al 90% della densità secca massima ed alla umidità ottimale (\pm 2%) determinate nel corso di una prova Proctor modificata, utilizzando rulli "a zampa di pecora" o similari, adatti per compattare con efficienza terreni coesivi.

La Prova Proctor Modificata dovrà essere eseguita in accordo alle norme CNR BU n. 69/73, oppure UNI EN 13286-2:2005 oppure alle raccomandazioni internazionali ASTM D 1557 o AASHTO T 180.

Il contenuto d'acqua dei materiali impiegati deve essere mantenuto entro i limiti necessari per ottenere, a seguito del costipamento, la densità prescritta; pertanto l'Impresa deve provvedere, se necessario, ad inumidire o ad essiccare all'aria i materiali, rimescolandoli opportunamente nel corso della posa in opera. Il contenuto di acqua del materiale verrà portato al valore più idoneo per ottenere il massimo effetto costipante, inumidendo od aerando il materiale stesso secondo necessità, in relazione al valore dell'umidità ottimale prescritta dalla D.L. e basata su prove di laboratorio o di cantiere. In ogni caso non sarà consentito eseguire il costipamento a secco del materiale.

Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo, che non potrà essere posto in opera senza preventivo consenso della D.L..

L'esecuzione dell'opera deve procedere in modo che si abbia, in ogni momento, conformazione tale da impedire, tramite opportune pendenze, il dilavamento o il rammollimento dello strato per effetto del ristagno di eventuali acque meteoriche.

Durante la costruzione dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese a proteggere la base del terrapieno dall'azione delle acque piovane mediante l'apertura a monte di appositi fossi di guardia scolanti, anche provvisori, atti a garantire l'immediato e continuo smaltimento delle acque.

La parte superiore del terrapieno verrà sagomata secondo le indicazioni di progetto con pendenze trasversali tali da assicurare lo smaltimento superficiale delle acque ed in ogni caso non superiore al 4%.

Nel caso si prevedano sospensioni durature le fasi di lavoro, onde evitare la penetrazione di acque piovane nel rilevato e la conseguente sua saturazione, l'Impresa sarà tenuta a costipare a fondo l'ultimo strato eseguito, ove necessario, sagomando la superficie in modo da impedire ristagni d'acqua; alla ripresa dei lavori dovrà essere rimossa qualsiasi traccia di vegetazione che abbia attecchito.

Protezione

Per proteggere il paramento frontale dall'azione erosiva degli agenti atmosferici, sarà previsto un elemento antierosivo: la geostuoia. Per garantire una migliore protezione del rilevato dall'azione diretta degli agenti atmosferici, la superficie esterna del terrapieno sarà rivestita anche con uno strato di terra vegetale, dello spessore indicato nei disegni costruttivi o stabilito dalla D.L. in corso d'opera, onde favorire l'attecchimento e lo sviluppo di vegetazione spontanea o di seminagioni che la D.L. ritenesse opportuno effettuare. La terra potrà provenire dai depositi di terreno vegetale asportato nella preparazione del piano di posa del rilevato stesso o da altre zone, purché possenga le caratteristiche necessarie.

Successivamente sarà eseguito l'inerbimento con idrosemina mediante l'aspersione per mezzo di appositi macchinari (idrosemiatrici) di una miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito a scelta dalla D.L..

5.3.4 Geocomposito drenante

A tergo della terra rinforzata si prevede un sistema drenante realizzabile mediante la posa di un geocomposito drenante associato ad un tubo fessurato.

Il geocomposito è costituito da una struttura in HDPE cuspidata ad elevato indice di vuoti, accoppiata ad un geotessile filtrante incollato sulle cuspidi. Il geotessile non tessuto filtra l'acqua proveniente dal terreno (funzione di filtrazione) e la struttura drenante, avente un elevato indice di vuoti, la trasporta al tubo collettore microfessurato (funzione di drenaggio).

Il geocomposito dovrà essere approvato dalla D.L. e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste.

Il geocomposito drenante dovrà essere marcato CE in conformità alla normativa europea. La produzione del geocomposito deve essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001:2000.

5.3.5 Geogriglia

La struttura di sostegno in terra rinforzata sarà costituita da elementi di armatura planare orizzontali: geogriglia.

Nei rilevati realizzati mediante compattazione a strati successivi, saranno posizionate geogriglie bi-orientate in poliestere ad elevato modulo aventi dimensioni e caratteristiche meccaniche di resistenza quelle indicate negli elaborati grafici di progetto e dalla D.L..

5.3.6 Controlli e verifiche durante l'esecuzione dei rilevati

L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

La D.L. potrà provvedere, quando lo crederà necessario, al controllo dell'esecuzione dei rilevati e del materiale posto in opera, sia determinando il grado di compattazione e di umidità durante l'esecuzione, sia effettuando prelievi in sito ed analisi di laboratorio allo scopo di comprovare le caratteristiche dei materiali effettivamente impiegati. Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto. Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove in campo sono a carico dell'Impresa.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali. Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla D.L., il maggiore rilevato non verrà contabilizzato e l'Impresa, se ordinato dalla D.L., rimuoverà, a sua cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla D.L..

G.03 VASCA PERCOLATO

PROGETTAZIONE SVILUPPATA DA:

INGEGNERI ASSOCIATI PANDOLFI ADALBERTO E PANDOLFI LUCA - TAVOLINI SRL

G0-DISCIPLINARE D_P_E_T.DOC

INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	2
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	2
4. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI.....	2
4.1 APPALTI PUBBLICI.....	3
4.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO.....	3
4.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ.....	3
5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO.....	3
5.1 SCAVI	4
5.1.1 Scavi in genere.....	4
5.1.2 Norme di sicurezza da tenersi prima e durante gli scavi.....	5
5.1.3 Scavi di sbancamento o sterri.....	6
5.1.4 Scavi di fondazione o in trincea.....	6
5.2 RINTERRI.....	7
5.3 OPERE E STRUTTURE IN CALCESTRUZZO	8
5.3.1 Conglomerati cementizi armati	8
5.4 FONDAZIONI.....	15
5.5 SOLAI	15
5.5.1 Solai gettati in opera	15
5.5.2 Solai con elementi prefabbricati.....	16
5.6 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE.....	16
5.7 OPERE IN METALLO.....	17
5.7.1 Chiusini di ispezione.....	17
5.7.2 Dispositivi di protezione anticaduta.....	17

1. OGGETTO

Il presente documento riguarda la realizzazione di una vasca in cemento armato per la raccolta e lo stoccaggio del percolato di discarica da eseguirsi all'interno del progetto di ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo.

2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area oggetto dell'intervento è ubicata nel Comune di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo ed individuato sullo stralcio C.T.R. al foglio 117 Quadrante IV di Jesi, sezione n. 281130 del Comune di Corinaldo.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento edilizio riguarderà la realizzazione di una vasca in cemento armato per la raccolta e lo stoccaggio del percolato proveniente dalla discarica per rifiuti non pericolosi sul versante di valle posto a Sud dell'opera.

I lavori prevedono le seguenti opere:

- Scavo per la posa in opera della vasca;
- Realizzazione di un opportuno strato di materiale drenante sul fondo della vasca;
- Realizzazione soletta di fondazione in cemento armato, previa la posa di uno strato di magrone e di uno strato impermeabilizzante con pannelli in cartone riempiti con bentonite sodica;
- Realizzazione pareti in cemento armato;
- Posa a tergo delle pareti di uno strato drenante e rivestimento impermeabilizzante esterno mediante pannelli in cartone riempiti con bentonite sodica;
- Trattamento per la protezione antiacida delle superfici interne con resine epossicatrame;
- Trattamento impermeabilizzante delle superfici interne con miscele di cemento ed inerti additate con prodotti sintetici idrorepellenti ed impermeabili;
- Realizzazione di solaio di copertura in cemento armato ed installazione di chiusini di ispezione in ghisa carrabili.

4. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'Impresa è tenuta nell'esecuzione dei lavori ad osservare scrupolosamente tutte le Leggi, Norme e Regolamenti, anche se di carattere eccezionale o contingente o locale, vigenti durante l'esecuzione dei lavori anche se entrate in vigore dopo la stipulazione del contratto, riguardanti gli atti esecutivi, l'Impresa stessa ed i suoi dipendenti, qualunque sia l'autorità emanante ed il campo di applicazione (tecnico, amministrativo, sociale, assicurativo,

antifortunistico, ecc.). Si fa presente che l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni degli Enti preposti al controllo (ISPESL, USL, VV.F, ecc.) ed è tenuta all'osservanza di tutte le prescrizioni della legislazione e normativa tecnica, anche di quelle non espressamente citate nel presente documento, non essendo ammessa l'ignoranza da parte dell'Impresa delle disposizioni che interessano i lavori.

Tutti gli interventi, i materiali e la posa in opera devono essere conformi alla normativa e secondo la regola d'arte (per la quale valgono le disposizioni di Enti di unificazione o tecnici quali UNI, CEN, ecc.), di cui si danno di seguito i principali riferimenti.

In riferimento a tali Leggi e Norme l'Impresa è tenuta a fornire, nel rispetto del progetto ed anche se non indicate nel presente Disciplinare, tutte quelle opere e materiali che risultino necessarie per il completo rispetto delle leggi e norme vigenti, e ciò senza alcun maggior onere per la Committenza.

4.1 APPALTI PUBBLICI

- D. Lgs n. 163 del 12/04/2006 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- DPR n. 207 del 05/10/2010 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo n. 163 del 12/04/2006, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”.

4.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO

- D. Lgs. n. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

4.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ

- DM 14/01/2008 – Testo unico delle costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2/02/2009 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008;
- UNI 11104:2004 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO

Tutti i materiali e componenti saranno e di primaria qualità. Le forniture ed opere indicate successivamente devono essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni tecniche nel seguito indicate. I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, per la costruzione delle opere in oggetto, risponderanno alle caratteristiche e prestazioni previste dalle vigenti leggi e dalle specifiche di progetto.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato saranno nel rispetto di tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale risponderanno alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 Gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Nel caso di prodotti industriali, essi risponderanno ad un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

5.1 SCAVI

5.1.1 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L. Nella esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, anche obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nelle aree destinate agli interventi. Nell'esecuzione degli scavi si dovrà provvedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati e le scarpate raggiungano l'inclinazione prescritta e/o tollerata in progetto. L'Impresa è tenuta, altresì, ad allontanare a propria cura e spese eventuali trovanti ritenuti non idonei dalla D.L. per reimpieghi successivi. L'Impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera, in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione e con il cassonetto finito in ciascun tratto iniziato. Inoltre dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e comunque mantenere efficiente, a propria cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fognatori. Qualunque sia la natura del terreno da scavare e qualunque siano i lavori da eseguire per la presenza negli scavi di macigni, conglomerati preesistenti, canali di fognature, infiltrazioni d'acqua, ecc., si intende che ogni onere relativo sarà a carico dell'Impresa. Questa pertanto ha l'obbligo, prima dell'offerta di effettuare accurate indagini sulla natura del sottosuolo ricorrendo a opportuni sondaggi o esaminando quelli già predisposti, in modo da rendere così sollevato il Committente da ogni indeterminazione o insufficienza di dati e istruzioni. I materiali, provenienti dagli scavi (sabbie, ghiaie, pietre, ciottoli, terreno vegetale, argilla, ecc.) che a giudizio della D.L. fossero ritenuti idonei per altri lavori di costruzione, sono di diritto proprietà del Committente. L'Impresa dovrà depositarli a sue spese nel sedime di cantiere secondo gli ordini della D.L.. In caso di rinvenimento di oggetti di valore intrinseco od archeologico questi spettano di diritto al Committente, salvo quanto su essi possa competere allo Stato. In particolare l'Impresa è tenuta

tempestivamente a segnalare alla D.L. ed alla Soprintendenza rinvenimenti di carattere archeologico per le necessarie valutazioni. Qualora negli scavi si fossero eventualmente sorpassati i limiti di progetto o quelli indicati successivamente dalla D.L. in variante al progetto, non solo non verrà conteggiato il maggior volume, ma l'Impresa dovrà a proprie spese ricostituire il terrapieno o le falde ed eseguire quei maggiori lavori che per tale fatto si rendessero necessari. Qualora durante i lavori di scavo si rinvenissero tubazioni di acqua, gas, elettriche, ecc. l'Impresa dovrà pure eseguire, senza maggiorazione di prezzo (salvo diversa precisazione), le opere necessarie per il loro sostegno, o spostamento ed esercitare una sorveglianza attiva e continua per evitare fughe, rotture, disgrazie, prendendo altresì accordi ed ottemperando alle prescrizioni dei rispettivi proprietari, sotto la completa sua responsabilità. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dal prezzo offerto. Nell'eventualità di scavi di materie inquinate da infiltrazioni di acque luride o da depositi di materiali organici capaci di compromettere la sanità pubblica o anche soltanto di arrecare disturbo agli operai addetti ai lavori ed a terze persone, a giudizio esclusivo della D.L., l'Impresa sarà tenuta, senza maggiorazioni, a cospargere le materie scavate di sostanze antisettiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte dalla D.L. ad altro impiego nei lavori, verranno portate fuori dalla sede del cantiere e inviate alle discariche. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse verranno depositate in luogo adatto, accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non costituiranno danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. Le modalità di stoccaggio e/o il conferimento alle pubbliche discariche sarà effettuato conformemente alla vigente legislazione in materia.

5.1.2 Norme di sicurezza da tenersi prima e durante gli scavi

L'Impresa ha il preciso obbligo di ottemperare scrupolosamente a tutte le norme di legge emanate in proposito, nonché a quelle eventuali future che risultassero emanate all'epoca della esecuzione dei lavori. Dovrà inoltre attenersi alle disposizioni qui di seguito riportate:

- se lo scavo richiede puntellamenti, questi si devono disporre in modo da non ostacolare le eventuali manovre entro lo scavo e saranno applicati contro il terreno in modo da ripartire le spinte sopra una superficie più estesa possibile;
- si devono inoltre predisporre vie di scolo e possibilità di raccolta per le acque piovane ricorrendo a canali fugatori, fossi di guardia, argini allo scopo di impedire franamenti delle pareti di scavo o ristagni dannosi all'esecuzione dei lavori;
- gli scavi dovranno avere inoltre convenienti ripari con indicazione di pericoli a mezzo di cartelli e, di notte, di segnalazioni luminose.

Le suddette norme sono impartite senza pregiudizio delle responsabilità che si intendono sempre a carico dell'Impresa. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti delle pareti stesse.

5.1.3 Scavi di sbancamento o sterri

Per scavi di sbancamento o sterri si intendono quelli occorrenti per lo spianamento, il raggiungimento del piano di appoggio della struttura fondale, la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, saranno tutti quelli eseguiti a sezione aperta. Se necessario e secondo le disposizioni della D.L. dovrà essere previsto il puntellamento delle pareti di scavo per garantire la loro stabilità.

Gli scavi dovranno essere mantenuti all'asciutto, sia durante le operazioni di scavo, e tenuti liberi dalla vegetazione di qualsiasi natura e dimensione. I cigli saranno esattamente profilati e le scarpate e il fondo perfettamente regolarizzati e tali dovranno essere mantenuti a cura e spese dell'Impresa.

5.1.4 Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla D.L. verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione").

Le profondità, indicate negli elaborati grafici di progetto, sono perciò di semplice avviso e la parte appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali che saranno stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

I piani di fondazione dovranno essere orizzontali. Compiuta la struttura di fondazione, l'eventuale scavo eseguito in più in prossimità della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Per la tipologia di struttura fondale in oggetto si necessita di trincea che verrà eseguita a seguito di un primo scavo di sbancamento. I piani di fondazione saranno opportunamente orizzontali conformemente a quanto indicato negli elaborati grafici di progetto.

