

REGIONE:

REGIONE
PIEMONTE

COMUNE:



COMUNE DI BRIGA ALTA

PROVINCIA:

PROVINCIA
DI CUNEO

PROGETTO:

CN_CIPe_98-17_12-18_34

Messa in sicurezza ponte del Rio Bavera in frazione Piaggia



Coordinate: Latitudine 44° 4' 42.15" N - Longitudine 07° 44' 44.75" E

PROGETTO DEFINITIVO ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

ALLEGATO N°

10

DISCIPLINARE PRESTAZIONALE

DATA:

Ottobre 2022

PROTOCOLLO:

05-2022

PROGETTISTI:

Ing. Giorgio Sciolto
Ing. Roberto Sperandio

TIMBRI E FIRME:

REV.:	REDATTO:	VALIDATO:	VERIFICATO:	RESPONSABILE PROCEDIMENTO:
1	Fabio Salomone	Roberto Sperandio	Giorgio Sciolto	

studio associato
INGEOPROJECT

SEDE LEGALE E OPERATIVA:

TORINO
Corso Matteotti, 12 - 10121 Torino
Tel +39 0115 113490
pec: ingeoproject@pec.it

UFFICIO OPERATIVO:

CUNEO
Corso Dante, 64 - 12100 Cuneo
tel +39 0171 681817
e-mail: info@ingeoproject.it

INGEOPROJECT Studio Associato - Ing. Giorgio Sciolto - Ing. Roberto Sperandio - Partita IVA: 09542980017

SOMMARIO

Sommario	1
1 Qualità e provenienza dei materiali	3
2 Fornitura e modalità di installazione di barriere flessibili in acciaio per la protezione dalle colate detritiche in alveo.....	9
2.1 Premessa	9
2.1.1 Quadro normativo	9
2.1.2 Selezione del Fornitore	10
2.2 Materiali e normative di riferimento degli elementi costituenti le barriere contro le colate detritiche in alveo.....	11
2.2.1 Montanti di sostegno in acciaio	11
2.2.2 Struttura di intercettazione	11
2.2.3 Funi di supporto e controventatura	11
2.2.4 Dissipatori di energia	11
2.2.5 Sistema fondazionale	12
2.2.6 Miscele delle iniezioni del sistema fondazione:	12
2.2.7 Elementi di serraggio	13
2.3 Caratteristiche prestazionali della barriera	13
2.4 Caratteristiche costruttive delle barriere.....	14
2.4.1 Geometria della barriera.....	14
2.4.2 Particolarità costruttive delle barriere	14
2.4.3 Ancoraggi e fondazioni	15
2.5 Accertamenti, controlli, misurazioni, verifiche	15
2.5.1 Accertamento	15
2.5.2 Controlli.....	15
2.5.3 Misurazioni.....	15
2.5.4 Verifiche	15
2.6 Documentazione da presentare da parte dell'impresa	16
2.7 Indicazioni di posa in opera	17
2.7.1 Preparazione	17

2.7.2	Trasporto del materiale	17
2.7.3	Tracciamenti.....	17
2.7.4	Messa in opera delle fondazioni	17
2.7.5	Messa opera della sovrastruttura.....	17
2.7.6	Chiusura del cantiere	17
3	Tracciamenti.....	18
4	Scavi e rilevati in genere	18
5	Chiodature di ancoraggio con barre tipo GEWI.....	20

1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

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. dell'ambiente n. 203/2003.

Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

a) Acqua. - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

b) Calce. - Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

c) Leganti idraulici. - Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

d) Pozzolana. - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

e) 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).

f) Terreni per soprastrutture 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%.

- g) 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 cilindratura; 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.

- h) 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.

- i) 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.
- l) 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.

m) Mattoni. - I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 °C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di - 10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 Kg/cm².

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia.

n) Materiali ferrosi. - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, breccie, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal D.M. 17 gennaio 2018, nonché dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1° Ferro. - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

2° Acciaio dolce laminato. - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

3° Acciaio fuso in getti. - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4° L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà essere del tipo qualificato e controllato e con caratteristiche conformi al D.M. 17 gennaio 2018.

Le caratteristiche e le modalità degli acciai in barre saranno quelle indicate nel D.M. 17 gennaio 2018.

5° Ghisa. - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

o) Legname. - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni della vigente normativa, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smusso di sorta.

p) 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 prelevare 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.

