



COMMISSARIO DELEGATO

OCDPC 482/2017

REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE E COSTA

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE - TRATTO 3 - APERTURA CANALE ED ADEGUAMENTO ALVEO NEL TRATTO DA VIA RODOCANACCHI A VIA TOTI, COMPRESO NUOVO PONTE VIA TOTI - COMUNE DI LIVORNO

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Francesco PISTONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco PISTONE

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

PROGETTISTI



Studio INGEО

Ingegneri e Geologi Associati

Via dell'Acquacalda 840 A - 55100 Lucca

Telefono 0583 - 48682

Telefax 0583 - 464539

E-mail ingegneri@ingeo.it

Ing. Paolo Barsotti

CODICE ELABORATO

Anno	Commessa	Progetto	Elaborato	Tipologia	n°
2019	049	E	AMM	REL	G100

LIVELLO	Numero	Data	Stesura	Controllo	Approvazione
1 ^ Emissione		30/04/2020			
2 ^ Emissione		24/06/2020			

OGGETTO ELABORATO

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli
elementi tecnici/Capitolato speciale d'appalto

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista coordinatore/integratore Ing. Barsotti	Aprile 2020		REL
Visionato	R.U.P. Ing. Francesco Pistone			G.1
Confermato	D.R.C. Ing. Francesco Pistone			

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125

SOMMARIO

1	CAPO I – QUALITA', PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI	1
ART. 1.	NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI, I SISTEMI E L'ESECUZIONE	1
ART. 2.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	1
ART. 3.	PROVE SUI MATERIALI	5
2	CAPO II – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE CATERGORIE DEI LAVORI	6
ART. 4.	SCAVI IN GENERE	6
ART. 5.	SCAVI DI SBANCAMENTO	7
ART. 6.	SCAVI DI FONDAZIONE	7
ART. 7.	DEMOLIZIONI	8
ART. 8.	ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONI	8
ART. 9.	FORMAZIONE DI RILEVATI PER STRADE E VIABILITÀ	8
ART. 10.	OPERE A VERDE E TAGLIO DI VEGETAZIONE	9
ART. 11.	MALTE E CONGLOMERATI	11
ART. 12.	MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI	11
ART. 13.	MATRICE CASSERI PER GETTO A FACCIAVISTA	13
ART. 14.	CALCESTRUZZO PER COPERTINE, PARAPETTI E FINITURE	14
ART. 15.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	14
ART. 16.	ACCIAIO DI ARMATURA PER C.A. E C.A.P.	16
ART. 17.	ELEMENTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO ARMATO PER OPERE PROVVISORIALI O DEFINITIVE	20
ART. 18.	LASTRA PREDALLES	21
ART. 19.	ARMATURE, CENTINATURE, CASSEFORME E OPERE PROVVISORIALI	21
ART. 20.	MURATURA PORTANTE	22
ART. 21.	MURATURA NON PORTANTE	23
ART. 22.	PALI TRIVELLATI	24
ART. 23.	PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA	26
ART. 24.	MICROPALI	26
ART. 25.	TRATTAMENTI COLONNARI JETTING (JET-GROUTING)	28
ART. 26.	TIRANTI IN TREFOLI O IN BARRE, TIRANTI IN FUNE	30
ART. 27.	POSA IN OPERA DI TUBAZIONI	31
ART. 28.	WATERSTOP PER FONDAZIONI E GETTI STRUTTURALI	32
ART. 29.	TUBI IN PVC	33
ART. 30.	TUBAZIONI VIBROCOMPRESSE IN CEMENTO	34
ART. 31.	CONDOTTE IN POLIETILENE	35
ART. 32.	TUBI IN GHISA	36

ART. 33. PROVE DI TENUTA DEI CONDOTTI	41
ART. 34. GEOTESSILE NON TESSUTO	43
ART. 35. PULIZIA CHIAVICHE ESISTENTI	43
ART. 36. POZZETTI	43
ART. 37. CHIUSINI E GRIGLIE	44
ART. 38. IMPIANTI WELLPOINT	44
ART. 39. VALVOLE ANTIRIFLUSSO	44
ART. 40. RECINZIONI	44
ART. 41. TURE PROVVISORIE	45
ART. 42. MATERIALE PER OSSATURA E MASSICCIATE STRADALI	45
ART. 43. MATERIALI PER FONDAZIONI STRADALI IN STABILIZZATO	45
ART. 44. ZANELLE STRADALI PER ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE	46
ART. 45. LEGANTI BITUMINOSI	46
ART. 46. BARRIERE DI SICUREZZA	47
ART. 47. POSA IN OPERA DI STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE	48
ART. 48. SERVIZIO DI BONIFICA BELLICA	49
ART. 49. LAVORI COMPENSATI CON PREZZI UNITARI A CORPO	51
ART. 50. LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI	51
ART. 51. PROVE DI STABILITÀ DELLE OPERE E PROVE GEOLOGICHE DEI TERRENI	51

1 CAPO I – QUALITA', PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

Art. 1. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

- 1 Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
- 2 Per la misurazione e la valutazione dei lavori è stato fatto riferimento a quanto contenuto nella “Guida delle Lavorazioni e Norme di misurazione” allegata al Prezzario dei Lavori pubblici della Toscana vigente.
- 3 Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del Cap. Gen. n. 145/00.
- 4 Le seguenti norme si intendono richiamate per ogni tipologia di opera nei paragrafi successivi:
 - D.Lgs. 9/4/2008 n. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”. Titolo IV, Sez. VIII
 - D. Lgs. 3/4/2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”.
 - D.M. Ambiente n.161/2012 “Regolamento recante la disciplina delle terre e rocce da scavo”
 - D. M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni “
 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle 'Nuove Norme Tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
 - DGRT 19 giugno 2006, n. 431 Riclassificazione sismica del territorio regionale: “Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006”
 - DGRT N.878 DEL 08/10/2012 “Aggiornamento della classificazione sismica della Toscana”
 - DGRT n. 157 del 11/03/2013 Linee Guida per la progettazione ed il controllo delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria
 - Ministero dei lavori pubblici - Decreto 19 aprile 2000, n. 145 Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni (G.U. n. 131 del 7 giugno 2000)
 - Dpr 5 ottobre 2010 n. 207 – Regolamento di esecuzione e attuazione del D.lgs. 12 aprile 2006 n. 163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, per gli articoli che restano in vigore nel periodo transitorio.
 - L.R. 10 novembre 2014 n. 65 Norme per il governo del territorio.
 - D.lgs 18 aprile 2016 n. 50 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori servizi e forniture in attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE
 - DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

Art. 2. Qualità e provenienza dei materiali

- 1 I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori siano riconosciuti della migliore qualità della

specie, purché abbiano le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti e rispondano ai requisiti stabiliti nel Capitolato Generale e nel presente Capitolato speciale d'appalto.

- 2) Quando la Direzione lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa 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 dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, da cloruri e da solfati.

b) *Terra*. - La terra per la formazione delle sponde e dei rilevati arginali quando non reperita direttamente nell'ambito del cantiere dovrà provenire da cave di prestito da individuare a cura e spese dell'Appaltatore. Le indennità di cava da corrispondersi ai privati proprietari delle cave di prestito nonché per quelle per danni derivanti per passaggi provvisori, e simili, come per danni che venissero arrecati alle colture sono a carico dell'appaltatore, compreso gli eventuali danni che verranno arrecati per la realizzazione delle opere al di fuori dei terreni già preventivamente espropriati.

Per tutte le terre provenienti da cave di prestito destinate alla costruzione dei rilevati arginali resta subordinato il loro impiego al riconoscimento da parte della D.L. della perfetta idoneità alla creazione dei manufatti, in particolare sono richieste le seguenti caratteristiche:

- contenuto in argilla nella percentuale variabile da un minimo del 20% a un massimo del 30%;
- frazione totale passante al setaccio 0.075 UNI 2332 non superiore al 35%, in modo da mantenere la terra entro il gruppo A2 della classificazione CNR o nel gruppo B della classificazione francese LCPC-SETRA;
- buone caratteristiche portanti;
- nullo o leggero ritiro e/o rigonfiamento;
- scarsa permeabilità.

Campioni significativi di terreno, a giudizio della D.L., saranno sottoposti preventivamente ad analisi di laboratorio per definire le proprietà indice e l'umidità ottima Proctor corrispondente alla massima densità ottenibile sotto una certa energia di costipamento (prova AASHO modificata).

Sono a carico dell'Appaltatore gli eventuali oneri per le analisi delle terre stesse necessarie per la caratterizzazione come previsto dalla normativa vigente per un eventuale riutilizzo.

c) *Ghiaia, pietrisco e sabbia*. - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi e per riempimenti o simili dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, nn. 2228 e 2229, nonché, dal D.M. 27 luglio 1985, Allegato 1.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti 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.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto di materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'Allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 sui requisiti di accettazione dei cementi.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie, questi dovranno essere da mm 40 a mm 71 (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I. n. 2334). E' previsto anche l'impiego di pietrischi e di ghiaie dalle dimensioni maggiori e paria a 70 -100mm al fine di realizzare i sistemi di drenaggio.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura o 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 massi o ciottoloni ricavabili da fiumi o torrenti sempreché provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione del C.N.R. Rispetto ai crivelli UNI 2334 i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti al crivello 25 UNI, i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti al crivello 10 UNI, le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

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, inclusioni 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 dall'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.

Dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232. Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a kg 1600 per cmq e una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

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

f) *Zincature*. - In tutti gli elaborati del presente progetto, grafici, descrittivi o estimativi, laddove si legga “zincatura”, deve sempre e comunque intendersi zincatura del tipo forte, o pesante, comunque idonea all'impiego all'esterno in ambiente marino, debitamente certificata dalla zincheria di produzione.

g) *Legname*. - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte: si riterranno dolci il pioppo, lontan, l'abete, il pino nostrano, il taglio, il platano, il salice, l'acero; mentre si riterranno forti la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate alla sega e si ritirino nelle sconnessioni. Nei legnami grossolanamente squadrati e a spigolo smussato tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

Il legno non deve presentare alcun difetto o danneggiamento che ne comprometta il valore d'uso.

Non sono in ogni caso ammissibili nel legno la presenza di larve e uova di insetti e fenomeni di putrefazione. Per i legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, non sono inoltre ammissibili la cipollatura, i nodi risultanti dall'inserzione di rami stroncati o ammalati, la fibratura elicoidale, i cretti formati in conseguenza del gelo o di scariche di fulmine, le perforazioni dovute a insetti o vischio.

Dovranno essere impiegate le specie legnose che presentano migliori caratteristiche di stabilità con riferimento al rigonfiamento e al ritiro conseguenti alle variazioni di umidità. Il legno dovrà essere inserito in opera con un'umidità il più possibile uguale a quella prevista come valore medio durante il periodo di utilizzazione. Durante le operazioni di trasporto e di accatastamento si farà dunque attenzione affinché tale valore medio di umidità non venga modificato.

I legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla DL, dovranno presentare le caratteristiche di resistenza meccanica definiti dal DM Infrastrutture 14 gennaio 2008, determinati mediante prove eseguite secondo le norme UNI relative.

Tutti i legni con particolari funzioni statiche e nei casi indicati dalla DL devono essere protetti dall'attacco di funghi e insetti mediante misure chimiche di difesa preventiva utilizzando esclusivamente sostanze che non siano nocive alla vegetazione vivente. I legni che vengono forniti in cantiere già trattati devono essere muniti di un certificato che indichi il nome e l'indirizzo dell'esecutore del trattamento, la data del trattamento, le sostanze usate con i relativi certificati di controllo da parte di un istituto qualificato, che specifichi l'efficacia del prodotto nonché il tipo di trattamento più adatto. Secondo le indicazioni della DL verranno utilizzati legni trattati con sistemi di impregnazione profonda mediante apposite attrezzature operanti sotto pressione, ovvero legni trattati con sistemi di verniciatura o immersione. I legni nel primo caso dovranno essere accompagnati, su richiesta della DL, dai diagrammi con la registrazione delle modalità processuali.

Nel secondo caso il quantitativo minimo delle sostanze da applicare dovrà comunque essere superiore a 90 g/mq per le sostanze solubili in acque e a 350 ml/mq per le sostanze oleose.

I prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

h) Materiali per opere di sistemazione della vegetazione.

1° *Terra.* - Per il rivestimento di scarpate, argini e di qualunque altra superficie vegetata si impiegherà solamente terra vegetale, proveniente da aree a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità di cm 80. Dovrà avere reazione neutra, con abbondante sostanza organica ed elementi nutritivi e di medio impasto, priva di ciottoli, detriti, radici e quanto altro potrebbe nuocere alla crescita vegetativa.

2° *Concimi.* - Dovranno essere di nota fabbrica, conservati negli involucri originali, con titolo dichiarato.