5.2 RINTERRI

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla D.L. si impiegheranno in generale, e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi, se disponibili ed adatte per il rinterro.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederà al loro reperimento esterno, purché i materiali siano idonei.

In generale per i rinterri da addossarsi alle strutture, si impiegheranno sempre materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti sarà usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, opportunamente compattati, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in cantiere con automezzi saranno depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con mezzi appropriati al momento della formazione dei suddetti rinterri, tali dovranno essere posizionati non a strutture di fresca costruzione. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla D.L..

I rinterri saranno addossati alle murature solo dopo che queste abbiano raggiunto sufficiente stagionatura, salvo diversa disposizione della D.L. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle presenti prescrizioni, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito con materiali idonei come previsto dalla documentazione di progetto. In ogni caso le operazioni di rinterro vanno eseguite senza danneggiare i manufatti eseguiti.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, col tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;

- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Il rinterro con i materiali di risulta degli scavi prevede l'eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i rinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

5.3 OPERE E STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

5.3.1 Conglomerati cementizi armati

I materiali da impiegarsi per la formazione dei conglomerati cementizi da adoperarsi per l'esecuzione di opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, armate o meno, dovranno possedere qualità e caratteristiche perfettamente corrispondenti alle prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

Nel caso come in esame, la struttura in calcestruzzo armato è un'opera idraulica destinata al contenimento di percolato di scarica, pertanto dovrà essere garantito sia il requisito di durabilità che quello di tenuta idraulica, requisiti che si conseguono rispettando le prescrizioni contenute negli Eurocodici e nella norma UNI 11104.

Composizione dei conglomerati

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, saranno adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato, secondo quanto disposto dalla D.L. e sulla base delle indicazioni della documentazione di progetto.

La massima dimensione dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere il riempimento del getto in ogni sua parte, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità del getto e dei mezzi d'opera. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del "bleeding" nel conglomerato.

Il quantitativo d'acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, sarà scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi sarà subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto sarà fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza delle proporzioni previste in sede di progetto.

L'impiego dei conglomerati di norma sarà sempre preceduto da uno studio preliminare, con relative prove, sia sui materiali da impiegare, che sulla composizione granulometrica degli inerti e sul dosaggio dei vari componenti. Studio che l'Impresa si obbliga ad effettuare, a sue spese e sotto la sorveglianza della D. L., presso Laboratori Ufficiali o altri autorizzati; ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal progetto, sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.).

Confezione degli impasti

La produzione del conglomerato dovrà essere effettuata con mezzi meccanici, possibilmente in impianti di betonaggio centralizzati, muniti dei necessari dispositivi di pesatura atti a garantire il dosaggio costante dei componenti.

L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo, tale da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli componenti. La consistenza dell'impasto dovrà essere compatibile con la particolare destinazione del getto e con il procedimento di posa in opera adottato.

In nessun caso è ammesso di ottenere una maggiore lavorabilità con impegno di acqua superiore a quanto previsto nella composizione del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

L'eventuale uso di additivi aeranti e fluidificanti dovrà essere volta per volta autorizzato dalla D.L., previa idonea documentazione e sperimentazione dei tipi proposti dall'Impresa essere autorizzata dalla D.L., alla quale deve essere preventivamente avanzata specifica richiesta con l'indicazione della Ditta fornitrice, della qualità dei leganti e degli inerti usati e della quantità di acqua di impasto.

L'accettazione di conglomerati preconfezionati sarà comunque subordinata al rispetto della specifica normativa UNI EN 206-1:2006, che ne precisa la definizione, le condizioni di fabbricazione e di trasporto, le caratteristiche dei componenti, le caratteristiche del prodotto che dovranno essere garantite e le prove atte a verificarne la conformità, nonché alle particolari prescrizioni della D.L..

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M. 14 Gennaio 2008.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento del getto di calcestruzzo.

Tutte le spese per la preparazione, conservazione e trasporto dei provini e quelle per l'esecuzione delle prove sono a totale carico dell'Impresa, che dovrà assolvere direttamente e consegnare quindi alla D.L. i documenti con i risultati ottenuti.

Nel caso di risultati inferiori rispetto alle resistenze prescritte, la D.L. ordinerà il prelievamento di campioni in sito da sottoporre ad analoghe prove sperimentali. Se i risultati inferiori alle prescrizioni saranno confermati, la D.L., in relazione alla funzione delle opere eseguite con il calcestruzzo di qualità scadente, avrà la facoltà di ordinare la demolizione ed il rifacimento delle opere o l'esecuzione di adeguate opere di consolidamento, il tutto a spese dell'Impresa. Le prove sclerometriche, eventualmente effettuate per il controllo speditivo, avranno solo valore indicativo.

Casseforme – centinature

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza deformazioni apprezzabili, al peso proprio del conglomerato e alle sollecitazioni provocate dai carichi accidentali di lavoro, dalla battitura e dalla eventuale vibrazione del getto. Qualora la luce delle membrature oltrepassasse i 6 m, sotto le casseforme e sotto i puntelli dovranno essere disposti opportuni apparecchi, idonei a garantire in ogni caso che il disarmo delle armature avvenga con gradualità e simultaneamente in ogni punto delle membrature. Particolare cura dovrà essere posta nella carpenteria di sostegno dei casseri per sostenere la spinta del getto stesso nonché delle sollecitazioni dovute alle operazioni di costipamento e vibratura.

Nel collocamento in opera di casseri e dime, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere. Le connessioni tra i vari elementi, qualunque sia la loro natura, dovranno essere ben curate ed essi verranno perfettamente accostati, specie per i getti effettuati con impasti fluidi o da vibrare, in modo che sia contenuta al minimo la fuoruscita di legante.

Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; dovranno essere assolutamente evitate mancanze di allineamento, tolleranze eccessive e sbradolamenti con conseguenti impoverimenti di malta, scolorimenti e scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Pertanto i giunti delle casseforme dovranno essere eseguiti con la massima cura, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche nelle giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi.

In caso di reimpiego, dovrà essere effettuata un'accurata pulizia, asportando tutti gli eventuali residui del precedente getto e ravvivando le superfici. I casseri e le dime non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbrecciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino

incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto.

Ove previsto in progetto o richiesto dalla D.L., la confezione delle casseforme dovrà essere integrata con l'applicazione di listelli, strisce di sigillatura in poliuretano od elementi di altri materiali idonei per evidenziare i giunti e per ottenere scanalature, gocciolatoi, decorazioni in vista o zigrinature.

Il disarmo per opere di fondazione ed altre strutture verticali può essere eseguito non prima di giorni due, sentito il parere della D.L. e fatte salve le eventuali prescrizioni di legge. Per strutture orizzontali portanti il disarmo, non è ammesso prima dei 28 giorni dall'esecuzione del getto.

Armature metalliche

Gli acciai da impiegarsi per l'esecuzione delle armature metalliche dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 Gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

È assolutamente vietata la lavorazione delle barre di armatura con piegature a caldo. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, dovranno essere sfalsate in modo che ciascuna interruzione non interessi una sezione metallica maggiore di 1/4 di quella complessiva e sia distante dalle interruzioni contigue di non meno 60 volte il diametro delle barre di maggiore diametro. Nella posa in opera delle barre l'Impresa dovrà provvedere alla realizzazione di tutti gli accorgimenti necessari affinché durante l'esecuzione del getto le armature si mantengano sollevate alle pareti delle casseforme delle distanze prescritte per copriferri, così come dovrà provvedere ad ogni legatura ed irrigidimento necessario a mantenere tutte le barre nella posizione di calcolo. In particolare nei getti di fondazione le gabbie non dovranno appoggiare sul terreno, quando non sia preventivamente eseguito il getto di pulizia in calcestruzzo magro. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si realizzeranno possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi in conformità alle norme vigenti in materia. Le barre piegate presenteranno, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro e comunque gli ancoraggi risponderanno a quanto prescritto nel D.M. 14 Gennaio 2008.