2 FORNITURA E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DI BARRIERE FLESSIBILI IN ACCIAIO PER LA PROTEZIONE DALLE COLATE DETRITICHE IN ALVEO

2.1 PREMESSA

2.1.1 Quadro normativo

Con riferimento al comma 4 dell'art. 45 del DPR 207/2010 la presente lavorazione appartiene alla classe CRITICA. Ciò comporta l'obbligo per l'esecutore di redigere preventivamente alla fornitura un PIANO DI QUALITÀ DI COSTRUZIONE E DI INSTALLAZIONE che tenga conto di quanto appresso specificato.

A supporto della scelta di fare riferimento al DPR suddetto, si evidenziano le seguenti argomentazioni:

- il settore delle barriere contro le colate detritiche non è normato in Italia né in ambito CEE;
- le barriere contro le colate detritiche sono sistemi di alto contenuto ingegneristico ed hanno diretta influenza sulla pubblica incolumità di uomini e cose, dunque la sensibilità dell'approccio al problema deve essere massima;
- i progetti di opere devono essere finalizzati, durante la costruzione come durante l'esercizio a salvaguardare i lavoratori nella fase di costruzione e in quella di esercizio, gli utenti nella fase di esercizio nonché la popolazione delle zone interessate dai fattori di rischio per la sicurezza e la salute. (Art.15, Comma 9 del DPR 207/2010).

Come richiamato in più ambiti del presente disciplinare, si sottolinea come di una barriera occorra determinare:

- carichi agenti sulle fondazioni per il corretto dimensionamento della solidarizzazione della struttura al suolo in funzione dei terreni di imposta;
- garanzia di altezza residua successivamente all'evento di progetto per la struttura testata dal vero;
- garanzia di totale assenza di varchi successivamente all'evento di progetto per la struttura testata in vera grandezza;
- precisa valutazione della semplicità delle fasi di realizzazione della struttura per assicurare, in fase di manutenzione, un pronto ripristino della massima efficienza anche da parte di operatori non specializzati (nel pieno rispetto Art.15, Comma 1 del citato DPR 207/2010);
- precisa valutazione della manualistica relativamente ai piani di manutenzione programmata o eccezionale, con stima della vita tecnologica della struttura anche in relazione alla tipologia dei materiali impiegati (protezione contro la corrosione, contro atti vandalici, eccetera, nel pieno rispetto del Art.15, Comma 1 e 4 del citato DPR 207/2010).

Nel merito della specificità della lavorazione in oggetto, si sottolinea come:

- lo stato della ricerca consente la verifica delle barriere contro le colate detritiche sulla base di un modello di calcolo che tiene conto della interazione fra la barriera e il processo di carico sia dinamico che statico;
- è possibile attrezzare delle sezioni in cui si verifichino delle colate con cadenza nota e monitorare il sistema installato, in modo tale da poter testare in vera grandezza i materiali, provando le configurazioni in seguito commercializzate,
- è dunque possibile conoscere le sollecitazioni che caratterizzano la struttura.

Rimane inteso che le scelte progettuali sono improntate secondo i criteri di valutazione dei materiali e dei sistemi i più severi al momento in essere secondo le conoscenze del professionista incaricato, precisando che, allorquando si introdurranno criteri maggiormente garantisti, questi verranno adottati a prescindere dall'Ente editore. Ciò nel rispetto dell'Articolo 41 della Costituzione Italiana che precisa il diritto superiore ed intangibile alla salute delle popolazioni, oltre che nell'articolo 15 del citato DPR 207/2010.

2.1.2 Selezione del Fornitore

Le specifiche riportate nelle pagine seguenti fanno indirettamente riferimento a prodotti già precedentemente adottati per interventi simili realizzati su versanti collinari, selezionati per l'elevato livello qualitativo internazionalmente riconosciuto (si veda, ad esempio, in William F. Kane, Mallory A. Jones "Flexible debris-flow nets for post wildfire debris mitigation in the western United States": *"To date, the majority developmental work on debris-flow nets has been conducted by the Swiss government in conjunction with the Swiss company Geobruigg, AG"*).

Cionondimeno, l'utilizzo di prodotti certificati e dotati di caratteristiche equivalenti o superiori potrà essere concordato con la Direzione dei Lavori: in tale ottica si presenta nel seguito un elenco, ampio ma non esaustivo, di produttori di barriere anti debris-flow, non intendendo con ciò asserire che tutte le Aziende indicate siano in grado di fornire adeguata documentazione relativamente alle necessarie certificazioni di qualità.