3° *Materiale per piantumazione.* - L'impresa potrà approvvigionare le piante, i rizomi, le talee e le piote da qualsiasi vivaio immune da malattie parassitarie, purché la provenienza venga preventivamente dichiarata dall'Appaltatore, e accettata dalla Direzione lavori.

4° *Semenze.* - L'impresa potrà approvvigionare le sementi dalle ditte di sua fiducia, dichiarando il titolo. Qualora il valore del seme fosse inferiore, per non oltre il 20% rispetto al valore della colonna "buona semente" delle tavole Marchettano, si dovrà provvedere ad aumentare proporzionalmente le quantità per unità di superficie.

5° *Zolle.* - Dovranno provenire da prato polifita stabile e asciutto, con esclusione del prato irriguo e paludoso. Il Direttore dei lavori potrà rifiutare forniture provenienti da località non gradite. Saranno precluse zolle con presenza di specie infestanti tra cui: Rumex sp. pl., Artemisia sp. pl., Catex sp. pl., e tutte le umbrellifere. Il manto vegetativo dovrà essere continuo, e la zolla sarà di spessore tale da raccogliere per la maggior parte l'intreccio delle radici delle specie presenti, e comunque non inferiore a cm 8, con esclusione di zolle provenienti da terra sabbiosa o argillosa.

6° *Paletti.* - i paletti per viminate, staccionate e simili saranno in pino, castagno, carpino oppure orniello, del diametro minimo di punta di cm 6, dritti, senza nodi e difetti da gelo.

h) Materiali per applicazioni geologiche e pedologiche.

1° *Nontessuti.* - Il telo sarà in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, ottenuto per agugliatura ad alta temperatura e senza coloranti, e avrà le seguenti caratteristiche: coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale compreso tra 10^{-3} e 10^{-1} cm/s; resistenza a trazione di una striscia di 5 cm di lato maggiore di 30 kg, se per impieghi drenanti, mentre per impieghi portanti di pavimentazioni o rilevati tale valore potrà essere richiesto dalla Direzione lavori non minore di 50 oppure 75 kg.

Per determinare peso e spessore si seguiranno le norme di cui al B.U. -C.N.R. n. 110 del 23 -12-1985 e n.111 del 24-11-1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz.1981-87, U.N.I.8639-34, 8727-85, 8986-87.

2° *Geogriglie.* - La griglia a rete di tipo laminare e monorientata sarà ottenuta per estrusione e stiratura, con polimeri HDPE, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti. Resistenza alla trazione longitudinale minima di 35 kN/m se per impieghi portanti in sottfondi o rilevati stradali; allungamento alla massima trazione longitudinale non superiore al 15%; interasse delle maglie max cm 15 longitudinale e cm 2 trasversale.

Si seguiranno le norme A.S.T.M. D-792, A.S.T.M. C-293-79.

3° *Georeti.* - La rete in juta sarà costituita da fibre biodegradabili naturali (circa 85% cellulosa e 15% lignina) ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con diametro dei fili mm 4, maglia mm 20 x 15, peso 500 gr/mq, resistenza a trazione 8-15 kN/m, resistenza al calore per il tipo trattato con 0,3-0,6% di oli minerali a circa 190°C.

i) - Materiali diversi.

1° *Additivi per calcestruzzi e malte.* L'impiego degli additivi negli impasti dovrà essere sempre autorizzato dal Direttore dei lavori, in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità. Dovranno essere conformi alle norme U.N.I. 7101-72 e successive, e saranno del tipo seguente: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo; superfluidificanti.

Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dal Direttore dei lavori l'impiego di additivi reoplastici.

Per conferire idrorepellenza alle superfici dei calcestruzzi o delle malte già messi in opera si potranno impiegare appositi prodotti.

Art. 3. Prove sui materiali

- 1 In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata 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.
- 2 L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.
- 3 Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

2 CAPO II – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE CATERGIE DEI LAVORI

Art. 4. Scavi in genere

- 1 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 lavori. Dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i versanti, nel configurare e nel profilare le scarpate.
- 2 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.
- 3 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, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà 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 se occorre, 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, del fosso adiacente alle opere, etc.) con canali fuggatori, tubazioni provvisionali od ogni altro mezzo ritenuto idoneo e necessario dalla Direzione lavori.

Le materie provenienti dagli scavi e dalla ripulitura delle sponde e/o dei versanti anche dai rifiuti e dalla vegetazione infestante, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione, per altro impiego nei lavori, 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 D.L. 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.
- 4 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 lavori; tali cave potranno essere aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto all'accennata 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.
- 5 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.

- 6 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.
- 7 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.
- 8 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.

Art. 5. Scavi di sbancamento

- 1 Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.
- 2 Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.
- 3 Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi e tagli di scarpate per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (muri di sostegno, cordoli ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra.
- 4 Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.

Art. 6. Scavi di fondazione

- 1 Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che risulta dai disegni di progetto o che dalla Direzione lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo conto delle prescrizioni di cui al D M. 1 marzo 1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione e la relativa Circ. M. LL. PP. 24 settembre 1988, n. 30483.
- 2 Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.
- 3 È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.
- 4 I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione lavori, essere disposti a gradini anche con determinate contropendenze. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti 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'Impresa dovrà provvedere a sua cura 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.
- 5 Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.
- 6 Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione 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 è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

- 7 L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione appaltante, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.
- 8 Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa entri o si elevi negli scavi, per qualunque altezza, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Nel caso che il fondo dello scavo venga realizzato al di sotto del livello del mare, l'acqua dovrà essere eliminata dallo scavo fino al livello del piano di posa delle fondazioni dell'opera di sostegno previo riempimento dal fondo scavo a quest'ultimo livello con materiale ghiaioso i cui interstizi verranno riempiti con terreno sabbioso di risulta degli scavi adeguatamente vagliato.
- 9 Gli scavi saranno 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.
- 10 L'Impresa sarà tenuta perciò ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque di qualunque genere provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse, resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Art. 7. Demolizioni

- 1 Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo. Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non danneggiare le murature o le opere restanti, non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta ai sensi dell'art. 40 del Capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere, di cui è cenno nel precedente art. 16 lettera a); e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito etc, in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 40.
- 2 Per evitare la formazione di eccessive polveri sia si potrà prevedere di bagnare le opere da demolirsi.
- 3 La Direzione lavori si riserva di disporre con sua facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 40 del Capitolato generale.
- 4 I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.
- 5 Le demolizioni o rimozioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti e/o oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite.
- 6 Detti materiali, ove non diversamente specificato, restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di trasportare i materiali di scarto fuori dal cantiere nei luoghi indicati dall'Amministrazione appaltante e/o nelle discariche pubbliche.
- 7 Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.

Art. 8. Armature e sbadacchiature speciali per gli scavi di fondazioni

- 1 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 compensato col prezzo di elenco per lo scavo.

Art. 9. Formazione di rilevati per strade e viabilità

- 1 Per rilevati s'intendono l'insieme di opere che comportano spostamenti di materiale in genere, tese a colmare depressioni del terreno o a rialzarne il livello, eseguite con mezzi meccanici o a mano.

- 2 Prima di procedere alla costruzione del rilevato, occorre asportare dal piano campagna il terreno vegetale, per una profondità da 30 a 50 cm, ed assicurarsi che il terreno sottostante al piano di posa sia idoneo a sopportare il peso dell'opera senza che si verifichino cedimenti. A questo scopo il piano di posa del rilevato deve essere accuratamente costipato mediante compattazione con rulli idonei. Quando invece il piano di posa del rilevato non ha buone caratteristiche di portanza, occorre asportare lo strato di terreno non idoneo e sostituirlo con altro di idonee qualità e, se necessario, realizzare opere di drenaggio. Per la formazione di un rilevato occorre che le terre utilizzate siano prive di materiale estraneo ed organico. Il grado di addensamento da conferire al rilevato dipende dalla profondità dello strato rispetto al piano di posa della sovrastruttura.
- 3 La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.
- 4 Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte della superficie d'impiego, per esservi successivamente riportato tramite mezzi di stesa. La granulometria dei materiali costituenti i diversi strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di materiali 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. In ogni caso, il materiale non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 140 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati all'impianto di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto. Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.
- 5 Durante la costruzione del corpo dei rilevati occorre provvedere tempestivamente alla riparazione di danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.
- 6 Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori per più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.
- 7 È obbligo dell'impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.
- 8 L'impresa nel reimpiego dei materiali provenienti dallo scavo o dall'uso di materiali provenienti da altri siti deve attenersi al Piano di utilizzo delle terre redatto ai sensi del D.M. 161/2012z in caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto.

Art. 10. Opere a verde e taglio di vegetazione

- 1 Lavori preliminari
 - a- Estirpamento, scalzamento o abbattimento di alberi, arbusti, cespugli e siepi
I lavori di abbattimento, estirpamento o scalzamento delle piante devono essere condotti in modo da evitare ogni danno agli elementi da conservare, e ogni inversione o miscuglio dei differenti strati di terreno. Se necessario, gli strati devono essere ripristinati nel loro ordine naturale.
 - b- Pulizia del terreno
Salvo diverse indicazioni della D.L., si deve intendere per terreno in stato di pulizia, il terreno nudo o che porta unicamente una vegetazione di graminacee o di leguminose da prato.
Solo i terreni con queste caratteristiche non hanno bisogno di pulizia: per gli altri la pulizia deve essere effettuata evitando tutte le inversioni e i miscugli dei differenti strati di terreno o ripristinando gli strati nel loro ordine naturale.
Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti di pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e sacchi vuoti, ecc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile.
I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'Impresa a sua cura e spese.
Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti.

c- Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto andranno preventivamente marcate sul posto. Se non possono essere subito ripiantate, le piante dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

d- Accantonamento della terra vegetale

La terra vegetale è generalmente costosa, rara e difficile da acquisire. Quella esistente sull'area del cantiere deve essere preservata e se necessario accantonata fin dall'inizio dei lavori.

L'accantonamento, vale a dire l'asportazione dello strato di terra vegetale e la sua messa in deposito per il reimpiego è effettuato prendendo tutte le precauzioni per evitare la contaminazione con materiali estranei o con strati più profondi di composizione fisico-chimica differente.

La D.L. fisserà lo spessore della terra da asportare e le caratteristiche dei mezzi meccanici da utilizzare per non modificare troppo la struttura della terra vegetale per evitare di compattare queste ultime.

La terra vegetale può essere riutilizzata immediatamente allorché non risulta di fastidio alla condotta dei lavori, altrimenti il capitolato speciale d'appalto e le planimetrie annesse dovranno indicare la localizzazione dei depositi.

Nella messa a deposito, le terre di differenti qualità fisico-chimiche dovranno essere tenute separate. La superficie del deposito dove essere preventivamente pulita per evitare la contaminazione della terra vegetale e, salvo diverse motivate prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, lo spessore della terra accantonata non deve eccedere 2 m.

Tutte le disposizioni utili sono prese per evitare lo stabilirsi di vegetazione estranea sulla terra vegetale e in depositi. Tali disposizioni non dovranno in alcun caso rendere la terra non adatta alla vegetazione.

e- Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno previsti al punto b), i vegetali da conservare sono protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'Impresa prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivi consistono in recinzioni per le masse vegetali e in corsetti di protezione per le piante isolate. Salvo diverse motivate prescrizioni della D.L., le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2 m.

Le piante da conservare sono indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori.

2 Approvvigionamento di acqua

L'Impresa è responsabile dell'approvvigionamento e della qualità dell'acqua necessaria all'innaffiamento e, prima di piantare, deve comunicare alla D.L. le modalità con le quali intende procedere.

3 Terra vegetale

Le caratteristiche della terra vegetale dovranno essere adatte alla natura dell'opera e tener conto delle condizioni locali, comunque a reazione chimicamente neutra.

La terra utilizzata dovrà permettere uno sviluppo normale delle piante e del prato (sufficiente percentuale di elementi nutritivi assimilabili, mancanza di sostanze fitotossiche) e, salvo diverse prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, essere omogenea.

In particolare:

1) per la formazione di prato, la terra non dovrà contenere più del 5% di elementi sassosi o di corpi estranei che non passano al crivello con maglia di 2 cm.;

2) per le aree attrezzate, la terra di supporto al prato dovrà presentare le seguenti qualità:

- essere permeabile;
- essere poco sensibile al compattamento dovuto alla frequentazione del terreno;
- non deformarsi sotto il piede, anche in condizioni di forte umidità;
- non contenere nei primi centimetri della superficie, ciottoli o pietre di diametro superiore ad 1 cm.

L'idoneità all'impiego delle terre vegetali deve essere valutata in base ai risultati delle analisi fisiche e chimiche fatte in laboratorio. In particolare nel caso di contestazione o di dubbio circa le caratteristiche della terra di cui si propone l'impiego, ci si deve riferire ai risultati di dette analisi.