Particolari accorgimenti dovranno essere adoperati per evitare spostamenti nelle armature delle strutture a vista. È fatto assoluto divieto all'Impresa di procedere all'esecuzione del getto prima che la D.L. abbia provveduto ad accertare la rispondenza delle armature al progetto esecutivo ed alle disposizioni all'uopo impartite.

Posa in opera dei conglomerati cementizi armati

L'esecuzione delle opere di cemento armato avverrà secondo le disposizioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008.

Di seguito si riportano alcune delle principali prescrizioni da seguire.

1. *Esecuzione del getto*

Gli impasti saranno preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il termine trascorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine dello scarico in opera dovrà essere tale da non causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono di Abrams. È fatto assoluto divieto all'Impresa di diminuire la consistenza degli impasti aggiungendo acqua dopo lo scarico dalla betoniera. Prima di procedere all'esecuzione del getto dovrà essere eseguito un accurato controllo delle dimensioni e del perfetto posizionamento delle casseforme, delle condizioni di stabilità dei sostegni e della pulizia delle pareti interne; per i pilastri in modo particolare dovrà essere curata l'assoluta pulizia del fondo. Si provvederà inoltre ad una abbondante bagnatura delle casseforme.

Nell'esecuzione del getto, e successivamente, l'Impresa dovrà provvedere ad adottare tutti gli accorgimenti necessari perché la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30 °C e non scenda al di sotto dei 13 °C, per i getti di spessore inferiore ai 20 cm., e di 10 °C, negli altri casi, eventualmente ricorrendo anche all'uso di particolari additivi ritardanti, acceleranti o aeranti, approvati dalla D.L.. In particolare, nei periodi freddi, dovrà essere verificato che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superficie del getto, sulle armature o nelle casseforme. È in facoltà della D.L. ordinare la sospensione dei getti ovvero l'adozione di tutti i provvedimenti necessari, a suo esclusivo giudizio, senza che l'Impresa possa avanzare richiesta di speciali compensi od indennizzi di sorta.

Gli impasti devono essere preparati solo nella quantità necessaria ed è tassativamente escluso l'impiego di calcestruzzi per i quali sia palesemente iniziata la reazione di presa. Il conglomerato deve essere posto in opera, fresco d'impasto, a strati di spessore non elevato (eseguito a strati orizzontali non superiori a 30 cm), evitando la caduta da altezze superiori al metro ed evitando l'impiego di scivoli troppo lunghi per non provocare il noto fenomeno della separazione degli inerti. Il getto deve essere costipato con tondini per il necessario assestamento preliminare, battuto con pestelli o vibratori meccanici sia dentro che fuori dal getto con le corrette modalità che tale tecnica richiede.

E' vietato il getto con temperature inferiori a 0 °C, fatto salvo l'uso di additivi antigelo e sentito il parere del D.L. in relazione alla natura ed alla funzione della struttura. Parimenti sono da evitare i getti nelle giornate con temperatura troppo elevata (oltre i 35°) quando non ci sia la possibilità di innaffiare e mantenere umidi i getti o comunque proteggerli da insolazione diretta. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

L'eventuale uso di additivi fluidificanti dovrà essere autorizzato dalla D.L., previa idonea documentazione di prove preliminari e certificazioni di laboratorio sulle caratteristiche degli additivi proposti dall'impresa esecutrice.

Si dovrà tendere il più possibile a costruire gli elementi in conglomerato cementizio in singole tratte monolitiche (intendendo come tali quelle in cui l'intervallo di tempo fra la posa di due successivi strati orizzontali non superi le 3 ore). Qualora la D.L. consenta che vi siano interruzioni esse dovranno essere effettuate nelle posizioni e secondo le modalità approvate dalla D.L. stessa. In ogni caso tra le successive riprese del getto non dovranno verificarsi distacchi o discontinuità o differenze di aspetto. Se al momento della ripresa del getto il conglomerato sottostante si presentasse ancora molle, sarà sufficiente effettuare la ripresa con uno strato di conglomerato più ricco dell'impasto normale, curando di amalgamare i due strati di contatto. Nel caso, invece, che il conglomerato fosse già indurito, la ripresa del getto dovrà essere preceduta da una idonea preparazione della superficie di contatto, che dovrà essere accuratamente raschiata, se necessario lavorata alla punta, e quindi lavata abbondantemente con acqua in pressione e ripresa con malta liquida dosata a 5 q/l di cemento per ogni metro cubo di sabbia; nel caso di strutture contro acqua dovranno essere utilizzati speciali collanti o malte brevettate.

2. Maturazione del conglomerato

A getto ultimato e per tutto il tempo necessario al raggiungimento di un sufficiente grado di maturazione, in ogni caso per un periodo non inferiore a dieci giorni, il conglomerato dovrà essere adeguatamente protetto da urti, vibrazioni e sollecitazione meccaniche di qualsiasi genere. Inoltre, per tutto il periodo di presa, in ogni caso per un periodo non inferiore a tre giorni, l'Impresa dovrà provvedere a periodiche innaffiature della superficie dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento della stessa. Se necessario, in rapporto alle condizioni stagionali ed in modo particolare per le strutture sottili ed i rivestimenti, l'Impresa dovrà provvedere, di sua iniziativa e spese, a stendere sopra la superficie dei getti uno strato di sabbia o dare sopra la superficie dei getti uno strato di sabbia o di altro materiale idoneo approvato dalla D.L., affinché gli stessi siano mantenuti sempre in condizioni di umidità e siano adeguatamente protetti dall'azione del gelo e del sovrariscaldamento. Nei periodi freddi la temperatura del getto durante la presa non potrà scendere al di sotto di 5 °C, per almeno 4 giorni nelle strutture sottili e per almeno 3 giorni nelle altre strutture. Durante le ore di sole, getti freschi saranno protetti dai raggi con stuoie o quanto altro per almeno 3 giorni dal momento del getto.

3. Disarmo del getto

Il disarmo avverrà per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non avverrà prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Per il disarmo dei getti dovranno essere integralmente osservate le prescrizioni ed i tempi prescritti dalle Norme Tecniche indicate in precedenza. Durante la stagione fredda i tempi di

disarmo dovranno essere convenientemente protratti per tenere conto dei maggiori tempi di maturazione. L'autorizzazione a procedere sarà lasciata in ogni caso al giudizio della D.L.. Subito dopo il disarmo, ove occorra, si dovrà procedere alla regolarizzazione della superficie dei getti mediante malta cementizia.

In ogni caso gli eventuali difetti dei getti nelle strutture a vista saranno sempre sottoposti al giudizio della D.L., la quale, caso per caso, potrà ordinare la demolizione di quanto difettosamente eseguito, ovvero autorizzare la ripresa con materiali idonei, ivi compreso l'uso di speciali collanti, riservandosi il giudizio definitivo ad avvenuta riparazione, la quale non potrà dar luogo a speciali compensi, bensì potrà costituire oggetto di detrazioni sul compenso previsto. In ogni caso non saranno accettati nidi di ghiaia nel getto, e quindi le zone in cui si siano formati nidi di ghiaia, saranno accuratamente scalpellate e riempite di cemento espansivo.

In generale le opere in cemento armato saranno eseguite secondo quanto previsto dagli elaborati esecutivi di progetto, in conformità al testo unico sulle costruzioni.

L'esame e la verifica preliminare da parte della D.L. eseguiti nell'interesse e per conto della Stazione appaltante non esimono e non esonera l'Impresa dagli obblighi e dalle responsabilità di legge.

Prove di carico e collaudo statico

Le strutture delle opere in conglomerato cementizio armato non potranno essere poste in servizio, né sottoposte a carichi, anche provvisori, prima che ne sia stato effettuato il collaudo statico.