- Anping Huilong Metal&Wire Mesh Product Co., Ltd.
- Anping Wiremesh World Industry Area
- Hebei
- China

- Anping Yuansheng Mesh Co., Ltd.
- Wanggezhuang Development Zone
- Hengshui, Hebei
- China

- Geobruigg Italia S.R.L.
- Via XXIV Maggio 17
- 24128 Bergamo
- Italia

- Officine Maccaferri Italia S.r.l.
- via Kennedy 10
- 40069 Zola Predosa (Bologna)
- Italia

- RUD Ketten Rieger & Dietz GmbH u. Co. KG
- Friedensinsel
- 73432 Aalen
- Germany

- Trumer Schutzbauten GmbH
- Weissenbach 106
- A-5431 Kuchl
- Austria

- Yi-Hang Dike Protection Engineering Co. Ltd
- Hanwang Park South Gate, Nanhuan Road
- Anping County Hengshui, Hebei Province
- China

2.2 MATERIALI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE BARRIERE CONTRO LE COLATE DETRITICHE IN ALVEO

Tutte le configurazioni e specifiche sotto riportate sono comunque subordinate alle specifiche proprie del produttore della struttura, fermo restando il rispetto e garanzia dei minimi requisiti prestazionali previsti dal successivo punto 3.

2.2.1 Montanti di sostegno in acciaio

Il montante di sostegno, nelle configurazioni ove esso è previsto, deve essere costruito in profilati di acciaio St37-2 del tipo HEB normalizzati, e zincati a caldo in accordo alla Norma EN ISO 1461 con spessore minimo di protezione pari a 85µm. La dimensione del profilo sarà adeguata alla altezza dell'opera, in accordo alle specifiche del produttore.

2.2.2 Struttura di intercettazione

La struttura di intercettazione è costituita da rete formata da una serie di anelli di diametro nominale pari a 300 mm concatenati fra di loro al massimo in 4 punti e costituiti da un unico filo di acciaio Ø 3mm avvolto in spire e chiuso oleodinamicamente con 3 clip di serraggio; il materiale costituente gli anelli è acciaio ad alta resistenza (classe 1770 N/mm² DIN2078) protetto contro la corrosione attraverso uno strato di lega zinco-alluminio secondo le norme DIN10244-1, DIN50018-DIN50021. A questa rete può essere sul lato di monte una rete metallica in acciaio ad alta resistenza (1770 N/mm²), di diametro 3 mm, protetta con lega zinco-alluminio secondo le norme DIN10244-1, DIN50018-DIN50021, a semplice torsione, Ø filo 3.0 mm, maglia romboidale di circa 140 x 80 mm, fissata con legacci in filo di acciaio galvanizzato e promatizzato.

2.2.3 Funi di supporto e controventatura

Le funi di supporto e controventatura, in una configurazione tipica, da adattare in funzione delle prestazioni richieste alla barriera, sono distinte come segue:

- Doppie funi ad anima metallica di supporto superiori, intermedi ed inferiori (DIN3064) in acciaio zincato (DIN 2078-DIN50018-DIN50021-SS) disposte nel piano della barriera;
- Funi ad anima metallica di controvento di monte (DIN3064) in acciaio zincato (DIN 2078-DIN50018-DIN50021-SS) disposte a V rispetto ad ogni montante per il collegamento della struttura con gli ancoraggi di monte;
- Doppie funi ad anima metallica di bordo (DIN3064) in acciaio zincato (DIN 2078-DIN50018-DIN50021-SS) per il collegamento della struttura con gli ancoraggi laterali.

Qualora le funi fossero protette contro la corrosione con uno strato di lega zinco-alluminio, queste dovranno rispettare le norme DIN10244-1, DIN50018-DIN50021.

2.2.4 Dissipatori di energia

I dissipatori di energia sono costituiti da un'asola preformata in tubo di acciaio zincato DIN 237-240 con manicotto di alluminio pressato e disposti sulle funi di supporto superiori, intermedie ed inferiori, e sulle funi di controvento in numero e tipologia, in accordo alle specifiche del produttore.

Il comportamento sotto carico del dissipatore dovrà individuare la forza di inizio scorrimento, un comportamento di tipo lineare fino alla soglia di rottura, lo scorrimento massimo.

Tali valori devono essere suffragati da elaborati a seguito di prove in vera grandezza condotte in laboratorio indipendente e ufficiale adeguatamente attrezzato.

2.2.5 Sistema fondazionale

La barriera deve essere solidarizzata opportunamente al terreno di imposta; conseguentemente la tipologia di fondazione e la profondità sono subordinate al dimensionamento geotecnico parte integrante del progetto.

In linea di principio, si deve distinguere la fondazione dei montanti di sostegno, laddove presenti, dagli ancoraggi di attacco delle funi di supporto.