Ove necessario, se la terra vegetale non esiste "in loco", o non proviene da altre zone dell'area di cantiere, essa dovrà essere fornita e messa in opera prelevandola da depositi o cave, opportunamente scelti.

La profondità di prelevamento della terra vegetale non può superare i 30 cm a meno che le analisi di laboratorio dimostrino che le qualità fisico-chimiche della terra più profonda sono soddisfacenti o correggibili attraverso l'applicazione di fertilizzanti e ricreando condizioni adatte allo sviluppo della vita biologica.

Prima del prelievo e della fornitura della terra la Direzione Lavori si riserva il diritto di richiedere certificati di idoneità del materiale rilasciati da laboratori di chimica agraria riconosciuti, a seguito di analisi su campioni prelevati in contraddittorio.

Art. 11. Malte e conglomerati

- 1 I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle proporzioni indicate nelle vigenti norme tecniche.
- 2 Quando la Direzione lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso predeterminato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione lavori e che l'Impresa sarà in obbligo di provvedere a mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.
- 3 La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette come viene estratta con badile da calcinaio, ma dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.
- 4 L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.
- 5 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 malte 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.
- 6 Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2229, nonché nel D.M. 27 luglio 1985, punto 2.1. Allegati 1 e 2.
- 7 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.
- 8 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. Per quantitativi d'acqua superiori si applicheranno appositi additivi.
- 9 I getti devono essere convenientemente vibrati.
- 10 Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da prove a compressione su cubetti prima e durante i getti almeno nella misura di due per ogni getto.
- 11 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 al lavoro.
- 12 I residui d'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.
- 13 Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.

Art. 12. Murature di getto o calcestruzzi

- 1 La fornitura di conglomerato cementizio preconfezionato a prestazione garantita dovrà essere in accordo alle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

- 2 Il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 (aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni) e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera; tale sistema di controllo deve essere certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato ed effettuato in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2003). L'impresa deve chiedere al fornitore copia del certificato FPC e consegnarla alla Direzione dei Lavori.
- 3 Il calcestruzzo viene identificato in base alla resistenza caratteristica, alla classe di esposizione ambientale ed alla consistenza l'aggregato è considerato con D_{max} 32 mm e la classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo è 0,4.
- 4 Deve essere curata la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, affinché la resistenza in opera non risulti inferiore ai limiti imposti dal D.M. 14/01/2008 e D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 (aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni).
- 5 L'impresa deve avvisare la Direzione dei Lavori prima di iniziare ciascun getto, con un preavviso di almeno 24 ore, e verificare assieme alla stessa DL se le condizioni climatiche sono idonee all'esecuzione dei getti
- 6 L'impresa deve verificare sul documento di trasporto la congruenza con le specifiche progettuali e segnalare alla Direzione dei Lavori eventuali non conformità (resistenza, lavorabilità, tempo di trasporto, etc.) e accettare la fornitura se è conforme alle specifiche progettuali siglando il documento di trasporto per mano di persona autorizzata.
- 7 È necessario che l'impresa utilizzi casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere sulla capacità del copri ferro di proteggere le armature nel caso di utilizzo di casseri di legno e/o elementi in laterizio l'impresa deve bagnare fino a saturazione tutte le superfici che saranno a contatto col calcestruzzo per evitare la sottrazione di acqua dallo stesso.
- 8 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 compattato e la relativa superficie deve essere protetta contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici e mantenuta umida per almeno tre giorni.
- 9 Il calcestruzzo deve essere compattato in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia.
- 10 Allo scopo occorre utilizzare vibratori da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Nella fase del getto la vibrazione deve essere eseguita per strati di spessore inferiore a 30 cm. nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario.
- 11 L'impresa è responsabile del rispetto della classe di consistenza prescritta dal progettista, pertanto non deve essere aggiunta acqua o altri materiali nell'impasto a piè d'opera.
- 12 Per una corretta esecuzione del getto del calcestruzzo deve essere rispettata l'altezza massima di caduta libera (di solito limitata a 50-70 cm) ed i tempi minimi di vibrazione prescritta.
- 13 Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, seguendo le procedure previste dal D.M. 14/01/2008 e D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 (aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni).
- 14 Nel caso la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti inferiore a quello indicato nei disegni approvati dal Direttore dei lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata, in attesa dei risultati delle prove dei laboratori ufficiali.
- 15 Qualora anche tale valore fosse inferiore a quello di progetto occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento dalla Direzione lavori.
- 16 Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza caratteristica è ancora compatibile con le sollecitazioni di progetto, secondo la destinazione d'uso dell'opera e in conformità delle leggi in vigore.

- 17 Se tale relazione sarà approvata dal Direttore dei lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.
- 18 Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione lavori riterrà di approvare formalmente.
- 19 Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.
- 20 Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, e a complete spese dell'Appaltatore, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:
 - a) prova del cono di cui all'App. E della U.N.I. 7163-79;
 - b) prova del dosaggio di cemento di cui alla U.N.I. 6393-72 e alla U.N.I. 6394-69;
 - c) prova del contenuto d'aria di cui alla U.N.I. 6395-72;
 - d) prova del contenuto di acqua;
 - e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
 - f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
 - g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.
- 21 Gli additivi dovranno in ogni caso essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. che potrà in ogni momento disporre le prove che più riterrà opportune per valutarne le caratteristiche specifiche.
- 22 I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.
- 23 Il disarmo deve avvenire gradatamente, adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche, e non deve avvenire prima che la resistenza del calcestruzzo abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo e sempre previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.
- 24 Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati od a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.
- 25 Solo in caso di cavi molto larghi la Direzione lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente.
- 26 Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.
- 27 Quando il calcestruzzo venga impiegato nel rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm di spessore e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.
- 28 È assolutamente vietato l'impiego di calcestruzzi che non si possano mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la preparazione, debbono essere senz'altro gettati a rifiuto.

Art. 13. Matrice casseri per getto a facciavista

- 1 Matrice in materiale POLIURETANICO SINTERIZZATO MORBIDO realizzate con disegno modello tipo Esx/0509-Blockstone, (PLASMACEM SRL) o simili da applicare su casseforme in acciaio o in legno.
- 2 La superficie del calcestruzzo deve risultare faccia a vista, senza imperfezioni dovute a vespai, tiranti, bolle d'acqua, evidenti giunti causati da imperfezioni nell'accostamento delle matrici.
- 3 Per la realizzazione del muro può essere utilizzato una carpenteria di uso corrente che utilizza i tiranti per contenere la spinta del calcestruzzo.
- 4 Le matrici previa carteggiatura del dorso con carta vetrata da 40 e successiva distribuzione della colla direttamente sopra la superficie del cassero tramite spatola metallica dentata, devono essere appoggiate dal lato della carpenteria dove interessa il disegno e tenute sulla superficie del cassero con la posa di pesi per contrastare l'effetto deriva della colla(per circa 24 ore).
- 5 Le matrici vengono accostate l'una all'altra facendole aderire per evitare la fuoriuscita del calcestruzzo.

- 6 In corrispondenza del tirante viene praticato un foro di diametro uguale a quello del distanziatore in plastica, utilizzando attrezzature normalmente sul mercato.
- 7 I distanziatori in plastica, tagliati a misura, si appoggiano alle due pareti della carpenteria per ottenere uno spessore medio del muro pari a cm.....
- 8 La qualità dei tiranti, deve essere adeguata alla tipologia di cassaforma utilizzata e comunque sufficiente a contenere la spinta del getto.
- 9 Gli angoli vengono realizzati inserendo un elemento in legno dello spessore della matrice nell'angolo formato tra le due carpenterie, previa svasatura dei bordi dei teli matrice per favorirne l'accostamento a 90°.
- 10 L'impasto del calcestruzzo deve mantenere il rapporto acqua/cemento previsto anche dopo l'eventuale trasporto con autobetoniera dal luogo di produzione al luogo del getto.
- 11 Il getto viene eseguito dal fondo della cassatura e fatto risalire man mano al crescere del livello. Il vibratore va inserito verticalmente ad intervalli di circa 10 volte il diametro dell'ago, la durata della vibrazione è di circa 10 secondi. L'estrazione del vibratore deve essere lenta per consentire al calcestruzzo di riempire il vuoto.
- 12 Il fissaggio delle matrici al pannello avviene, oltre che con i distanziatori in uso, tramite apposito collante bicomponente a base poliuretanica. La tipologia del calcestruzzo consigliato è classe S4 possibilmente superfluidificato (autocompattante) per una migliore definizione del disegno (resta inteso che il prodotto funziona comunque con qualsiasi tipologia di calcestruzzo. Il consiglio è per una perfetta definizione del disegno scelto).
- 13 È necessario utilizzare un distaccante per il disarmo delle matrici poliuretaniche.

Art. 14. Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture

- 1 Per le copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibratorii con dosaggio di kg/mc 300 di cemento 42,5.
- 2 Le prescrizioni di cui agli articoli precedenti rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato. Particolare cura verrà posta nella esecuzione delle armature per ottenere un perfetto raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti e le particolari indicazioni della Direzione lavori.

Art. 15. Opere in conglomerato cementizio armato

- 1 Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel DM 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".
- 2 Per le opere in zona sismica l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni di cui al DM 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni".
- 3 Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e bene distribuiti nella massa.
- 4 Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.
- 5 Per ogni impasto si devono usare dapprima le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungere l'acqua con ripetute aspersioni, continuando così a rimescolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.
- 6 Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15,00 centimetri.
- 7 Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanni.
- 8 I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.
- 9 Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.
- 10 La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione lavori e comunque non superiore a centimetri 15 ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre una ora dopo il sottostante.

- 11 I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme (vibratori).
- 12 I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.
- 13 La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20).
- 14 Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).
- 15 I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti: nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec e lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.
- 16 Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media cm 50).
- 17 Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.
- 18 La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.
- 19 La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.
- 20 Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché, la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.
- 21 Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.
- 22 Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e, prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.
- 23 Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici in contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita da tratti o segmenti stessi, è assoggettata.
- 24 Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.
- 25 Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e dei tipi esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.
- 26 L'Appaltatore dovrà perciò avere sempre a disposizione, per la condotta effettiva dei lavori, un ingegnere competente per lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata di essi. Detto ingegnere, qualora non sia lo stesso assuntore, dovrà però al pari di questo essere munito dei requisiti di idoneità a norma di quanto è prescritto nel Capitolato generale. Solo dopo intervenuta l'approvazione da parte della Direzione lavori, l'Impresa potrà dare inizio al lavoro, nel corso del quale si dovrà scrupolosamente attenere a quanto prescritto dalla Direzione lavori. Spetta in ogni caso all'Impresa la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.
- 27 Le prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione lavori.
- 28 Nel caso la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti inferiore a quello indicato nei disegni approvati dal Direttore dei lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata, in attesa dei risultati delle prove dei laboratori ufficiali.
- 29 Qualora anche tale valore fosse inferiore a quello di progetto occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base

- della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento dalla Direzione lavori.
- 30 Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza caratteristica è ancora compatibile con le sollecitazioni di progetto, secondo la destinazione d'uso dell'opera e in conformità delle leggi in vigore.
- 31 Se tale relazione sarà approvata dal Direttore dei lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.
- 32 Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione lavori riterrà di approvare formalmente.
- 33 Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.
- 34 Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, e a complete spese dell'Appaltatore, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:
- a- prova del cono di cui all'App. E della U.N.I. 7163-79;
 - b- prova del dosaggio di cemento di cui alla U.N.I. 6393-72 e alla U.N.I. 6394-69;
 - c- prova del contenuto d'aria di cui alla U.N.I. 6395-72;
 - d- prova del contenuto di acqua;
 - e- prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
 - f- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
 - g- prova di resistenza a compressione con sclerometro.
- 35 Il prezzo di elenco si intende comprensivo di ogni onere per esecuzione in quota o sotto scarpata a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale.
- 36 Gli additivi dovranno in ogni caso essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. che potrà in ogni momento disporre le prove che più riterrà opportune per valutarne le caratteristiche specifiche.

Art. 16. Acciaio di armatura per c.a. e c.a.p.

- 1 Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione (D.M. 17/01/2018).
- 2 Per gli opportuni controlli da parte della D. L., l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.
- 3 Saranno ammessi solamente acciai controllati in stabilimento, per i quali l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D. L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.
- 4 Per le caratteristiche meccaniche delle piastre di ancoraggio e per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p., se di serie si farà riferimento alle indicazioni del produttore per quel tipo di armatura adottata (barra – trefolo); diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto.
- 5 Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 17/01/2018. È fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine.
- 6 Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 17/01/2018.
- 7 Rimane comunque salva la facoltà del D. L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.
- 8 L'esame e la verifica, da parte della Direzione Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.
- 9 Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.
- 10 *Acciaio per c.a.*

Gli acciai da c.a. dovranno rispettare tutte le disposizioni previste nel DM 17/01/2018.