Le prove di carico saranno eseguite osservando integralmente le disposizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

Uno dei requisiti fondamentali che le strutture che contengono acqua non in pressione, quali vasche, serbatoi e simili, devono assicurare è la tenuta idraulica. Per tale ragione è necessario eseguire delle prove di tenuta che permettano di accertare eventuali perdite, valutare la loro entità e, conseguentemente, sulla base di normative vigenti in materia, certificare la conformità (o non conformità) della struttura idraulica alla Committenza, o agli Enti preposti ai controlli ambientali, o agli Enti gestori dei servizi idrici. Il collaudo idraulico delle strutture destinate al contenimento di liquidi, consiste nel misurare, in un prestabilito tempo di prova a discrezione del collaudatore, l'abbassamento del livello della superficie liquida generato dalle perdite e, successivamente, nel determinare il volume di liquido perso nel tempo di prova da confrontare con il valore ammissibile. Tale procedura si adotta per quei casi in cui le norme prevedono che possa tollerarsi una perdita minima, che deve comunque essere inferiore al valore di perdita ritenuto ammissibile. Nei casi in cui è invece richiesta la perfetta tenuta della struttura, come nel caso in oggetto, condizione fondamentale per le vasche di stoccaggio contenenti sostanze liquide classificate pericolose per

l'ambiente, la conformità si ha solo nel caso in cui non si registra alcun abbassamento del livello della superficie liquida, ossia quando le perdite risultano nulle. La suddetta prova idraulica dovrà pertanto accertare l'assoluta impermeabilità del conglomerato posto in opera. Della prova suddetta sarà redatto apposito verbale da sottoscrivere dall'Impresa, dalla D.L. e dal Collaudatore statico dell'opera.

5.4 FONDAZIONI

Per la struttura interrata si adotta una fondazione a platea con setti in cemento armato di contenimento del terreno per l'accumulo del percolato.

La tipologia di fondazione scelta risulta essere idonea a fornire la capacità portante del sistema fondazione – terreno necessaria alla struttura in oggetto. Quanto detto è l'esito di uno studio strutturale preliminare sulla base delle indagini geologiche eseguite in sito, i cui risultati sono allegati alla documentazione di progetto.

Le pareti di sostegno del terreno e la soletta di fondazione saranno opportunamente impermeabilizzate mediante la posa di una barriera in materiale bentonitico, previa la formazione del piano di posa del magrone di uno spessore di 5 cm, realizzato con conglomerato cementizio gettato entro lo scavo di fondazione.

Nella fase di realizzazione della struttura fondale saranno predisposte opportune armature di ripresa per la posa degli elementi in elevazione al fine di garantire la continuità strutturale della vasca. Nelle riprese di getto, al fine di garantire la necessaria tenuta idraulica della vasca, sarà interposto sulla superficie di separazione tra la soletta di fondazione e le pareti di contenimento laterali un profilo in pvc con funzione di water – stop. L'elemento in pvc dovrà essere resistente alle sollecitazioni longitudinali alla parete e alla pressione idrostatica.

5.5 SOLAI

5.5.1 Solai gettati in opera

Per l'esecuzione dei solai in cemento armato, si richiamano integralmente tutte le disposizioni per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio armato di cui al D.M. 14 Gennaio 2008, nonché tutte le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato.

Lo spessore del solaio adottato dovrà essere in accordo a quanto disposto dalla normativa vigente e con le verifiche strutturali della vasca.

Le deformazioni risulteranno compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008.

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione saranno opportunamente eliminati.

Per quanto riguarda i conglomerati per i getti in opera, la composizione del getto sarà tale da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati dovrà essere in accordo con quanto indicato negli elaborati di progetto e con le disposizioni della D.L..

Il getto sarà costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature.

In copertura sono previste aperture per le operazioni di manutenzione ed ispezione interna alla vasca. Le aperture saranno opportunamente chiuse mediante chiusini in ghisa carrabili.

5.5.2 Solai con elementi prefabbricati

Per i solai misti composti da elementi prefabbricati in calcestruzzo armato normale o precompresso prodotti in serie in stabilimento, completati o meno in opera, dovranno essere integralmente osservate tutte le disposizioni delle norme vigenti.

Tutti gli elementi dovranno risultare chiaramente e durevolmente contrassegnati con marchio di fabbrica e numero di serie, onde poter risalire al controllo di produzione; le Ditte produttrici dovranno fornire tutte le prescrizioni e le indicazioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio, nonché alle caratteristiche di impiego, alle quali l'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente. Particolare attenzione dovrà essere posta nel dimensionamento degli elementi, essendo tassativamente vietato procedere a tagli o allungamenti, con qualunque mezzo o sistema, per consentire eventuali adattamenti a luci non corrispondenti a quelle di prefabbricazione.

La copertura sarà realizzata con pannelli prefabbricati autoportanti tipo alveolare in c.a.p. di spessore 40 cm con una soletta collaborante armata con rete elettrosaldada di spessore 15 cm, nel rispetto di quanto riportato negli elaborati grafici di progetto e indicato dalla D.L..

5.6 OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare o ridurre il passaggio di acqua attraverso le pareti e la soletta di fondazione della vasca.

All'intradosso della platea ed all'esterno delle parti laterali della vasca, saranno posti in opera pannelli di cartone riempiti con bentonite sodica. La struttura di cartone è in materiale biodegradabile e i pannelli riempiti di bentonite di sodio naturale additivata con polimeri, in ragione di 5 kg ogni mq di cartone, sono in grado di garantire la costante presenza di bentonite di sodio sino ad avvenuta idratazione, permettendo così il formarsi di un gel impermeabile continuo capace di garantire un coefficiente di permeabilità non inferiore a 1×10^{-9} cm/s e nelle zone di sovrapposizione a 1×10^{-11} cm/s. Nella posa in opera dei pannelli dovrà essere garantita una sovrapposizione di almeno 4 cm.

Il fondo e le pareti laterali interne della vasca saranno sottoposte a trattamento impermeabilizzante e di protezione antiacida. Prima del suddetto trattamento sarà eseguita

un'accurata pulizia delle superfici mediante spazzolatura e idrolavaggio con adeguata pressione con acqua calda additivata al 5% con acido cloridrico. L'acqua accumulata all'interno della vasca derivante dalle operazioni di lavaggio, dovrà essere raccolta e prima di procedere alla verniciatura delle superfici interne per il trattamento protettivo, dovrà essere accertata dalla D.L. l'avvenuta asciugatura. Il fondo e le pareti della vasca, saranno trattate con vernice epossicatrame, data a tre mani. La vernice è a base di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali, a basso contenuto di solvente e particolarmente resistente alle abrasioni e alle aggressività chimiche.

L'impermeabilizzazione della vasca è ottenuta mediante l'applicazione in almeno due mani sulle superfici interne di una miscela di cemento ed inerti additivata con prodotti sintetici idrorepellenti ed impermeabili (cemento osmotico).

Per garantire la necessaria tenuta idraulica della vasca, nella fase di ripresa dei getti per la realizzazione delle pareti laterali, sarà posizionato sulle superfici di separazione un profilo in pvc con funzione di water – stop. L'elemento in pvc per i giunti di ripresa sarà resistente alle sollecitazioni longitudinali e alla pressione idrostatica.

5.7 OPERE IN METALLO

Le opere in metallo o leghe saranno realizzate in conformità a quanto indicato negli elaborati grafici.

In fase di esecuzione sarà verificata l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, nonché prevedere tutti gli incassi, i tagli e le incamerazioni occorrenti per il collocamento dei manufatti metallici e il loro ancoraggio.

5.7.1 Chiusini di ispezione

In copertura saranno previste aperture con chiusini per l'ispezione interna alla vasca; le dimensioni saranno nel rispetto di quanto indicato negli elaborati grafici e delle indicazioni della D.L..