Fondazione dei montanti: la piastra di base è ancorata attraverso degli ancoraggi in barra in acciaio ($\sigma_{snerv. min}=500N/mm^2$) di diametro e lunghezza in accordo alle specifiche del produttore e come da indicazioni progettuali in funzione della tipologia di terreno interessato dalle perforazioni.

Ancoraggi di fondazione: costituiti da ancoraggi in acciaio zincato (DIN2078) con testa flessibile, che terminano con un'asola con redancia o doppio tubo in acciaio zincato a caldo (DIN 2394), che garantisce la protezione e l'integrità della struttura contro gli agenti atmosferici e gli urti meccanici; gli ancoraggi devono essere di diametro e lunghezza in accordo alle specifiche del produttore e come da indicazioni progettuali in funzione della tipologia di terreno interessato dalle perforazioni. Devono inoltre essere stati approvati per lo specifico impiego nel campo delle barriere da un istituto di prove dei materiali internazionalmente riconosciuto.

Della barriera devono essere note le sollecitazioni trasmesse durante l'impatto di energia nominale alle fondazioni in ogni punto. Questi dati devono essere parte integrante del certificato di omologazione del sistema, ovvero delle elaborazioni specifiche di cui al successivo punto 3.

2.2.6 Miscele delle iniezioni del sistema fondazione:

Saranno impiegate miscele a base di cemento aventi la seguente composizione:

- cemento da altoforno o pozzolanico kg 100;
- acqua Kg 40÷45;
- filler calcareo o siliceo Kg 0÷30 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- bentonite Kg 0÷4 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- additivo super fluidificante Kg 5;
- eventuale additivo accelerante.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979 e s.m..

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332 (apertura 0.075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- fluidità Marsh da 10 sec. a 35 sec.;
- essudazione 2%;
- resistenza a compressione a 28 giorni > 250 kg/cm²

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa ogni qualvolta richiestogli dalla Direzione Lavori.

Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

La fornitura delle apparecchiature per le prove sulle miscele, l'esecuzione delle stesse, l'onere per la sostituzione di miscele eventualmente risultanti non conformi ai controlli saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

2.2.7 Elementi di serraggio

Saranno adottati morsetti in quantità e dimensioni come da specifiche del produttore in accordo alla norma DIN 1142, grigli ad alta resistenza zincati in quantità e dimensioni come da specifiche del produttore e nel rispetto delle caratteristiche minime di resistenza che devono garantire.

2.3 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA BARRIERA

A livello internazionale sono state eseguite delle ricerche che hanno dimostrato che il parametro da prendere in considerazione per il progetto e la produzione di questo tipo di materiali è la pressione, ottenuta dal carico dinamico all'impatto e dal carico statico durante l'accumulo del materiale, che la colata esercita sulla barriera; questo deve quindi essere il parametro caratteristico del sistema di progetto soggetto all'approvazione della DL.

Il materiale deve essere provato dal vero da un istituto riconosciuto a livello internazionale per l'uso specifico; non saranno prese in considerazione barriere accompagnate da relazione di calcolo e non testate in vera grandezza.

Il materiale dovrà essere accompagnato da una certificazione e dalla marcatura CE, e relativo DOP, per l'applicazione specifica di Barriera flessibile di protezione contro le colate detritiche (Debris Flow) secondo la pressione richiesta

Requisiti minimi da garantire:

Le minime caratteristiche di comportamento che la barriera deve garantire sono le seguenti (queste caratteristiche sono da dimostrare attraverso la prova in vera grandezza della barriera):

- la struttura deve arrestare la colata fino al riempimento dell'invaso a monte;
- la struttura non deve essere svincolata dagli ancoraggi;
- la struttura a seguito dell'evento di prova non deve presentare varchi, interruzioni, lacerazioni ecc.

Deve essere inoltre fornita ampia documentazione riguardante:

- carichi agenti sugli elementi di solidarizzazione della struttura al terreno per il corretto dimensionamento delle fondazioni (vd. punto 2.2.5);
- comportamento della struttura durante la prova in vera grandezza.

In tutti i casi, una documentazione attestante sperimentazioni in vera grandezza su campi prove naturali svolta da Istituto di Ricerca (universitari o similari) indipendente e autorevole in materia dovrà essere valutata dalla DL per approvare i materiali e la struttura.

La documentazione di certificazione dovrà attestare che la barriera sia in grado di assorbire una colata detritica la cui pressione scaricata sulla struttura, ottenuta dalla combinazione di carico dinamico al momento dell'evento, e di carico statico durante l'accumulo e la trascinazione, sia non inferiore a 80 e 100 kPa rispettivamente per le due tipologie scelte.