La Direzione dei Lavori effettuerà i controlli di accettazione in cantiere secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018.

11 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 11.3.4.8 del D.M. 17/01/2018, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

12 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450A o B450C, controllate in stabilimento e di qualità saldabile, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 33 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 17/01/2018.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui ai precedenti punti.

13 Zincatura a caldo degli acciai

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

14 Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88.

15 Zincatura a caldo per immersione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bi componente dello spessore di 80-100 micron.

16 Trattamento preliminare

Comprende operazioni di sgrassaggio, decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430 K.

17 Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m², corrispondente ad uno spessore di 85 micron \pm 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

18 Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

19 Verifiche della zincatura

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max. di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Appaltatore ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 +10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 -10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

20 Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 17/01/2018 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

21 Posa in opera delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali, laddove previsti in progetto.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

22 Giunzioni di barre da c.a.

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

23 *Manicotti filettati per armature ordinarie*

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale piastrina di fissaggio del manicotto alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la dare il lavoro finito a regola d'arte.

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di snervamento $\geq 550\text{N/mm}^2$
- tensione di rottura $\geq 750\text{N/mm}^2$

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi.

Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

24 *Copriferri*

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto di quanto previsto dal DM 17/01/2018.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 2.0cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere conforme al DM 17/01/2018 e al documento Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale, emanato dalla presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

In corrispondenza di angoli o punti dove la piegatura delle barre da c.a. (effettuata secondo i raggi di curvatura previsti dalla norma) rende il copriferro localmente superiore a 5.00cm, si dovrà prevedere la presenza di armatura secondaria di piccolo diametro sagomata in maniera tale da mantenere il copriferro non superiore, in alcun punto, a 5.00cm. In alternativa alle reti elettrosaldate si potrà far ricorso a barre di diametro non superiore a 8.00mm posizionate ad interasse non superiore ai 25.00cm e collegate da barre ortogonali di eguale diametro, di cui almeno una sullo spigolo, e distanziate non oltre 25.00cm.

La sovrapposizione tra l'armatura secondaria di frettaggio e le barre previste sui disegni di progetto sarà non minore di 20 volte il diametro della barra di frettaggio.

25 *Tolleranze*

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali.

In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a ± 2 cm. Per

quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a ± 5 cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali.

La tolleranza ammessa sul copri ferro non potrà eccedere i 0,5 cm.

Art. 17. Elementi prefabbricati in calcestruzzo armato per opere provvisionali o definitive

- 1 Per le copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordunate, soglie ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibrator con dosaggio di kg/mc 300 di cemento 42,5.
- 2 Gli elementi prefabbricati scatolari a sezione rettangolare o quadrata prefabbricati in calcestruzzo di cemento, turbovibrocompressi dovranno essere confezionati con alti dosaggi di cemento ad alta resistenza ai solfati ed aventi un peso specifico non inferiore a 2,4 kg/dcm, con armatura adeguata in acciaio B450A o B450C.
- 3 Le condotte dovranno rispondere alle normative DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981 ed essere conformi ai requisiti previsti dalle norme vigenti, dovranno essere realizzati secondo i disegni costruttivi e calcoli allegati elaborati per sopportare carichi per strade di 1a o di 2a categoria (come precisato negli elaborati di progetto) con ricoprimento superiore a un minimo di 0.2m dall'estradosso superiore.
- 4 Gli elementi dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo a consistenza plastica e resistenza caratteristica non inferiore a Rck 200, con spessore minimo di 10 cm e armato con rete elettrosaldata, risultare rettilinei, compatti, senza fessure e con sezione interna che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che ogni elemento possa combaciare perfettamente con il seguente.
- 5 Ciascun elemento dovrà avere una lunghezza non inferiore a quella prevista dal disegno costruttivo e terminare con apposito incastro perimetrale maschio-femmina come definito nello stesso.
- 6 I manufatti non devono presentare alcun foro né per il sollevamento né per la movimentazione; tali operazioni devono essere eseguite con apposita "forca" tramite autogrù di adeguata portanza, l'impresa dovrà essere altresì dotata di idonei mezzi "tiratubi" per l'inserimento della punta maschio nella femmina evitando tassativamente l'uso della benna o similari.
- 7 La D.L. potrà fare verificare a laboratorio di propria fiducia la rispondenza delle condotte, delle armature, e dei materiali impiegati, ogni spesa sarà a carico della ditta Aggiudicataria della fornitura. Nel prezzo è compresa altresì la stuccatura e sigillatura interna dei giunti con idonea malta antiritiro.
- 8 Le condotte dovranno essere datate e marchiate dalla ditta costruttrice, non saranno accettate se non aventi almeno 20 gg. di stagionatura, e comunque dovranno essere controllate nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto dalle tabelle della I e V Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in cls e dei parametri sotto indicati:
- 9 Gli elementi scatolari dovranno essere realizzati con calcestruzzo avente resistenza alla rottura minima per compressione superiore a 400 kg/cmq;
- 10 I blocchi modulari sagomati per la realizzazione di muri di sostegno a secco a gravita provvisori o definitivi, atti al contenimento di frane, smottamento e ripristino di argini. avranno dimensioni minime mm 1600x800x800 dovranno essere realizzati in cls vibrocompresso con alti dosaggi di cemento a resistenza caratteristica minima Rck 400 ed avere un peso specifico non inferiore a 2,4 Kg/dmc e comunque tale da rendere il peso per elemento singolo non inferiore a 2000 Kg; dovranno avere forma di parallelepipedo con due fori sull'asse longitudinale disposti ad interasse modulare, alle estremità di detti fori devono essere realizzati alloggiamenti femmina da una parte e raccordi maschio dall'altra in modo da consentire l'autobloccaggio tra gli elementi stessi, siano essi disposti a semplice o doppia fila. Gli elementi devono essere provvisti di apposito inserto di aggancio per la movimentazione e posa in opera, la posa in opera deve essere effettuata mediante la preparazione del piano di posa e i blocchi devono essere montati con sfalsamento delle testate per creare il concatenamento dei blocchi stessi. Gli elementi devono consentire la continuità del foro verticale per l'intera altezza del muro in modo da consentire l'eventuale esecuzione dei micropali in acciaio al loro interno e il successivo getto di completamento.
- 11 Il muro realizzato dovrà nella parte a vista risultare con superficie uniforme, lineare e priva di gradini, l'eventuale inclinazione della scarpata dovrà essere realizzata preparando per l'assemblaggio il piano di posa; nel prezzo sono compresi i pezzi speciali quali raccordi e "mezzi blocchi".

Art. 18. Lastra predalles

- 1 Le lastre tipo predalles sono realizzate in cav C32/40 XC4 speciali, con larghezza cm 250, lunghezza cm 1030, spessore cm 8, armate con n° 10 tralicci h 39 TIPO 22/26/14 passo staffe 30 (prodotti manualmente da un centro di trasformazione con saldatori certificati) cm rete elettrosaldata $\varnothing 6$ 20x20 e n° 10 $\varnothing 18$ (kg/mq 8,00) a lastra come da elaborati
- 2 Il manufatto è completato da elementi di alleggerimento costituiti da blocchi in polistirolo (molto leggero e facilmente adattabile a richieste di geometrie particolari), disposti parallelamente alle nervature; in alternativa, possono essere utilizzate interposte in laterizio.
- 3 Il dimensionamento delle lastre è ottimale per quanto concerne il peso e ne consente il trasporto e la posa in opera con estrema facilità, anche con i mezzi di sollevamento di cui normalmente sono dotati i medi ed i piccoli cantieri di costruzione.
- 4 Il solaio a lastre tralicciate trova largo impiego nella realizzazione di orizzontamenti in strutture per l'edilizia civile, sociale e commerciale, specie per scantinati ed autorimesse
- 5 Notevoli sono i vantaggi connessi all'utilizzo di solai a lastre:
 - si ha una estrema rapidità di posa in opera dell'orizzontamento, fungendo esso stesso da fondo cassero;
 - è possibile coprire planimetrie aventi le forme più articolate, poiché il processo produttivo consente di ottenere manufatti comunque sagomati o forati;
 - il campo di utilizzo è molto ampio, in quanto si possono realizzare manufatti che arrivano fino a lunghezze di 13m;
 - mediante la scelta di diversi spessori della lastra ed il posizionamento di armatura aggiuntiva avente diversi ricoprimenti, sono realizzabili orizzontamenti per i quali è richiesta una resistenza al fuoco per qualsiasi tempo di esposizione;
 - l'intradosso del solaio risulta essere perfettamente liscio: tale superficie può essere lasciata a vista od eventualmente finita con una sola mano di pittura;
 - il solaio a lastre tralicciate è notevolmente adattabile dal punto di vista statico: eliminando alcuni blocchi di alleggerimento, è possibile ottenere nervature resistenti in direzione ortogonale al solaio e sezioni piene agli appoggi, al fine di incrementare la resistenza a taglio;
 - la qualità del calcestruzzo ed il controllo automatico della vibrazione, nonché la precisione nel posizionamento delle armature, garantiscono un'alta durabilità del manufatto prefabbricato;
- 6 fintanto che vengono seguite scrupolosamente le disposizioni di uso e montaggio, l'impiego di solai a lastre tralicciate garantisce un'elevata sicurezza durante le lavorazioni in cantiere.

Art. 19. Armature, centinature, casseforme e opere provvisionali

- 1 Per tali opere provvisionali la responsabilità per la progettazione e l'esecuzione e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza è a carico dell'Appaltatore, il quale comunicherà preventivamente alla Direzione dei Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare.
- 2 Nel caso di opere che hanno uno sviluppo verticale tale da essere puntellate, l'impresa dovrà predisporre quanto necessario per rendere la struttura provvisoria stabile. L'onere per il puntellamento verrà riconosciuto per altezze delle casseforme maggiori di 4 metri.
- 3 Tutte le attrezzature devono essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
- 4 Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si deve curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
- 5 Prima del getto le casseforme devono essere pulite e lavate con getto di acqua per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotto disarmante, disposto in strati omogenei continui.
- 6 L'Impresa dovrà adottare il procedimento che riterrà più opportuno, in base alla idoneità statica e alla convenienza economica, purché vengano eseguite le particolari cautele, norme e vincoli che fossero imposti dagli enti responsabili per il rispetto di impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo

venissero ad interferire con essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua attraversati, la presenza di servizi di soprassuolo e di sottosuolo, nonché, le sagome da lasciare libere al di sopra di strade e ferrovie.

- 7 Le operazioni di disarmo saranno effettuate nel rispetto delle norme vigenti, oppure secondo le prescrizioni del Direttore dei lavori.
- 8 La rimozione delle casseforme dai getti deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche e solo quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze e i tempi di maturazione del calcestruzzo. In assenza di specifici accertamenti, l'impresa deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 (aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni) e comunque la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori. Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato. immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate. Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento

Art. 20. Muratura portante

- 1 Sistema strutturale realizzato in laterizio, pietra da taglio o calcestruzzo posato con malta con spessore variabile, ma con funzione di sostegno dei carichi del fabbricato, in grado di sopportare azioni verticali ed orizzontali, collegato ad altre murature portanti e a strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e ad opere di fondazione. Le murature portanti possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o a giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. Le murature portanti possono inoltre essere ordinarie, se costituite solo da elementi da muratura e malta, o armate (armatura diffusa o armatura confinata) se incorporanti apposite armature metalliche verticali ed orizzontali annegate nella malta o nel conglomerato cementizio. Infine, possono essere intonacate o faccia a vista.
- 2 La muratura portante deve eseguita con elementi resistenti (mattoni e blocchi) in laterizio, pietra da taglio o cls conformi alle specifiche del marchio CE e giunti di malta orizzontali e verticali (quando previsto), come dal DM 14/01/08; la malta deve garantire classe di resistenza non inferiore a M5 (M10 per muratura armata) e prestazioni adeguate in termini di durabilità secondo il D.M. 14/01/2008 e D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 (aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni), deve essere conforme alla norma UNI EN 998-2 e recare la marcatura CE. Sono compresi i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.
- 3 Le normative di riferimento sono:
D.M. 20/11/1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento”

UNI EN 998-2:2010 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 2: Malte da muratura.