Saranno installati chiusini carrabili in ghisa sferoidale della classe D 400 secondo la normativa UNI EN 124, avente resistenza di rottura maggiore di 400 kN. I chiusini sono dotati di sistema di bloccaggio di sicurezza a 90 gradi e superficie metallica antisdrucchiolo, rivestito con vernice bituminosa; il telaio sarà munito di guarnizione antibasculamento ed autocentrante in elastomero.

5.7.2 Dispositivi di protezione anticaduta

L'accesso interno alla vasca per gli interventi di manutenzione e d'ispezione avviene tramite una scala soll costituita da una guida centrale accoppiata ad un carrello di arresto caduta e pioli in acciaio inossidabile ed antiscivolo. La scala di accesso sarà conforme alle

disposizioni di cui all'art. 113 del D.Lgs n. 81/2008, alla UNI EN 353 e alla norma tedesca DIN 18799.

I materiali adottati per i dispositivi anticaduta in ambienti aggressivi come il caso in esame, dovranno essere in acciaio zincato a caldo oppure in acciaio inox.

Come ulteriori dispositivi di protezione anticaduta, sul solaio di copertura in prossimità dell'apertura per l'ispezione della vasca, saranno installati quattro ganci in acciaio.

G.04 IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEL PERCOLATO E CAPTAZIONE BIOGAS

PROGETTAZIONE SVILUPPATA DA:

INGEGNERI ASSOCIATI PANDOLFI ADALBERTO E PANDOLFI LUCA - TAVOLINI SRL

G0-DISCIPLINARE D_P_E_T.DOC

INDICE

1. OGGETTO.....	2
2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	2
3. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI.....	2
3.1 APPALTI PUBBLICI.....	2
3.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO.....	2
3.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ.....	3
3.4 NORMATIVA AMBIENTALE	3
4. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO.....	3
5. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEL PERCOLATO.....	3
6. TESTA DI POZZO IMPIANTO BIOGAS.....	10
7. TUBAZIONI DI TRASPORTO BIOGAS.....	11
8. STAZIONE DI REGOLAZIONE BIOGAS.....	11

1. OGGETTO

Il presente documento riguarda la realizzazione dell'impianto di trattamento del percolato e la rete impiantistica per la captazione del biogas all'interno del progetto di ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo.

2. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area oggetto dell'intervento è ubicata nel Comune di Corinaldo (AN) in località San Vincenzo ed individuato sullo stralcio C.T.R. al foglio 117 Quadrante IV di Jesi, sezione n. 281130 del Comune di Corinaldo.

3. RIFERIMENTI A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'Impresa è tenuta nell'esecuzione dei lavori ad osservare scrupolosamente tutte le Leggi, Norme e Regolamenti, anche se di carattere eccezionale o contingente o locale, vigenti durante l'esecuzione dei lavori anche se entrate in vigore dopo la stipulazione del contratto, riguardanti gli atti esecutivi, l'Impresa stessa ed i suoi dipendenti, qualunque sia l'autorità emanante ed il campo di applicazione (tecnico, amministrativo, sociale, assicurativo, antinfortunistico, ecc.). Si fa presente che l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni degli Enti preposti al controllo (ISPESL, USL, VV.F, ecc.) ed è tenuta all'osservanza di tutte le prescrizioni della legislazione e normativa tecnica, anche di quelle non espressamente citate nel presente documento, non essendo ammessa l'ignoranza da parte dell'Impresa delle disposizioni che interessano i lavori.

Tutti gli interventi, i materiali e la posa in opera devono essere conformi alla normativa e secondo la regola d'arte (per la quale valgono le disposizioni di Enti di unificazione o tecnici quali UNI, CEN, ecc.), di cui si danno di seguito i principali riferimenti.

In riferimento a tali Leggi e Norme l'Impresa è tenuta a fornire, nel rispetto del progetto ed anche se non indicate nel presente Disciplinare, tutte quelle opere e materiali che risultino necessarie per il completo rispetto delle leggi e norme vigenti, e ciò senza alcun maggior onere per la Committenza.

3.1 APPALTI PUBBLICI

- D. Lgs n. 163 del 12/04/2006 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- DPR n. 207 del 05/10/2010 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo n. 163 del 12/04/2006, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”.

3.2 SICUREZZA SUL POSTO DI LAVORO

- D. Lgs. n. 81/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

3.3 RESISTENZA MECCANICA E STABILITÀ

- DM 14/01/2008 – Testo unico delle costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2/02/2009 – Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2008;
- UNI 11104:2004 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

3.4 NORMATIVA AMBIENTALE

- DLgs 3 aprile 2006, n.152 e s.m.i. – Testo Unico Ambientale;
- DLgs 13 gennaio 2003, n. 36 – Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti;
- Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Marche.

4. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI PREVISTI NEL PROGETTO

Tutti i materiali e componenti saranno e di primaria qualità. Le forniture ed opere indicate successivamente devono essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni tecniche nel seguito indicate. I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, per la costruzione delle opere in oggetto, risponderanno alle caratteristiche e prestazioni previste dalle vigenti leggi e dalle specifiche di progetto.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato saranno nel rispetto di tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale risponderanno alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 Gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Nel caso di prodotti industriali, essi risponderanno ad un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

5. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEL PERCOLATO

Il sistema di trattamento progettato prevede lo svolgimento del seguente processo: il percolato di discarica viene accumulato in una vasca di accumulo interrata in calcestruzzo armato da 700 m³ e viene trasferito da una pompa sommersa gestita dal PLC di controllo dell'impianto al serbatoio di alimento/regolazione del pH, dove tramite il dosaggio di acido solforico si esegue una variazione di pH al fluido.

Il pH viene regolato ad un valore di circa 6,5 per evitare veloci e inammissibili precipitazioni di ioni che possono causare o favorire la formazione di incrostazioni.

Dal serbatoio di regolazione del pH il percolato viene alimentato ad un sistema di pre-trattamento con filtro a sabbia (filtro multimedia), che permette di eliminare tutte le particelle grossolane all'interno del liquido e quindi ad un filtro a cartucce.

Il percolato sedimentato e filtrato viene quindi alimentato da una pompa che lavora ad alta pressione, al primo stadio di trattamento a osmosi inversa.

Dal 1° stadio di trattamento si generano due correnti:

- Una chiamata permeato, che rappresenta il liquido depurato;
- Una chiamata concentrato che rappresenta un liquido carico ma perfettamente pompabile che può essere re iniettato in discarica;
- L'iniezione controllata nel corpo della discarica del concentrato prodotto dal procedimento di filtrazione a membrana del percolato nelle discariche è attualmente praticata in Italia e all'estero ed è esplicitamente consentita dalle Norme in vigore.

Il 1°stadio del percolato lavora con un recupero di permeato (acqua depurata) compreso in un campo da 63 - 75% e con una pressione operativa massima di 65 bar.

Il necessario grado di depurazione del percolato comporta generalmente l'ulteriore filtraggio a membrana del permeato prodotto dal 1° Stadio del percolato.

Il permeato a questo punto viene rialimentato attraverso una nuova pompa ad un secondo stadio di trattamento a osmosi inversa.

Lo scopo per cui il permeato viene alimentato ad un secondo stadio di trattamento, è quello di garantire, in uscita, il rispetto dei parametri previsti lo scarico che avverrà alle condizioni ai sensi dell'art 29 delle NTA del PTA della Regione Marche:

- a) Rispetto dei limiti di emissione indicati nella Tab. 4 dell'Allegato 5 alla parte terza del d.lgs. 152/2006;
- b) Assenza di sostanze pericolose di cui al punto 2.1. dell'allegato 5 alla parte terza del d.lgs. 152/2006, e di sostanze pericolose di cui all'art. 108 del D.lgs. 152/2006, in quantità o concentrazioni superiori ai limiti di rilevabilità consentiti dalle metodiche di rilevamento in essere al momento del rilascio dell'autorizzazione, nonché, successivamente, in essere al momento dei rinnovi.