In questo modo si può definire con precisione il comportamento complessivo del sistema sottoposto ad un carico non puntuale, e le forze che agiscono su tutti gli elementi strutturali del sistema e soprattutto sulle fondazioni.

2.4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE

2.4.1 Geometria della barriera

La geometria sarà indicata negli elaborati di progetto.

La fune di supporto superiore si deve mantenere il più possibile parallela alle livellette del terreno di posa; l'interasse dei montanti, laddove necessari, dovrà essere definito durante la fase di tracciamento della barriera in accordo alle specifiche tecniche e al manuale di montaggio del produttore e dietro l'approvazione della DL.

L'inclinazione di posizionamento della barriera (montanti) rispetto alla verticale dovrà essere definita seguendo le specifiche tecniche del produttore in funzione dell'inclinazione locale del tratto di asta torrentizia. Inoltre l'Appaltatore, tramite il fornitore delle strutture, dovrà presentare tutti i particolari esecutivi per risolvere particolari dell'installazione quali ad esempio i bruschi cambi di direzione planimetrica e altimetrica della barriera.

2.4.2 Particolarità costruttive delle barriere

Dovrà essere posta cura alle seguenti modalità costruttive:

- Tutti gli elementi di collegamento a terra dovranno essere realizzati adottando delle particolarità costruttive che evitino di compromettere l'integrità e l'efficacia delle fondazioni a seguito di un evento e che permettano la sostituzione degli eventuali elementi danneggiati senza ricorrere alla demolizione delle fondazioni.

- La struttura di intercettazione dovrà essere costituita da rete in acciaio del tipo ad anelli ottenuti con l'avvolgimento concentrico di fili metallici di diametro non inferiore a 3 mm, in acciaio di classe 1770 N/mm²; una rete secondaria, selettiva del materiale più fine della colata detritica, sarà costituita dal medesimo filo metallico (3 mm di diametro classe 1770 N/mm²) intrecciato in maglie romboidali con apertura non superiore a 65 mm (diametro del cerchio inscritto).

- I montanti in acciaio, nelle configurazioni di sistemi ove sono previsti, dovranno essere predisposti nella parte alta con degli elementi di collegamento alle funi di supporto superiori e ai controventi di monte che permettano lo sgancio automatico di queste funi quando vengono superati i carichi massimi di possibile assorbimento in modo da salvaguardare l'integrità del montante e delle sue parti costituenti; sulla parte bassa il montante dovrà essere collegato alla piastra di base con uno snodo a rottura controllata realizzato con una speciale piastra di acciaio che anche in questo caso permette di salvaguardare l'integrità della piastra e delle fondazioni durante l'evento. Il montante dovrà essere attrezzato con delle strutture fisse in acciaio che permettano agli operatori una agevole salita sul palo con i relativi elementi di aggancio (imbraco e moschettone).

- Il collegamento fra le funi di supporto superiore/inferiore e la rete deve essere eseguito per mezzo di grilli ad alta resistenza in modo da permettere lo scorrimento fra questi elementi e garantire elevati doti di deformabilità della struttura; il collegamento fra reti adiacenti è sempre realizzato con grilli ad alta resistenza in quantità minima pari a due per ogni maglia della rete affiancata da collegare.

- Le funi di supporto e di controvento, dove previste, dovranno essere dotate di dissipatori di energia in accordo alle specifiche del produttore e dovranno essere conformati in modo da permettere una deformazione controllata della struttura e poter arrivare alla rottura in ogni caso salvaguardando le strutture sulle quali sono posizionati; devono altresì garantire una facile sostituibilità nel caso di danneggiamento.

- Gli ancoraggi dovranno essere iniettati con la malta cementizia fino al limite geometrico definito dalle specifiche tecniche del produttore in modo che fuoriesca dal terreno la sola asola di aggancio e si possano proteggere le funi portanti della struttura di fondazione. L'inclinazione di posa degli ancoraggi nel terreno (rispetto all'orizzontale) dovrà rispettare le specifiche del produttore in funzione della pendenza del terreno di posa.