- 4 Per la realizzazione di muratura portante in pietra squadrata si deve aver cura di scegliere pietre non friabili e resistenti al gelo; le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parte alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza, sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.
- 5 Per l'esecuzione a faccia vista, il cui compenso è calcolato a parte, possono essere prescritte le seguenti lavorazioni speciali:
 - 1.con pietra rasa e teste scoperte (ad opus incertum) nel quale il pietrame è scelto con cura e la superficie deve essere resa approssimativamente piana;
 - 2.a mosaico grezzo in cui la superficie deve essere ridotta col martello perfettamente piana ed a figura poligonale evitando l'uso di scaglie;
 - 3.con pietra squadrata a corsi pressoché regolari in cui il pietrame viene ridotto a conci squadrati posti in opera a corsi orizzontali di altezza anche variabile che può essere non costante per l'intero filare;
 - 4.con pietra squadrata a corsi regolari in cui i conci devono essere perfettamente piani e squadrati, posti in opera a corsi di altezza regolare e di medesima altezza o, al limite, di altezza decrescente dal basso verso l'alto.
- 6 La stuccatura deve essere fatta raschiando le commessure fino a giusta profondità per poi riempirle con idonea malta come prescritta in progetto, curando che questa penetri bene dentro ed avendo cura che, a lavoro finito, il contorno dei conci si disegni nettamente e senza sbavature.

- 7 La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.
- 8 I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione. Devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; sono posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempia tutte le commessure. I giunti di malta devono essere costanti nello spessore e correttamente stilati, ove previsto. La modularità deve essere rispettata sia in verticale che in orizzontale dall'insieme giunto-blocco.
- 9 I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione.
- 10 Se la muratura è con paramento a vista (cortina) occorre 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 commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. I giunti, previa loro raschiatura e pulitura, devono essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.
- 11 Le sordine, gli archi, le piattebande e le volte devono essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso.
- 12 Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattebande, archi; e sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per: ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature; le imposte delle volte e degli archi.
- 13 All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.
- 14 I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

Art. 21. Muratura non portante

- 1 Elemento strutturale realizzato in laterizio, pietra o calcestruzzo posato con malta con spessore variabile, ma senza funzione di sostegno dei carichi della struttura
- 2 Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattebande, archi; e sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:
 - ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- 3 Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:
 - il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, canne di stufe e camini, scarico acque ecc.);
 - il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
 - le imposte delle volte e degli archi;
 - gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc...
- 4 La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.
- 5 I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione. Essi devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; sono posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempia tutte le commessure.
- 6 I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione.
- 7 Se la muratura è con paramento a vista (cortina) occorre 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 commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. I giunti, previa loro raschiatura e pulitura, devono essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

- 8 Le sordine, gli archi, le piattebande e le volte devono essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso.
- 9 All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.
- 10 I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

Art. 22. Pali trivellati

- 1 I pali trivellati sono gettati in opera mediante asportazione di terreno. Si parla genericamente di pali trivellati poiché il foro può essere scavato con una benna o con speciali trivelle o sonde a percussione. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione con sviluppo lineare verso il basso rispetto al piano del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.:
- 2 Le normative di riferimento sono:
 - D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6- 1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, 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. - Istruzioni per l'applicazione.
 - Circolare LL.PP. n. 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. 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. Istruzioni per l'applicazione.
- 3 La costruzione di un palo trivellato avviene in due fasi:
 - Esecuzione del foro mediante asportazione del terreno
 - Riempimento del foro mediante calcestruzzo semplice o armato
- 4 Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati è eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.
- 5 La perforazione per i pali trivellati, con asportazione del terreno, è eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano, previa approvazione della Direzione dei Lavori.
- 6 Deve comunque essere assicurato in maniera idonea il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei micropali può essere soggetta.
- 7 Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.
- 8 La scelta del tipo di bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.
- 9 Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.
- 10 Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione. L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:
 - dosatori
 - mescolatori automatici
 - silos di stoccaggio della bentonite in polvere
 - vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto
 - relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi
 - vasche di recupero
 - dissabbiatori
 - vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.
- 11 Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:
- 12 -acqua dolce di cantiere
- 13 -bentonite in polvere

- 14 -additivi eventuali (disperdenti, sali tampone...)
- 15 Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata per la perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.
- 16 Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità definita dal Progettista, le prove di controllo atte a determinare i parametri di progetto.
- 17 L'infissione del tubo-forma deve, in ogni caso precedere lo scavo.
- 18 Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo deve essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.
- 19 Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso deve essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.
- 20 Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dell'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.
- 21 La distanza minima tra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.) sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.
- 22 La perforazione a secco senza rivestimento non è di norma ammessa, salvo ed esclusivamente, previa comunicazione alla Direzione lavori.
- 23 Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi e per conseguire un adeguato immorsamento in sub-strati di roccia dura si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangi roccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma adeguata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.
- 24 Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia, pre-assemblata, in conformità con le seguenti specifiche. Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza appoggiarla sul fondo del foro. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atte a garantire la centratura dell'armatura ed un copri ferro netto minimo di 3 cm rispetto al rivestimento definito, o di 6 cm rispetto al diametro nominale del foro. Le gabbie d'armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.
- 25 Il getto del conglomerato cementizio non può essere eseguito precipitando il medesimo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. I sistemi di getto devono essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto. Il foro viene riempito di calcestruzzo utilizzando uno strumento a tramoggia che consente il riempimento del foro dal basso verso l'alto con un tubo di convogliamento, oppure mediante apposite trivelle che sono in grado di iniettare direttamente la malta cementizia portando così in superficie i detriti. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato. Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20-30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta degli inerti. Il getto del calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno $0,5 \div 1,0$ m al di sopra delle quote di progetto della testa del palo per consentire di eliminare la parte superiore del progetto (scapitozzatura).
- 26 I pali trivellati possono avere una tolleranza del 5% del diametro nominale.

- 27 Il collegamento alla fondazione o alle sovrastanti strutture portanti deve avvenire mediante inglobamento della testa del palo entro la struttura di fondazione superficiale permettendo così l'assorbimento di eventuali azioni di momento e/o carico di punta.
- 28 Le prove di carico, che la Direzione dei Lavori potrà richiedere saranno effettuate nel modo e nel numero previsto dalla normativa vigente.

Art. 23. Pali trivellati ad elica continua

- 1 I pali trivellati ad elica continua sono pali gettati in opera con asportazione di terreno, realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione con sviluppo lineare verso il basso rispetto al piano del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.
- 2 Le normative di riferimento sono:
 - D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6- 1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, 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. - Istruzioni per l'applicazione.
 - Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. 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. Istruzioni per l'applicazione.
- 3 I pali trivellati ad elica continua sono una variante dei pali trivellati. Le fasi esecutive prevedono lo scavo del palo tramite infissione di un'elica continua assemblata su un'asta centrale cava e chiusa alla base con un dispositivo che impedisce l'entrata di terreno ed acqua durante lo scavo. Raggiunta la profondità desiderata, avviene il getto del calcestruzzo attraverso l'asta cava mediante una pompa ed estraendo progressivamente l'asta facendo roteare l'elica in senso inverso. Il calcestruzzo in pressione forza il dispositivo di chiusura alla base della trivella, e quindi riempie il vuoto, man mano che la trivella viene estratta. In questo modo, le pareti dello scavo sono continuamente sostenute, prima dalle spirali dell'elica e dal terreno che si trova fra di esse, e poi dal calcestruzzo che forma il palo. Ad estrazione completata si può procedere alla posa della gabbia d'armatura.
- 4 Le armature hanno normalmente una lunghezza variabile da 6 a 13 m. Consistono di 6 o più barre di acciaio di diametro non inferiore a 20 mm. Le staffe, di diametro minimo di 8 mm, vengono assemblate e saldate alle barre longitudinali ogni 200 mm per formare una gabbia rigida.
- 5 Le staffe sono una caratteristica particolare di queste gabbie: quando l'inserimento dell'armatura all'interno dei pali è difficoltosa (lunghezze superiori a 9 metri), le gabbie possono essere soggette alla necessità di resistenza a pressioni o vibrazioni e quindi devono essere il più possibile rigide. Le staffe pertanto devono essere ben saldate ai ferri longitudinali.
- 6 Le prove di carico, che la Direzione dei Lavori potrà richiedere saranno effettuate nel modo e nel numero previsto dalla normativa vigente.

Art. 24. Micropali

- 1 Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro ≤ 300 mm costituito da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.
- 2 Le normative di riferimento sono:
 - D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6- 1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, 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. - Istruzioni per l'applicazione.
 - Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. 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. Istruzioni per l'applicazione.

- 3 L'esecuzione dei micropali avviene in tre fasi distinte: inizialmente viene eseguita la perforazione liberando il foro dai detriti con l'ausilio di fanghi bentonitici che sostengano la parete del foro stesso; a perforazione ultimata viene calata la gabbia o i tubi d'acciaio che costituiscono l'armatura del palo; una volta posta in opera l'armatura si procede alla cementificazione del foro tramite malta di cemento e sabbia opportunamente miscelata per garantirne l' omogeneità.
- 4 Lo scavo per la costruzione dei micropali trivellati è eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.
- 5 La perforazione per i micropali trivellati, con asportazione del terreno, è eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano, previa approvazione della Direzione dei Lavori.
- 6 Deve comunque essere assicurato in maniera idonea il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei micropali può essere soggetta.
- 7 Di norma le perforazioni sono quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.
- 8 I fluidi di perforazione potranno consistere in:
 - acqua
 - fanghi bentonitici
 - schiuma
 - aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavoro.
- 9 Previa comunicazione alla Direzione Lavori può essere adottata la perforazione senza rivestimento, con impiego di fanghi bentonitici. La perforazione "a secco" senza rivestimento non è di norma ammessa. La perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso in acqua nel foro.
- 10 La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovra consolidati. Nel caso di impiego della roto-percolazione, sia mediante martello a fondo-foro che mediante dispositivo di battuta applicato alla testa di rotazione, l'Impresa Esecutrice deve assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (part I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.
- 11 L'infissione del tubo-forma deve, in ogni caso precedere lo scavo.
- 12 Raggiunta la quota fissata per la base del micropalo, il fondo deve essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.
- 13 Il getto del conglomerato cementizio non può essere eseguito precipitando il medesimo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. I sistemi di getto devono essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.
- 14 L'armatura metallica può essere costituita:
 - da un tubo senza saldature;
 - da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
 - da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.) e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.
- 15 Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso deve essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del micropalo.
- 16 Le armature devono soddisfare le prescrizioni delle normative di riferimento per le costruzioni in cemento armato ed essere conformi al progetto. I tubi devono essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. I profilati devono essere costituiti da elementi unici.
- 17 Sono ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standards commerciali (12 ÷ 14 metri). Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei micropali saranno costituite da staffe o da una spirale in tondino, esterne ai ferri longitudinali: I micropali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.
- 18 Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o morsetti.
- 19 Le gabbie di armatura, all'atto della messa in opera, dovranno essere perfettamente pulite ed esente da ruggine:
- 20 Le armature saranno dotate di opportuni distanziatori a garantirne la centratura nel foro con un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al diametro nominale del foro.

- 21 Il tuboforma potrà infiggersi mediante attrezzatura a rotazione o a percussione che l'Impresa sceglierà a sua convenienza, salvo benessere della Direzione dei Lavori la quale si riserva di prescrivere l'uso dell'attrezzatura a rotazione, anche senza circolazione d'acqua per motivi particolari (ad es. in prossimità di edifici od altro).
- 22 I pali di saggio, la posa in opera del calcestruzzo e dell'armatura metallica, il sollevamento del tuboforma, e le constatazioni in contraddittorio, avverranno con i criteri e come prescritto nei precedenti paragrafi C) e D).
- 23 Per il contenimento del getto delle eventuali tratte attraversanti falde d'acqua, oppure correnti subalvee, verrà posta in opera una contro-camicia di lamierino.
- 24 La realizzazione del fusto con sistema Prepackt o simili, sarà ritenuta idonea solo a saturazione totale dei vuoti tra gli inerti, mediante iniezioni, da controllare con apposito manometro.
- 25 La rasatura delle teste dei pali dovrà essere eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti nei quali le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste.
- 26 In tal caso l'Impresa è tenuta a procedere a sua cura e spese al prolungamento del palo sino alla quota del plinto.
- 27 Per i pali battuti e i pali trivellati a piccolo e grande diametro, la resistenza dei calcestruzzi dovrà essere controllata secondo le modalità descritte dai successivi articoli.
- 28 In ogni caso la Direzione Lavori si riserva la facoltà di fare eseguire, a cura e spese dell'Impresa, accertamenti della qualità e continuità dei getti in calcestruzzo mediante carotaggi, terebrazioni, ecc.