Anche dal secondo stadio di trattamento si generano due correnti:

- Una chiamata permeato, che rappresenta il liquido totalmente depurato, che potrà essere scaricato nel fosso di Casalta o essere riutilizzato a scopo irriguo;
- Una chiamata concentrato che rappresenta un liquido con caratteristiche tali da non permettere lo scarico che viene ricircolato in testa al 1° Stadio di trattamento.

Componenti principali dell'impianto di trattamento del percolato:

1. Vasca di accumulo del percolato
2. Pompe di trasferimento da accumulo a serbatoio di alimento

3. Serbatoio di alimento e regolazione del pH
4. Serbatoio e sistema di dosaggio automatico dell'acido
5. Pompa dosatrice
6. Pompa di trasferimento da serbatoio di alimento ad impianto
7. Pre-filtrazione finale
8. Stadio percolato per il primo trattamento del fluido di alimento
9. Sistema di controllo e sistema di registrazione ed archiviazione dei dati operativi.
10. Stadio permeato per il trattamento fine. Questo impianto è gestito dal PLC dell'impianto di trattamento percolato a cui è asservito.
11. Deareatore permeato
12. Serbatoio accumulo permeato
13. Serbatoi prodotti di pulizia e rigenerazione membrane
14. Pompe dosatrici dei reagenti
15. Serbatoio di accumulo del permeato
16. Pompe di rilancio all'accumulo a cielo aperto
17. Serbatoi di accumulo del concentrato
18. Pompe di rilancio al sistema di infiltrazione controllata in discarica

Sistema di accumulo del percolato

La vasca di accumulo interrata in calcestruzzo armato avrà una capacità volumetrica utile non inferiore 700 m³.

Sarà dotato di un sistema di livellostati di controllo per controllare le fasi di caricamento.

La pompa di trasferimento al serbatoio di alimento sarà gestita dal PCL di controllo dell'impianto.

Pompa di trasferimento

Il percolato stoccato verrà trasferito da una pompa sommersa antideflagrante al serbatoio di alimento.

Serbatoio di alimento e regolazione del pH

Il percolato proveniente dal sistema di accumulo alimenta il serbatoio di alimento/regolazione del pH.

Il serbatoio di alimento e regolazione del pH è costruito in HDPE o altro materiale idoneo ed ha un volume non inferiore a 5 m³.

Nel serbatoio sarà previsto un sistema di ricircolo/miscelazione del percolato di alimento all'impianto.

La linea di ricircolo sarà dotata di sistema manuale di controllo della portata e di sistema per la lettura del pH

Il serbatoio sarà dotato di trasduttore di livello che gestirà il funzionamento automatico dell'impianto.

Sistema di dosaggio dell'acido

Il serbatoio dell'acido è costruito in materiale HDPE a doppia parete ed ha un volume non inferiore a 3 m³.

L'acido è iniettato nel percolato da opportuna pompa dosatrice controllata e gestita automaticamente dal PLC

Esso sarà dotato di indicatori di livello a trascinamento magnetico

I segnali di livello richiesti sono:

- Livello di minima;
- Livello di preavviso di rabbocco del serbatoio;
- Livello di massima.

Pompa dosatrice

La pompa dosatrice dell'acido è a comando manuale ed analogico avente portata non inferiore a 30 litri/ora.

Pompa centrifuga di trasferimento e ricircolo/miscelazione

Il percolato condizionato a pH 6,5 viene trasferito all'impianto con una pompa centrifuga multistadio.

Pre-filtrazione

Il percolato proveniente dal serbatoio di alimento e regolazione del pH è pre-filtrato attraverso due filtri multimedia gestiti automaticamente con lavaggio in controcorrente, uno di riserva all'altro, e successivamente attraverso filtri fini a cartuccia (doppia batteria, una di riserva all'altra), per garantire una pre-filtrazione inferiore ai 20 µm.

La pressione necessaria all'entrata del filtro è generata dalla pompa di alimento.

Il lavaggio in controcorrente del filtro multimedia può essere effettuato con l'alimento stesso o con il permeato.

Il lavaggio in controcorrente con il filtro multimedia avviene automaticamente se si verificasse un calo di pressione all'uscita dello stesso oppure ad intervalli programmati tramite temporizzatore.

Il lavaggio in controcorrente può anche essere avviato manualmente.

Per il controlavaggio periodico dei filtri a sabbia è installata una pompa centrifuga multistadio dedicata.

Impianto di trattamento ad Osmosi Inversa (1° stadio)

Il percolato sedimentato e filtrato alimenta il 1° Stadio (Stadio percolato).

Il 1° stadio del percolato lavora con un recupero di permeato (acqua depurata) compreso in un campo da 63 - 75% e con una pressione operativa massima di 65 bar.

Il tipico valore di portata specifico dell'acqua depurata o flux di permeato, si aggira attorno a 75 - 80 l/m²/ora.

Il flux di permeato relativamente ridotto è diretta conseguenza della normale tendenza alla formazione di depositi stratificati sulla membrana.

Da qui deriva la necessità di collegare in parallelo un numero relativamente grande di moduli a membrana per ottenere una superficie idonea.

Per ottenere una sufficiente velocità di passaggio nel 1° Stadio, l'alimento viene mantenuto in ricircolo tramite particolari pompe di accelerazione.

L'utilizzo del ricircolo forzato dell'alimento con pompe di accelerazione permette di ottenere il prelievo massimo ed economico di acqua depurata ma viene sempre calcolato entro un certo limite.

Il mantenimento in ricircolo della soluzione di alimento provoca un più lungo periodo di permanenza a contatto sulla superficie della membrana della soluzione stessa.

I componenti modulari del 1° Stadio sono collegati in serie e montati su telaio.

Lo Stadio percolato o 1° Stadio è costituito dai seguenti componenti principali:

- Quadro di controllo, controllo locale/remoto;
- Distribuzione di bassa tensione;
- Controllo del processo;
- Pannello di controllo e schema sinottico;
- Strumenti di misura dei parametri operativi;
- Pompe di alta pressione;
- Blocchi di moduli con pompe di ricircolo asservite;
- Valvole pneumatiche di controllo;
- Valvola motorizzata controllo pressione.

Sistema di controllo

Il quadro di comando è realizzato con dispositivi operativi e di controllo.

Il funzionamento dell'impianto è automatizzato e viene gestito e controllato da un microprocessore programmabile (PLC).

Lo stato operativo dell'impianto viene sempre indicato sul quadro sinottico locale e nello schermo di controllo a distanza.

L'impianto è dotato di un sistema di autodiagnostica ed è progettato e costruito per un funzionamento continuo.

Segnalazioni di servizio, richieste di intervento o guasti operativi che comportano il blocco dell'impianto, vengono indicate con precisione sul quadro di comando tramite codice e precisazione della procedura o apparecchio coinvolto.

In caso di alta conduttività, l'acqua prodotta viene riciclata immediatamente.

La gestione è predisposta per l'esercizio in automatico con controllo di flusso e pressione (controllo grado di recupero), avvio e partenza esterni e controllo esterno dell'impianto.

Per la manutenzione dell'impianto è possibile richiamare un sottoprogramma con cui gestire singolarmente tutti componenti come valvole e pompe.

Sistema trasmissione e visualizzazione dati operativi

Il sistema di controllo dell'impianto è progettato ed installato come controllo in-situ. Tutti i segnali ed i valori operativi sono trasmessi alla sala controllo in tempo reale ed evidenziati sul monitor del computer.

Hardware del Computer

Il sistema computer sarà del tipo più recente e compatibile con le funzioni richieste:

- La stampante tipo ink-jet sarà di primaria casa, del tipo più recente e compatibile con le funzioni richieste;
- Display del funzionamento, dei valori operativi e dei contatori di portata in tempo reale.