- Nella porzione centrale delle funi di supporto superiori, uno speciale dispositivo antiabrasione dovrà essere collocato e solidamente collegato alle funi stesse per mezzo di grilli ad alta resistenza in grado di permettere il passaggio delle funi. Il dispositivo, in lamiera zincata, sarà di lunghezza pari a 1500 mm per garantire versatilità in caso di curve o cambi inclinazione, e spessore non inferiore a 8 mm

2.4.3 Ancoraggi e fondazioni

Esecuzione: Le modalità di esecuzione degli ancoraggi e i materiali di iniezione dovranno essere tali da garantire i carichi di progetto (forniti dal produttore); le resistenze all'estrazione degli ancoraggi dovranno essere valutate dall'appaltatore mediante delle prove. Gli ancoraggi preliminari dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessate dagli ancoraggi e con analoghe caratteristiche geotecniche. Le modalità di applicazione e l'entità del massimo carico di prova, così come la successione dei cicli di carico e scarico, saranno stabiliti dalla Direzione Lavori o in accordo alle raccomandazioni A.I.C.A.P. sugli "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (giugno 2012). Gli ancoraggi di prova, il cui numero dovrà essere pari ad almeno il 2% del numero di ancoraggi di progetto e comunque non inferiore a 2, dovranno essere eseguiti alla presenza della direzione Lavori a cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive e di carico. Le attrezzature di prova (martinetto, pompa,...) dovranno essere controllate da Laboratorio Riconosciuto a frequenza regolare.

Fondazioni: il montante dovrà essere collegato al terreno di fondazione attraverso una piastra di base rettangolare munita di alloggiamenti per due barre d'acciaio di diametro e lunghezza come da progetto e in funzione delle forze che agiscono sulla fondazione fornite dal produttore; le due barre dovranno essere munite di camicia di protezione tubolare che permetta il corretto inserimento delle stesse prevenendo l'occlusione nel foro a cause di eventuali franamenti; la posa della piastra può essere realizzata sul piano di fondazione con un minimo livellamento di cemento che permetta un'agevole posa della stessa.

2.5 ACCERTAMENTI, CONTROLLI, MISURAZIONI, VERIFICHE

2.5.1 Accertamento

Il Direttore Lavori, prima dell'inizio dei lavori, dopo aver preso visione dei certificati di qualità dell'appaltatore e del produttore delle barriere, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o prodotti proposti per l'impiego in base alle indicazioni dei relativi certificati di qualità, dei certificati di prestazione per il sistema proposto, in rapporto alle prescrizioni del presente Capitolato.

2.5.2 Controlli

La rispondenza delle caratteristiche prestazionali della barriera dovrà essere verificata dalla DL in contraddittorio con l'appaltatore in funzione di quanto disposto da questo Capitolato nel capitolo Caratteristiche Prestazionali.

2.5.3 Misurazioni

Le barriere saranno computate e compensate a corpo per singola barriera comprensiva di ogni onere ad esclusione delle fondazioni (ancoraggi d'attacco delle funi di supporto e ancoraggi d'attacco dei controventi in caso di barriere dotate di montanti e barre di sottofondazione dei montanti) da compensare a parte; in alternativa potrà essere compensata per metro quadrato di sovrastruttura fornita e posta in opera, misurata come superficie di intercettazione.

Se articolata in diverse altezze, si suddividerà la superficie della struttura di intercettazione in forme geometriche regolari, per le quali verranno calcolate separatamente, e sommate, le superfici.

2.5.4 Verifiche

Durante le fasi di tracciamento della barriera, di installazione e alla fine dei lavori dovranno essere eseguite da personale specializzato del produttore alla presenza della Direzione Lavori e dell'Appaltatore le verifiche in cantiere per l'accertamento del corretto montaggio in accordo alle specifiche di montaggio fornite dal produttore del sistema; solamente a seguito della positività di queste verifiche da parte del produttore, l'impresa potrà richiedere allo stesso l'emissione del certificato di garanzia della barriera. L'organizzazione delle tre giornate di verifica e gli oneri per il completo rimborso delle spese della/e giornate di verifica del personale specializzato della ditta produttrice sono a completo carico dell'Appaltatore.

Il programma dovrà prevedere in linea di massima:

1° giornata di verifica – Tracciamento:

- in accordo al progetto esecutivo, picchettamento e disposizione plano-altimetrica della barriera in funzione delle specifiche tecniche del produttore e del manuale di montaggio;
- presa visione da parte dell'Appaltatore di tutte le particolarità costruttive della barriera in accordo alle specifiche del produttore;
- rilascio da parte del Produttore all'Appaltatore delle istruzioni di montaggio

2° giornata di verifica – Avanzamento del montaggio:

- controllo del corretto montaggio geometrico della struttura da parte del Produttore
- controllo del corretto collegamento delle connessioni con gli elementi di tenuta (rete, funi, ancoraggi...)

3° giornata di verifica – Fine del montaggio:

- controllo finale del corretto montaggio complessivo della struttura e collegamento alle strutture di fondazione.

Per quanto in premessa qualora venga accertata la mancata rispondenza della barriera ai requisiti minimi prestazionali previsti al punto 3, non troverà applicazione il rimedio previsto dal comma 6 dell'articolo 15 del DM.LL.PP. n. 145/2000.