Art. 25. Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)

- 1 Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi iniettati a pressioni elevate (40 – 60 MPa), con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).
- 2 Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disaggregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.
- 3 Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).
- 4 Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.
- 5 L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure ri-perforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione:
- 6 I procedimenti attualmente in uso, denominati in modo diverso, possono essere classificati in tre categorie generali: monofluido, bifluido (trifluido non trattato in questo capitolo).
- 7 Il sistema monofluido è il più semplice, è ancora largamente in uso. Con questo sistema si effettua una perforazione di piccolo diametro (fino a 150 mm). Nella fase di trattamento, dagli ugelli laterali si inietta un unico fluido (miscela acqua-cemento con eventuali additivi) che assolve alle funzioni di rimaneggiamento, permeazione e cementazione del terreno.
- 8 Nel sistema bifluido, durante la fase di trattamento in risalita l'insieme degli ugelli permette l'iniezione contemporanea di miscela cementizia ed aria compressa. In particolare, l'aria compressa viene espulsa attraverso un ugello a forma di corona circolare, coassiale a quello preposto all'iniezione della miscela cementizia, in modo che il getto di miscela risulta circondato da un "anello" di aria compressa che limita la dispersione del getto stesso, incrementandone l'efficienza idrodinamica e quindi il raggio d'azione.
- 9 Prima di procedere alla esecuzione di colonne di terreno consolidato, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese una serie di "colonne di prova" atte a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a determinare i valori ottimali delle pressioni di iniezione, delle velocità di rotazione e di estrazione delle aste e dei dosaggi della miscela.
- 10 Le colonne di prova saranno eseguite in terreni aventi caratteristiche identiche a quelle su cui si dovrà operare.
- 11 Il numero e le lunghezze delle colonne di prova saranno concordati con la Direzione Lavori sulla base della eterogeneità dei terreni da trattare, dei parametri progettuali e dell'importanza dell'intervento.
- 12 Successivamente, a cura e spese dell'Impresa, la serie di prove sarà scoperta per almeno 5 m e sottoposta ad esame visivo al fine di verificarne: diametro reso, regolarità, buona conformazione e, ove richiesta, l'avvenuta compenetrazione.

- 13 Su alcune delle colonne di prova sarà eseguito un carotaggio continuo di diametro non inferiore a 100 mm per l'intera lunghezza della colonna. La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna ed il valore dell'R.Q.D. non dovrà essere inferiore al 70%.
- 14 Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette ed accompagnate da una descrizione dettagliata del grado di continuità dei campioni estratti, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero dei giunti e della eventuale presenza di lenti di terreno non consolidato.
- 15 Saranno inoltre eseguite prove di laboratorio su campioni indisturbati per accertare rigidità, resistenza e, ove richiesto, permeabilità del materiale consolidato.
- 16 La resistenza a compressione monoassiale verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.
- 17 Qualora la serie delle colonne di prova non fornisca soddisfacenti garanzie in ordine alla regolarità ed alla buona conformazione delle colonne stesse o i risultati dei carotaggi e delle prove in sito ed il laboratorio fossero giudicati inaccettabili, si renderà necessaria la realizzazione di nuove serie di colonne di prova fino ad ottenere risultati soddisfacenti.
- 18 Nel caso in cui ciò non risultasse possibile per la natura dei terreni, il trattamento colonnare dovrà essere considerato irrealizzabile.
- 19 In fase di realizzazione dell'opera, l'esecuzione di ogni trattamento colonnare, sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la D.L., di una apposita scheda sulla quale dovranno essere registrati i seguenti dati:
 identificazione della colonna;
 data di inizio della perforazione e termine di iniezione;
 profondità e modalità di perforazione con inizio e fine tratto consolidato;
 durata dell'iniezione;
 assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
 tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
 eventuale armatura, sua lunghezza e caratteristiche.
- 20 I materiali costituenti la singola armatura dovranno essere certificati dal produttore, in modo da soddisfare le indicazioni riportate nel presente Capitolato.
- 21 Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.
- 22 I controlli in fase esecutiva, sui trattamenti colonnari, da eseguire a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della D.L., dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con quelli definiti nella fase sperimentale e nel rispettare le tolleranze richieste.
- 23 Il diametro delle colonne e la resistenza a compressione monoassiale dovranno essere accertati mediante carotaggio a rotazione con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale, ≥ 100 mm, con la frequenza di almeno 3 carotaggi ogni 50 colonne eseguite.
- 24 I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei punti scelti dalla Direzione Lavori, con andamento radiale rispetto all'asse della galleria ed ortogonale rispetto all'asse della colonna e dovranno essere spinti per l'intero spessore delle colonne stesse fino a penetrare nel terreno naturale.
- 25 Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici. In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza > 100 mm:
- 26 Somma della lunghezza degli spezzoni ≥ 100
 $R.Q.D. = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni}}{\text{Lunghezza totale perforata}} \times 100$
- 27 Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in Laboratorio per le prove di resistenza a compressione, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, la resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.
- 28 Il corretto posizionamento delle colonne, la lunghezza e le eventuali deviazioni dell'asse saranno verificati mano a mano che procedono gli scavi in sotterraneo. La D.L. potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura dell'Impresa.

Art. 26. Tiranti in trefoli o in barre, tiranti in fune

1 Nella realizzazione degli ancoraggi si potranno impiegare i seguenti materiali:

a) Armature metalliche:

- Trefoli tipo c.a.p.
- Barre in acciaio ad aderenza migliorata o tipo Dywidag (o simile)

b) Apparecchi di testata:

- Dispositivi di bloccaggio dei trefoli
- Bulloni
- Piastre di ripartizione

c) Miscele di iniezione:

- Cemento
- Inerti
- Acqua d'impasto
- Additivi

d) Dispositivi di protezione:

- Guaine in materiali plastici
- Centratori e distanziatori
- Dispositivi per l'iniezione
- Resine
- Vetoresine

2 I trefoli e le barre, che dovranno provenire da fornitore qualificato, dovranno risultare conformi alle normative e disposizioni tecniche vigenti e alle indicazioni di progetto e alle istruzioni della direzione dei lavori.

3 Il fornitore dovrà allegare per ogni lotto di fornitura la documentazione prescritta per i trefoli e per la qualificazione degli acciai di armatura.

4 La D.L. potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

5 Per i dispositivi di bloccaggio e bulloni il fornitore, dovrà emettere per ogni lotto di fornitura le necessarie certificazioni attestanti la conformità alla normativa vigente, e precisamente:

- allegato "B" della Circolare Min. LL.PP., 30/06/80 per i dispositivi di bloccaggio;
- al D.M. del 9/01/96 parte II – Par 2.5 per i bulloni.

6 Si dovrà verificare che tutti gli equipaggiamenti da immettere nel foro, siano essi tiranti, barre o chiodi, siano dotati delle attrezzature di corredo necessarie e prescritte dal progetto.

7 Le dimensioni dei trefoli, delle barre o dei chiodi siano pari a quelli previsti in progetto.

8 Nel caso di allestimento di ancoraggi con tiranti o barre, da assoggettare a prova di carico a rottura, si dovrà verificare che:

- gli ancoraggi siano stati realizzati secondo le caratteristiche della prova;
- siano presenti le certificazioni previste, per ogni parte costituente l'equipaggiamento di ancoraggio;
- l'ancoraggio sia stato approntato nella maniera prescritta, come ad esempio sia stata adeguatamente ingrassata la superficie di contatto tra guaina e tratto libero di un tirante o di una barra.

9 I tiranti tipo Dywidag saranno realizzati mediante realizzazione di perforazione a roto-percussione rivestita, se del caso, con tubo in lamierino o materiale sintetico da estrarre nella fase di iniezione.

10 L'ancoraggio dovrà in ogni caso essere dotato di tubo di sfiato.

11 Dopo la messa in opera della barra e dello sfiato, verrà iniettata la fondazione con la malta cementizia prescritta; le perforazioni verso il basso potranno essere parzialmente iniettate prima dell'inserzione della barra, mentre quelle orizzontali e quelle verso l'alto dovranno prima essere sigillate in corrispondenza della testata.

12 Ad indurimento avvenuto e montata la testata, si procede alla tesatura agendo sul dado di tesatura.

13 L'acciaio sarà di tipo St 835/1030 del diametro di 26,5 mm.

14 I trefoli per tirante dovranno essere a 7 fili in acciaio armonico ad altissima resistenza ($f_t=18000 \text{ kg/cm}^2$) e potranno essere forniti in rotoli.

15 Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

16 Durante l'allestimento dei cavi gli acciai non dovranno essere piegati; i fili di acciaio dovranno essere del tipo auto-raddrizzante.

17 Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzate con nastro adesivo ad intervalli di cm 70.

- 18 Allo scopo di assicurare le centrature dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di mm 6, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 8 - 100 cm.
- 19 Le filettature delle barre dovranno essere protette fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.
- 20 Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.
- 21 Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione esteri saranno considerati appartenenti alla categoria degli acciai non controllati in stabilimento, a meno che lo stesso stabilimento di produzione non sia sottoposto a controllo da parte di un laboratorio ufficiale italiano.

Art. 27. Posa in opera di tubazioni

- 1 I tubi e le condotte (metallici o plastici) dovranno essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.
- 2 Movimentazione dei tubi e loro accessori

Carico, trasporto e scarico

a- Generalità

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguite con la maggior 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, crinature, 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.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

b- Carico e scarico

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, dovrà evitarsi di far strisciare o cadere i tubi e, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi. Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature dovranno essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non, ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatrici. In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa. Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc. È vietato fermarsi nella zona di pericolo.

c- Trasporto

Il mezzo di trasporto deve essere adatto al materiale trasportato. La superficie di carico deve essere libera da residui, che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. Il carico deve essere effettuato tenendo conto dei limiti ammissibili sia in termini di peso totale che di peso sui singoli assi del veicolo; anche nel caso di carico parziale, si deve fare attenzione ad una regolare ripartizione dei pesi. Il carico deve essere stivato in modo tale che

il suo baricentro si trovi sopra l'asse longitudinale del veicolo; il baricentro deve essere tenuto il più basso possibile. Le sponde laterali dei veicoli stradali possono essere abbassate, se le dimensioni del materiale caricato lo richiedono.

I tubi vengono disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si deve preferire la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Tubi e pezzi speciali devono essere assicurati per il trasporto in modo tale da non compromettere la stabilità del carico. Il carico viene assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e - in caso di necessità – mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si deve fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore possono essere collocati sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati. Nel trasporto su strada, la velocità deve essere fissata in relazione alle condizioni di traffico ed alle caratteristiche del carico e del veicolo. Nel trasporto fuori strada, si dovrà avere particolare riguardo alla natura del suolo, riducendo adeguatamente la velocità per evitare i danneggiamenti derivanti dai sobbalzi.

Deposito ed accatastamento

a- Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata 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 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 provvisorie. I tubi muniti di bicchiere dovranno essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche avervi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa. I tubi in gres imballati devono essere accatastati negli imballi di fornitura.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

b- Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

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. In particolare, le guarnizioni in gomma dovranno essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20 °C e non scenda sotto - 10 °C.

c- Lo sfilamento dei tubi

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva. Anche la stabilità della fossa di scavo non deve essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

Art. 28. Waterstop per fondazioni e getti strutturali

- 1 I giunti per l'impermeabilizzazione di riprese getto vengono fatti con un nastro (18x24 mm) a rigonfiamento in bentonite. Tale nastro ritarda di 2-3 giorni un prematuro rigonfiamento dovuto a pioggia. Lo speciale rivestimento

agisce in funzione del valore di pH. La pioggia con valore di pH 7 (neutrale) non scioglie il rivestimento per 2-3 giorni. Lo speciale rivestimento viene sciolto chimicamente durante l'installazione con cemento fresco che invece ha un pH = 11 (basico, che può variare leggermente secondo la qualità del calcestruzzo).

- 2 L'impermeabilizzazione in presenza di giunti strutturali viene ottenuta mediante l'utilizzo di un profilo in PVC che assicura la tenuta idraulica anche in presenza di pressione. Il profilo ha dimensioni variabili.
- 3 È utilizzato sia per il contenimento dell'acqua nella realizzazione, per esempio, di piscine, canali, acquedotti, serbatoi e dighe, sia per la protezione dall'acqua nelle fondazioni in genere, in gallerie e silos.
- 4 Il tipo di PVC impiegato consente l'uso del Waterstop su strutture in calcestruzzo esposte a temperature comprese tra -30 °C e +70 °C assicurando una notevole resistenza all'invecchiamento, all'aggressione chimica in ambienti alcalini, alle acque salmastre e alle soluzioni acide.

Art. 29. Tubi in PVC

- 1 Tubi in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrato di acque civili e industriali, giunto a bicchiere con anello in gomma, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

DESCRIZIONE DEI TUBI

- 2 Tubi in PVC-U a parete compatta aventi classe di rigidità nominale SN 8 (kN/m²), di vari diametri conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione "U" (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o "UD" (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere, deve essere con anello di tenuta in gomma conforme a UNI EN 681/1, realizzato con materiale elastomerico.