Software del Computer

- Windows 7;
- Software di manutenzione e controllo a distanza;
- Software Arcade per il backup;
- Visam – software personalizzato per la visione dello stato operativo e funzionale dell'impianto e per l'archiviazione dei dati operativi.

Impianto di trattamento ad Osmosi Inversa (2° stadio)

Il necessario grado di depurazione del percolato comporta generalmente l'ulteriore filtraggio a membrana del permeato prodotto dal 1° Stadio del percolato.

Lo stadio permeato lavora con un grado di recupero di acqua pura compreso tra l'85 e 93% e con una pressione di servizio fino a 65 bar.

Il tipico valore di portata specifico dell'acqua pura o flusso del permeato si aggira attorno ai 280-300 l/m²/ora.

L'elevato flux del permeato è dovuto all' alto grado di purezza e dalla conseguente bassissima pressione osmotica dell'alimento (permeato proveniente dal 1° Stadio)

Lo stadio di trattamento permeato o 2° Stadio è collegato allo stadio del percolato senza serbatoio intermedio ed è installato sullo stesso telaio dello Stadio percolato o 1° Stadio a cui è asservito.

I componenti principali sono:

- Pompa di alta pressione;
- Blocchi di moduli;
- Valvola motorizzata controllo pressione;
- Valvole pneumatiche di controllo;
- Strumenti di misura dei parametri operativi.

In comune allo Stadio percolato e lo Stadio permeato :

- Cassa per il lavaggio chimico delle membrane e relativa pompa;
- Serbatoio di rilancio del permeato e relativa pompa;
- Sistema di dosaggio per Cleaner A;
- Sistema di dosaggio per Cleaner C;
- Tubolatura: Materiale bassa pressione: PVC,
Materiale alta pressione: acciaio inox DIN 1.4539

Nello stadio di trattamento del permeato, le formazioni di depositi sulla membrana si manifestano principalmente solo a causa di prodotti micro biologicamente metabolizzanti. Essi sono dovuti da una considerevole concentrazione di composti azotati che favoriscono la crescita microbiologica.

Con la canalizzazione aperta della tecnica modulare, applicando una sufficiente velocità di flusso tangenziale (cross flow) sulla superficie della membrana, è possibile tuttavia evitare la formazione di significativi depositi sulla stessa.

La tecnologia impiegata e la qualità del materiale (pompa ad alta pressione, moduli, giunti per tubi e tubi flessibili) sono ampiamente idonee alle caratteristiche chimiche del percolato.

Questo permette di mantenere un alto valore qualitativo, poiché è praticamente nulla la comparsa di corrosione e la manutenzione risulta semplificata da elementi strutturali di ricambio identici.

Deareatore

Il fluido depurato proveniente dallo stadio di trattamento permeato attraversa il deareatore in contro corrente e viene accumulato nel serbatoio del permeato.

Il sistema di ventilazione del permeato è costruito in HDPE.

Serbatoio accumulo permeato

Il permeato proveniente dalla colonna di areazione viene accumulato nel serbatoio del permeato. Il serbatoio intermedio del permeato è dotato di pompa centrifuga multistadio gestita automaticamente da livellostati. Utilizzando il fluido depurato del serbatoio del permeato l'impianto viene risciacquato in fase di avvio e prima della depurazione chimica delle membrane.

In fase d'esercizio nel serbatoio del permeato ci sarà sempre una riserva sufficiente d'acqua per il lavaggio e la depurazione.

Serbatoi prodotti di pulizia membrane

I serbatoi per i prodotti chimici di pulizia e rigenerazione delle membrane hanno un volume di 0,5 m³ ciascuno e sono equipaggiati con pompe dosatrici pneumatiche, valvole pneumatiche e livellostati di controllo.

Sono installati 2 serbatoi rispettivamente per :

- Cleaner Alcalino;
- Cleaner Acido.

Serbatoi di accumulo del permeato

Il serbatoio di accumulo del permeato (10 m³) è dotato di due pompe (una di riserva all'altra) controllata dal sistema di livellostati per il trasferimento automatico del permeato alla vasca di accumulo a cielo aperto (450 m³).

Il serbatoio è dotato inoltre di scarico di troppo pieno.

Serbatoio di accumulo del concentrato

Il serbatoio (20 m³) sarà installato in apposito bacino di contenimento. Sarà munito di 2 pompe (una di riserva all'altra) e un sistema di livello stati per il trasferimento automatico del concentrato nel corpo della discarica. Sarà inoltre dotato di livellostato di allarme per l'arresto dell'impianto in caso di troppo pieno.

6. TESTA DI POZZO IMPIANTO BIOGAS

Le teste di pozzo, oltre a convogliare i gas nella rete di trasporto, consentono di effettuare alcuni controlli funzionali.

A tale scopo saranno dotate di:

- flangiatura cieca per consentire l'inserimento di una pompa di aggotaggio;
- punti di controllo e misura per verificare la funzionalità del pozzo;

- eventuale sistema di scarico condensa all'interno della sonda di captazione per i pozzi in contropendenza.

Le teste di pozzo saranno costituite da:

- tubi in polietilene ad alta densità De160 PN10 per il tratto terminale;
- derivazione laterale De90 per il collegamento alla rete di trasporto;
- flangia superiore cieca;
- Valvola di regolazione;
- Giunto flessibile di collegamento della derivazione alla rete di trasporto;
- N° previsti 73.

7. TUBAZIONI DI TRASPORTO BIOGAS

Le tubazioni in HDPE riportano il contrassegno del marchio IIP (Istituto Italiano Plastici) che assicura la conformità alle norme UNI vigenti, la sigla del tipo di applicazione e la data di fabbricazione. La classificazione delle tubazioni installate è della serie " S 8 ".

Tutti i pozzi d'estrazione saranno collegati direttamente alle rispettive stazioni di regolazione le quali sono poi collegate alla Centrale d'Estrazione attraverso collettori principali, anch'essi in HDPE.

Le caratteristiche tecniche delle tubazioni installate saranno le seguenti:

Caratteristiche Tecniche

- | | |
|--|---|
| - peso specifico standard a 20°C | : 0,956 g/cm ³ (ISO R 1183); |
| - allungamento corrispondente | : 6% (DIN 53455, prov. tipo 3); |
| - modulo di elasticità in traz. a 23°C | : 1060 N/mm ² (DIN 53457); |
| - durezza SHORE a 0°C | : 67 (DIN 53505); |
| - " " a 20°C | : 61 " " |
| - " " a 40°C | : 59 " " |

Caratteristiche Termiche:

- | | |
|------------------------------------|--|
| - punto di rammollim. VICAT (1 Kg) | : 127°C (DIN 53460); |
| - conducibilità termica a 23°C | : 0,45 W/m.K (DIN 52612); |
| - coefficiente termico | : 1,3 * 10 ⁻⁴ K ⁻¹ (ASTM D 696); |
| - temperatura di fragilità | : < -118°C (ASTM D 746). |

8. STAZIONE DI REGOLAZIONE BIOGAS

Le stazioni di regolazione, estremamente semplificate in questo tipo di impianto, saranno realizzate in acciaio zincato e saranno provviste di un ingresso per ciascuna tubazione proveniente dal singolo pozzo del biogas.

La stazione di regolazione avrà la funzione, di ripartire la depressione su ogni pozzo, in funzione delle caratteristiche produttive dello stesso.

Pertanto, le funzioni basilari sono quelle di controllo e monitoraggio delle caratteristiche del biogas estratto e della relativa regolazione.

La stazione di regolazione sarà costituita da:

In ciascuna stazione, per ciascuna linea secondaria in ingresso, (previste n. 15 linee) saranno alloggiati un:

- separatore di condensa terminale $\varnothing 200$;
- una presa di campionamento manuale e una valvole di regolazione manuale a flusso avviato;
- Collettore in HDPE Dn 90 di raccordo fra i vari collettori dei pozzi;
- Valvola a farfalla tipo wafer, posizionata sul collettore di uscita tra flange DN 90 PN 10 ad azionamento manuale con leva.