2.6 DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE DA PARTE DELL'IMPRESA

Oltre a tutta la documentazione, fornita in originale o in copia conforme tale da dimostrare la rispondenza alle specifiche di comportamento sopra riportate, sarà onere dell'Impresa appaltatrice fornire e fare approvare alla D.L., prima dell'inizio dei lavori la seguente documentazione:

- Certificazioni CE ETA DOP
- protocollo seguito per la realizzazione dei test in vera grandezza;
- copia conforme all'originale del certificato della prova in vera grandezza eseguita sulla barriera rilasciato da ente internazionalmente riconosciuto;
- copia rilasciata da ente internazionalmente riconosciuto, della modellazione numerica ad elementi finiti in campo dinamico eseguita sulla tipologia di barriera specifica del progetto in fase di studio; la modellazione numerica dovrà essere realizzata con carichi di progetto dinamici creati da una massa battente che coinvolge tutta la superficie della rete coinvolta dal volume d'impatto, che è variabile in funzione della tipologia di barriera e con parametri di base (volume, portata, velocità e tempo di impatto) tipici delle colate detritiche; da questo documento si dovrà evincere il comportamento complessivo del sistema sottoposto ad un carico non puntuale, si dovranno definire le forze che agiscono su tutti gli elementi strutturali del sistema e in particolare sulle fondazioni;
- specifiche tecniche, dimensionali, normative, di zincatura e di provenienza di tutti i materiali costituenti gli elementi della barriera che dovranno essere conformi a quelle da consegnare alla fine dei lavori;
- manuale di montaggio della barriera;
- manuale di manutenzione della barriera;
- certificato attestante la conformità del produttore ai requisiti del sistema di qualità aziendale ISO 9001/2001;
- polizza di assicurazione per la Responsabilità Civile del produttore contro eventuali danni causati involontariamente a persone o cose derivanti dal cattivo funzionamento della barriera.

2.7 INDICAZIONI DI POSA IN OPERA

2.7.1 Preparazione

La superficie in lavorazione deve essere sommariamente livellata. Il fornitore deve predisporre il materiale opportunamente imballato ed identificato secondo le esigenze dell'appaltatore.

2.7.2 Trasporto del materiale

Al fine di garantire la corretta gestione dei rapporti economici con le Proprietà interessate dalle lavorazioni e quindi da eventuali procedure di esproprio ovvero occupazione temporanea ovvero servitù ovvero stipula di accordi bonari, è fatto obbligo all'Impresa aggiudicataria di utilizzare *Elicotteri per merci e carichi appesi* così come previsto dal Computo Metrico estimativo per il trasporto dei materiali da costruzione e, ove richiesto dalla Direzione dei Lavori, dei macchinari di perforazione, trazione e montaggio.

Le piste terrestri saranno quindi riservate al solo passaggio del personale e di piccole attrezzature spalleggianti.

2.7.3 Tracciamenti

Il fornitore deve mettere a disposizione dell'appaltatore un adeguato schema di tracciamento dei punti di perforazione in accordo alla tipologia di opera di protezione previsto in progetto ed alla morfologia dei versanti interessati dalle opere.

2.7.4 Messa in opera delle fondazioni

Si eseguono le perforazioni dei punti d'ancoraggio e di fondazione con macchine ed utensili adeguati alle circostanze e secondo le indicazioni progettuali provvedendo a rivestire il foro in caso di terreni cedevoli. Successivamente all'inserimento di ancoraggi e barre dotate di opportuni distanziatori i fori verranno iniettati secondo le indicazioni progettuali. Il fornitore deve indicare alla DL i carichi agenti sui punti di fondazione della barriera prescelta e sarà dunque facoltà della DL richiedere all'appaltatore, a sue spese, prove di tiro per la verifica della loro tenuta.

2.7.5 Messa opera della sovrastruttura

Si installano le piastre fissandole alle estremità libere degli ancoraggi rigidi; si posizionano i montanti collegando le loro estremità agli ancoraggi con i relativi controventi; si installano le doppie funi portanti superiori ed inferiori verificando la corretta ripartizione delle asole frenanti previste. I componenti sono messi in tensione. Si posizionano i pannelli di rete in fune di acciaio a valle della struttura portante, si sollevano con l'ausilio di apposite apparecchiature o mezzi d'opera fino a collegarli alle funi portanti superiori per mezzo di appositi grilli. Si rende continua la protezione passiva collegando sempre per mezzo di appositi grilli i pannelli in fune di acciaio attigui ed estremi al montante terminale in modo da ottenere un unico appezzamento. Si monta la rete a semplice torsione sul pannello ad anelli, lato monte, curando i risvolti non inferiori a 30 cm alle estremità e le sovrapposizioni verticali di 10 cm, fissandola regolarmente al pannello con legacci zincati e promatizzati.