DESCRIZIONE DEI RACCORDI

- 3 Raccordi in PVC-U a parete compatta aventi classe di rigidità nominale minimo SN 4 (kN/m²), vari diametri, SDR max 41 conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione "U" (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o "UD" (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme a UNI EN 681/1, realizzato con materiale elastomerico.

REQUISITI DELLA MATERIA PRIMA DI TUBI E RACCORDI

- 4 Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.
- 5 Il PVC nei TUBI deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.
- 6 Il PVC nei RACCORDI deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.
- 7 La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalla norma di riferimento:

TUBI:

- 8 Contenuto di PVC ≥ 80 % in massa verificato secondo UNI EN 1905:2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro.

RACCORDI:

- 9 Contenuto di PVC ≥ 85 % in massa verificato secondo UNI EN 1905:2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro. Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

MARCATURA E COLORE

TUBI:

- 10 La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401, contenere almeno con intervalli di massimo 2 metri le seguenti informazioni:
 1. il nome del fabbricante o marchio commerciale,
 2. il numero della norma di riferimento UNI EN 1401-1,
 3. il codice area di applicazione U o UD,

4. il materiale PVC-U,
5. il diametro nominale,
6. lo spessore o il rapporto standard dimensionale SDR,
7. la classe di rigidità nominale SN,
8. la data di produzione, numero di trafilatura e numero di lotto,
9. il marchio di conformità
10. il marchio a garanzia di qualità www.tubipvc.it
11. Il colore deve essere mattone RAL 8023 e/o grigio RAL 7037. Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta.
12. La lunghezza utile della barra deve essere pari a quanto dichiarato escluso il bicchiere.

RACCORDI:

13. La marcatura dei raccordi deve essere continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401, cioè deve riportare le seguenti informazioni:
 11. il nome del fabbricante o marchio commerciale,
 12. il numero della norma di riferimento UNI EN 1401-1,
 13. il codice area di applicazione U o UD,
 14. il materiale PVC-U,
 15. il diametro e angolo nominale,
 16. lo spessore o il rapporto standard dimensionale SDR,
 17. l'anno di produzione,
 18. il marchio dell'ente che ne certifica la conformità
14. Il colore deve essere mattone RAL 8023 e/o grigio RAL 7037. Le superfici interna ed esterna dei raccordi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità.

SISTEMA QUALITÀ E CERTIFICAZIONI

- a) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma UNI EN ISO 9001 del proprio Sistema Qualità Aziendale, rilasciata secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- b) La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sulla intera gamma fornita, rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- c) La ditta produttrice deve allegare alle consegne dichiarazione di conformità alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC $\geq 80\%$ in massa per i TUBI

MODALITÀ DI POSA IN OPERA E COLLAUDO

- a) L'impresa appaltatrice deve installare le condotte di questo capitolato attenendosi ai requisiti della norma ENV 1046 e operando con la migliore “regola d’arte”.
- b) L'impresa appaltatrice deve collaudare la condotta in cantiere, sotto la supervisione della Direzione Lavori, in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 1610.

Art. 30. Tubazioni vibrocomprese in cemento

1. Le tubazioni avranno lunghezza non inferiore a mt 2,00, prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo tipo DENSO CRET-BM, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio $\geq 0,5$ atmosfere. Le tubazioni saranno armate con gabbia rigida in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura previsti in progetto. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nella Norma UNI EN 1916, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq). L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa.

- 2 Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.
- 3 Le tubazioni dovranno essere poste in opera su base continua di calcestruzzo Rck 200 avente le dimensioni e l'armatura realizzata con rete elettrosaldata di acciaio FeB 44 K indicate nel progetto. La preparazione della base sul fondo dello scavo dovrà essere eseguita previa posa in opera di guide di precisione disposte trasversalmente all'asse di scavo, ad interasse non superiore a 4 m e di larghezza non inferiore alla larghezza del tubo per l'esatta determinazione delle pendenze e delle livellette. Per la collocazione di detti correnti è consigliabile fare uso di apparecchiature a raggio laser.
- 4 La tenuta idraulica delle giunzioni a bicchiere deve essere assicurata da guarnizioni elastomeriche di caratteristiche conformi alle norme UNI 4920 e DIN 4060. Il lubrificante impiegato per effettuare una corretta giunzione deve essere compatibile con la qualità della gomma stessa.
- 5 Nel caso in cui sia prevista l'immissione diretta di allacciamenti in PVC o gres l'impresa appaltatrice dovrà praticare con una carotatrice un foro a misura che consenta una giunzione a perfetta tenuta.
- 6 La movimentazione dei tubi e la posa negli scavi deve essere fatta con adeguati mezzi che garantiscano l'integrità del tubo e soprattutto della punta e del bicchiere.
- 7 La penetrazione della giunzione dovrà essere effettuata con mezzi idonei e adatti al tipo di tubo adottato, evitando tassativamente l'uso della benna o di altri mezzi di fortuna.
- 8 Gli elementi di fondo dei pozzetti dovranno essere posti in opera su base continua di calcestruzzo Rck 200 avente le dimensioni e l'armatura, realizzata con rete elettrosaldata di acciaio B450C indicate nel progetto
- 9 La giunzione degli elementi verticali sarà realizzata ad incastro con integrata guarnizione cellulare in elastomero secondo norma DIN 4060, UNI 4920 idonea per la perfetta tenuta idraulica sia dall'interno sia dall'esterno

Art. 31. Condotte in polietilene

- 1 Nella posa dei tubi in polietilene le saldature dovranno essere eseguite da personale specializzato in possesso di certificazione in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da Istituto o Centro di formazione autorizzato.
- 2 Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura testa a testa devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10520.
- 3 Le giunzioni di tubi e raccordi di polietilene mediante saldatura per elettrofusione devono essere eseguite in stretta conformità alla normativa UNI 10521.
- 4 Condotte di polietilene alta densità per acquedotti
Tubi in Polietilene 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 del 2004, 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, secondo quanto previsto dalle attuali norme sui lavori pubblici vigenti.
- 5 I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.
- 6 La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.
- 7 Essa conterrà come minimo:
 - nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
 - marchio di conformità IIP-UNI (n.119)
 - tipo di materiale (PE 100);
 - normativa di riferimento;
 - diametro nominale;
 - pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), Spessore;
 - codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
 - data di produzione.
- 8 I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 metro lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

- 9 Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.

Art. 32. Tubi in ghisa

- 1 I tubi dovranno essere fabbricati con ghisa sferoidale, prodotta con qualsiasi procedimento di fabbricazione ed avente caratteristiche chimiche scelte a giudizio della Ditta produttrice, purché possessa le caratteristiche meccaniche specificate nelle presenti istruzioni.
- 2 I tubi ed i relativi pezzi speciali per fognatura funzionanti con o senza pressione dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:
- 3 - UNI EN 598 “Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per fognatura”.
- 4 Tubi e raccordi
- 5 Le dimensioni nominali, gli spessori, le lunghezze ed i rivestimenti sono specificati dalla Norma UNI EN 598.
- 6 Quando l'Amministrazione Appaltante richiede che vengano forniti con riferimento alla Norma UNI EN 598 dei tubi e raccordi con spessori di parete, lunghezze e/o rivestimenti differenti e tipi di raccordi diversi, detti prodotti devono rispondere a tutte le altre prescrizioni della presente Norma.

Stato superficiale e riparazioni

- 7 I tubi, raccordi ed accessori devono essere esenti da difetti ed imperfezioni superficiali che potrebbero comportare la non rispondenza alle prescrizioni della Norma.
- 8 I materiali per le guarnizioni di gomma devono rispondere alle prescrizioni della ISO 4633.
- 9 Qualora fossero necessari materiali diversi dalla gomma (ad esempio per i giunti a flangia), tali materiali devono risultare conformi alle corrispondenti Norme EN oppure, dove non esistano Norme EN, alle corrispondenti Norme ISO.

Giunti a flangia

- 10 Le dimensioni e le tolleranze delle flange dei tubi e raccordi devono essere conformi alla norma UNI EN 1092-2 e le guarnizioni delle flange alla ISO 7483. Questo per assicurare l'interconnessione tra tutti i componenti flangiati (tubi, raccordi, valvole, ecc.) della stessa PN e dello stesso DN, nonché un'adeguata prestazione del giunto.

Giunti elastici

- 11 I tubi ed i raccordi con giunti elastici devono rispondere alle prescrizioni della Norma per quanto concerne il diametro esterno dell'estremità liscia DE e le tolleranze.

Colore di identificazione

- 12 I tubi ed i raccordi per fogne e allacciamenti fognari devono essere identificati esternamente mediante uno dei seguenti colori: marrone, rosso o grigio.

Prospetti dimensionali

Tubi con giunto a bicchiere ed estremità liscia

- 13 Le dimensioni dei tubi con giunto a bicchiere ed estremità liscia e le tolleranze massime ammissibili devono rispondere a quanto indicato nel prospetto 11 della Norma. I valori della lunghezza (L) sono riportati nel prospetto 2 della Norma.

Prospetto 2

DN	Lunghezza unificata Lu m			
Da 100 a 600	5	o	5,5	o 6
Da 700 a 800	5.5	o	6	o 7
Da 900 a 1400	6	o	7	o 8.5
Da 1500 a 2000	8.15			

- 14 Del numero totale di tubi con bicchiere ed estremità liscia da fornire per ciascun diametro, la percentuale di tubi più corti non deve essere maggiore del 10%, nel quale caso la riduzione di lunghezza deve essere:

al massimo di 0,15 m per tubi dai quali sono stati tagliati dei saggi per le prove;

al massimo metà della lunghezza unificata, con incrementi di 0,5 m per DN <700 e di 0,1 m per DN > 700.

15 La lunghezza dei tubi deve risultare entro una tolleranza di fabbricazione di + 30 mm.

Prospetto 11

DN	Diametro esterno DE mm		Spessore minimo del tubo propriamente detto (ghisa), mm
	Nominale	Tolleranza sul diametro	
100	118	+1/-2,8	2,5
125	144	+1/-2,8	2,5
150	170	+1/-2,9	2,5
200	222	+1/-3,0	3,0
250	274	+1/-3,1	3,5
300	326	+1/-3,3	4,0
350	378	+1/-3,4	4,3
400	429	+1/-3,5	4,6
450	480	+1/-3,6	4,9
500	532	+1/-3,8	5,2
600	635	+1/-4,0	5,8
700	738	+1/-4,3	7,6
800	842	+1/-4,5	8,3
900	945	+1/-4,8	9,0
1000	1048	+1/-5,0	9,7
1100	1152	+1/-6,0	12,0
1200	1255	+1/-5,8	12,8
1400	1462	+1/-6,6	14,4
1500	1565	+1/-7,0	15,1
1600	1668	+1/-7,4	16,0
1800	1875	+1/-8,2	17,6
2000	2082	+1/-9,0	19,2

Diametro interno

16 I valori nominali dei diametri interni dei tubi centrifugati, espressi in millimetri, sono uguali ai numeri che indicano le rispettive dimensioni nominali, DN, e le tolleranze devono rispondere ai valori indicati nel prospetto 1 della Norma, che riguardano i tubi internamente.

Prospetto 1

DN	Tolleranze * mm
da 100 a 1000	-10
da 1100 a 2000	-0,01 DN

* è prevista soltanto una tolleranza negativa

Rettilinearità dei tubi

I tubi devono risultare dritti, con uno scostamento massimo pari allo 0,125% della loro lunghezza.

Tubi a flangia

Le dimensioni dei tubi a flangia devono risultare conformi alla EN 545 ed alle prescrizioni della Norma.

Caratteristiche del materiale

Caratteristiche a trazione

I tubi, raccordi ed accessori dovranno presentare le caratteristiche a trazione indicate nel prospetto 3 della Norma.

Prospetto 3

Tipo di getto	Resistenza a trazione minima, R _m MPa	Allungamento minimo dopo rottura, A%	
	da DN 100 a DN 2000	da DN 100 a DN 1000	da DN 1100 a DN 2000
Tubi centrifugati	420	10	7
Tubi non centrifugati, raccordi ed accessori	420	5	5
Nota -			

carico unitario di scostamento alla proporzionalità 0,2% ($R_{p0,2}$). Detto carico non risultare minore di:
270 MPa, quando $A > 12\%$, per DN 100 a DN 1000, oppure $A > 100\%$ per DN > 1000 ; 300 MPa negli altri casi

Durezza

- 17 La durezza dei vari componenti deve essere tale che essi possano essere tagliati, forati, filettati e/o lavorati con utensili normali. In caso di contestazione la durezza deve essere misurata con la prova di durezza Brinelli secondo le prescrizioni di 6.4 della Norma.
- 18 La durezza Brinelli non deve risultare maggiore di 230 HB per i tubi e di 250 HB per i raccordi ed accessori. Per i componenti fabbricati mediante saldatura è ammessa una durezza Brinelli più elevata nella zona influenzata termicamente dalla saldatura.