2.7.6 Chiusura del cantiere

Controllo e pulizia del cantiere, ripristino degli sterri nelle condizioni iniziali.

3 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. A tempo debito dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e 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.

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, 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) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

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 occorra, con canali fucatori.

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 occorra, 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.

5 CHIODATURE DI ANCORAGGIO CON BARRE TIPO GEWI

Le chiodature di ancoraggio, realizzate mediante perforazione di diametro non inferiore a 90 mm, sono elementi strutturali operanti in trazione e atti a trasmettere forze al terreno, costituite da un'armatura a barra con filettatura continua, in acciaio tipo GEWI, viplata, 670/800 N/mm² con diametro non inferiore a 28 mm (nominale), completa dei relativi manicotti di giunzione. L'ancoraggio è completato da una testa costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione.

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali. La scelta delle attrezzature e i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione dei tiranti preliminari di prova. Si ritiene comunque necessaria l'impiego di perforatrice idraulica. L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela d'iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'Impresa:

- il grado idrotimetrico del terreno di falda risulti $< 3^\circ \text{ F}$;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO₂ disciolto nell'acqua risulti $> 30 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in NH₄ disciolto nell'acqua risulti $> 30 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti $> 300 \text{ mg/l}$;
- il contenuto in ioni SO₄ dell'acqua risulti $> 600 \text{ mg/kg}$ di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento dovrà essere certificata dall'Impresa; il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.

1.4.1983 e successivi aggiornamenti, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086. I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30.6.1980 ed eventuali successivi aggiornamenti. Saranno costituiti da barre tipo Dywidag del diametro 28 mm.

Le miscele d'iniezione confezionate mediante turbomescolatore, saranno a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento d'altoforno o pozzolanico: kg 100;
- acqua: kg 40-45;
- filler calcareo o siliceo: kg 0 -30;
- bentonite: kg 0-4;
- additivi anticorrosione e antiritiro;
- eventuali additivi fluidificanti e acceleranti.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro $< 0,05\%$ in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri $< 0,15\%$ in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI 7163 dell'aprile 1979 e s.m.i...

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0,075 mm) $< 3\%$ in peso. Gli additivi non dovranno essere aeranti.

Le caratteristiche della miscela, controllate periodicamente durante le lavorazioni, dovranno essere le seguenti:

- fluidità Marsh da 10" – 35";
- essudazione $< 2\%$;
- resistenza a compressione a 28 gg . > 250 kg/cmq.

Le prove di fluidità ed essudazione dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa. Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisse risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni dovranno essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche. Dovrà, inoltre, essere eseguito il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante un prelievo e una successiva prova di compressione per ogni tirante. Le prove per il controllo della resistenza a compressione delle miscele dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa, presso Laboratori Ufficiali.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (> 20 giri/s).

Elementi di protezione

Per ancoraggi permanenti, come quelli in progetto, è necessaria la protezione di tutta la barra costituita da viplatura per tutta la lunghezza della barra. Per garantire un'adeguata copertura della miscela cementizia attorno alla barra, quest'ultima dovrà essere dotata di almeno due centratori.

Le tolleranze ammesse per la realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto salvo diversa indicazione della Direzione dei Lavori;
- la variazione d'inclinazione e di direzione azimutale non dovrà discostarsi di più di 2°;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi al progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Perforazione

Del diametro non inferiore a 50 mm, potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione mediante perforatrice idraulica. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature. In roccia si rivestirà il foro nel caso in cui l'alterazione o la fessurazioni della roccia siano tali da richiederlo, per assicurare la stabilità delle pareti durante, e dopo la posa delle armature e quando la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda. Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria. In base alle indicazioni emerse nel corso dell'esecuzione dei tiranti preliminari di prova, e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni d'intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso di armature a barre, per le quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via che la barra viene infilata nel foro, avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite. La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità, approvate dalla Direzione dei Lavori, che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

L'iniezione avviene attraverso tubicini in PVC, che attraversano l'ancoraggio per tutta la sua lunghezza e garantiscono la diffusione della miscela, preferenzialmente, secondo le generatrici del tirante, favorendo una migliore aderenza delle armature al bulbo. L'iniezione avverrà mediante apposito condotto fino a rifluimento dal tubicino di spurgo.