Rivestimenti interni ed esterni per i tubi

Generalità

- 19 I tubi devono essere forniti con:
 - un rivestimento esterno di zinco con strato di finitura;
 - un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;
 - un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).
- 20 I rispettivi campi di impiego sono indicati nelle appendici A e B della Norma.
Altri tipi di rivestimenti esterni ed interni devono essere conformi alle corrispondenti Norme EN
oppure, dove non esistano Norme EN, a Norme ISO od a Norme nazionali, oppure ad una specifica tecnica concordata.

Rivestimento esterno di zinco con strato di finitura

- 21 Il rivestimento esterno dei tubi centrifugati di ghisa sferoidale deve comprendere uno strato di zinco metallico, ricoperto da uno strato di finitura di un prodotto bituminoso o di resina sintetica compatibili con lo zinco. Entrambi gli strati devono essere applicati a spruzzo in officina mediante idonee pistole a spruzzo.
- 22 Il rivestimento di zinco metallico deve ricoprire la superficie esterna del tubo e fornire uno strato denso, continuo ed uniforme. Deve essere esente da difetti quali zone di assenza di rivestimento o di scarsa aderenza.
- 23 L'uniformità del rivestimento deve essere controllata mediante esame visivo.
- 24 La massa media di zinco per unità di superficie non deve essere minore di 130 g/m^2 , con un minimo locale di 110 g/m^2 , misurandola secondo quanto specificato dalla Norma.
- 25 Lo strato di finitura deve ricoprire uniformemente l'intera superficie dello strato di zinco metallico ed essere esente da difetti quali zone di assenza dello strato o di scarsa aderenza.
- 26 L'uniformità dello strato di finitura deve essere controllata mediante esame visivo.
- 27 Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere minore di $70 \mu\text{m}$ e lo spessore minimo locale non deve essere minore di $50 \mu\text{m}$, misurandoli secondo quanto specificato dalla Norma.
- 28 Lo strato di finitura deve ricoprire uniformemente l'intera superficie dello strato di zinco metallico ed essere esente da difetti quali zona di assenza dello strato o di scarsa aderenza.
- 29 L'uniformità dello strato di finitura deve essere controllata mediante esame visivo.
- 30 Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere minore di $70 \mu\text{m}$ e lo spessore minimo locale non deve essere minore di $50 \mu\text{m}$, misurandoli secondo quanto specificato dalle norme.

Rivestimento interno di malta di cemento alluminoso

Generalità

- 31 Il rivestimento di malta cementizia dei tubi di ghisa sferoidale deve costituire uno strato denso ed omogeneo che ricopre l'intera superficie interna del corpo del tubo.
- 32 Deve essere applicato in officina mediante rotazione centrifuga oppure mediante una turbina centrifuga oppure con una combinazione di tali metodi. E' consentita la lisciatura con la cazzuola.
- 33 Prima dell'applicazione del rivestimento la superficie metallica deve essere esente da particelle disperse e da olio o grasso.

- 34 La miscela di malta cementizia deve comprendere cemento alluminoso, sabbia e acqua; quando necessario possono essere utilizzati dei coadiuvanti esenti da cloruri. Il rapporto tra massa di sabbia e di cemento non deve essere maggiore di 3,5. Allo stadio di miscelatura il rapporto tra la massa d'acqua totale e quella del cemento dipende dal processo di fabbricazione e deve essere stabilito in modo tale che il rivestimento risulti conforme a quanto prescritto dalla Norma; non deve essere maggiore di 0,38 nel rivestimento fresco immediatamente dopo l'applicazione.
- 35 La sabbia deve avere una granulometria appropriata; non deve contenere impurità organiche, oppure particelle fini di argilla in quantità che possano influenzare la qualità del rivestimento.
- 36 L'acqua utilizzata nella miscelatura della malta deve essere acqua potabile oppure acqua che non abbia effetti dannosi sulle caratteristiche del rivestimento.
- 37 Dopo l'applicazione del rivestimento fresco deve essere portata a compimento una maturazione controllata, in modo tale da ottenere una sufficiente idratazione del cemento.

Resistenza del rivestimento

- 38 La resistenza a compressione del rivestimento di malta cementizia dopo 28 giorni di maturazione deve essere non minore di 50 MPa, misurandola secondo quanto specificato in 6.7 della Norma.

Spessore e stato superficiale

- 39 Lo spessore nominale del rivestimento di malta cementizia e la relativa tolleranza devono rispondere a quanto indicato nel prospetto 4 della Norma. Lo spessore del rivestimento deve risultare entro la tolleranza specificata, misurandolo secondo quanto prescritto in 6.8 della Norma.
- 40 La superficie del rivestimento di malta cementizia deve essere uniforme e liscia; impronte di cazzuola e grani di sabbia sporgenti sono ammessi, ma non devono esservi rientranze o difetti locali che riducano lo spessore a valori minori del minimo indicato nel prospetto 4 della Norma.
- 41 Qualora nei rivestimenti allo stato secco appaiano delle screpolature fini o delle microfessure inerenti alle superfici ricche di cemento, non deve manifestarsi alcun segno di perdita d'aderenza.

Prospetto 4

DN	Spessore mm		Massima larghezza della fessura e massimo sviluppo radiale mm
	Valore nominale	Tolleranza	
da 100 a 300	3,5	-1.5	0,6
da 350 a 600	5	-2	0,7
da 700 a 1200	6	-2.5	0,8
da 1400 a 2000	9	-3	0,8
E' prevista soltanto un tolleranza negativa			
Nota – Le estremità del tubo possono presentare uno smusso con una lunghezza massima di 20 mm			

Rivestimenti per raccordi ed accessori

- 42 I raccordi e gli accessori devono essere forniti con un rivestimento esterno ed interno di resina epossidica.
- 43 Il materiale di rivestimento deve essere vernice epossidica in polvere.
- 44 Prima dell'applicazione del rivestimento il getto deve essere opportunamente granigliato, onde assicurare un livello di aderenza elevato ed uniforme tra il rivestimento ed il relativo supporto.
- 45 Il rivestimento deve essere applicato in officina mediante immersione, a spruzzo o col pennello, utilizzando l'attrezzatura idonea per la vernice o per la polvere.
- 46 Il rivestimento deve ricoprire uniformemente l'intera superficie del getto; deve avere un aspetto liscio e regolare ed essere esente da difetti che possano influenzare la sua funzione. Onde assicurare un elevato grado di reticolamento della resina epossidica, devono essere previsti un tempo ed una temperatura di essiccazione sufficienti.
- 47 Lo spessore minimo della Norma del rivestimento deve essere tale che il rivestimento risponda alle prescrizioni di 5.6 della Norma. Lo spessore del rivestimento, da misurare secondo quanto specificato in 6.6 della Norma, non deve essere minore dello spessore minimo figurante nel programma di qualità del fabbricante.

Marcatura dei tubi e raccordi

48 Tutti i tubi e i raccordi devono essere marcati in modo leggibile e durevole e devono riportare almeno le seguenti informazioni:

il nome od il marchio del fabbricante;

l'identificazione dell'anno di fabbricazione;

la precisazione che si tratta di ghisa sferoidale;

il DN;

se del caso, la classificazione delle flange secondo la PN;

il riferimento della presente Norma;

l'identificazione della certificazione da parte di terzi, ove applicabile.

Tenuta idraulica

Requisiti di progetto dei sistemi

49 I sistemi di fognature costruiti con componenti di ghisa sferoidale conformi alla presente Norma devono risultare a tenuta idraulica alle pressioni indicate nel prospetto 5, in relazione al modo in cui essi sono utilizzati normalmente.⁷

50 Questo criterio si applica a tutte le normali condizioni di esercizio, comprendendo anche i carichi esterni prevedibili ed i movimenti prevedibili dei giunti (in senso angolare, radiale ed assiale).

Prospetto 5

Condizioni d'esercizio	Pressione interna bar		Pressione esterna bar
	continua	occasionale	continua
A pelo libero	Da 0 a 0.5	2	1
Pressione positiva	15	25	1
Pressione negativa	- 0,5	-0.8	1

Tenuta idraulica dei componenti della tubazione

51 I tubi, i raccordi, le scatole di collegamento ed i pozzetti devono risultare a tenuta idraulica.

52 I tubi ed i raccordi per impieghi comportanti pressione positiva, quando sono sottoposti a prova in conformità a 6.9 della Norma, non devono mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun altro sintomo di cedimento.

53 I tubi ed i raccordi per impieghi comportanti pressione negativa, quando sono sottoposti a prova in conformità a 6.10 della Norma, non devono mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun altro sintomo di cedimento.

54 I tubi, i raccordi, le scatole di collegamento ed i pozzetti per impieghi in condotte a pelo libero devono rispondere ai requisiti di prestazione di 5.4 della Norma.

55 Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica di tenuta sotto una pressione di:

per DN minori o uguali a 300 mm 32bar

per DN 350-600 mm 25 bar

per DN maggiori o uguali a 700 mm 32 bar

Tenuta idraulica dei giunti

56 Tutti i giunti devono risultare a tenuta idraulica.

57 Tutti i giunti devono rispondere ai requisiti di prestazione di 5.5 della Norma.

Requisiti di prestazione

58 Le prestazioni di tutti i tubi, raccordi, accessori e giunti devono risultare conformi alle prescrizioni da 5.2 a 5.7 della Norma. Ciò garantisce la loro idoneità all'impiego nel campo delle fognature conformemente alla Norma UNI EN 476.

Metodo di prova

59 Metodo di prova secondo il punto 6 della Norma UNI EN 598.

Prove di tipo

60 Prove di tipo secondo punto 7 della Norma UNI EN 598.

Garanzia della qualità

61 Il fabbricante deve dimostrare la conformità dei suoi prodotti alla presente Norma:

62 eseguendo prove di tipo relative alle prescrizioni e controllando il processo di fabbricazione.

Art. 33. Prove di tenuta dei condotti

Condotti di fognatura

1 Le prove di tenuta dei condotti verranno eseguite seguendo le modalità sotto riportate:

- 1) tappare il condotto mediante tappo pneumatico adatto alla sezione del condotto;
- 2) un tratto di condotto compreso fra 3-4 pozzetti a monte del tappo pneumatico viene riempito di acqua fino a quando questa non comincerà a sfiorare dal pozzetto a quota più bassa;
- 3) dal momento in cui l'acqua comincia a sfiorare decorse otto ore, la prova é ritenuta positiva se, senza aggiunta di acqua, non si verifica una perdita superiore all'1% (uno per cento) della portata invasata nel condotto.
- 2 Tale prova è a completo carico dell'appaltatore.
- 3 Nel caso in cui la prova dovesse dare esito negativo l'appaltatore dovrà a sua cura e spese ricercare la causa che ha provocato la cattiva riuscita della prova, riparare sempre a sue spese il danno e comunicare tempestivamente alla Direzione Lavori l'avvenuta riparazione in modo che questa possa predisporre affinché la prova stessa venga ripetuta.

Tubazioni in acciaio o ghisa per condotte in pressione

- 4 Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione d'esercizio possibile aumentata di 10 atm.
- 5 La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.
- 6 Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Prove a pressione di tubazioni in opera per acquedotto

- 7 Le prove delle condotte in opera consisteranno nel sottoporre a pressione interna tratti di tubazione la cui lunghezza dovrà essere la massima possibile e con il maggior numero di pezzi speciali, saracinesche, attraversamenti di manufatti o strade, ecc., già inseriti nella condotta stessa.
- 8 In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate.
- 9 L'impresa non avrà diritto in nessun caso a nessun compenso per la ricerca e la individuazione di eventuali perdite che risultassero dalla prova a pressione quando anche la Direzione Lavori avesse ordinato il reinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.
- 10 Le testate delle tratte di condotta di prova saranno chiuse mediante apposite apparecchiature fissate su ancoraggi dimensionati per le pressioni e diametri in gioco; dette apparecchiature avranno dimensioni e forme scelte dall'impresa che é responsabile della loro perfetta inamovibilità e tenuta. In tutte le prove una volta raggiunta nella tratta in prova, mediante pompaggio d'acqua, la pressione prescritta verrà disinnestata la pompa in maniera che non sia più possibile il pompaggio e verrà chiuso a chiave il manometro scrivente (già messo a punto) controllato da un manometro campione precedentemente montato in parallelo.
- 11 Le spese per le prove sia in officina sia in opera saranno a totale carico dell'impresa, la quale dovrà eseguire tutti i lavori prescritti e quanti altri ne possano occorrere (chiusure di saracinesche perdenti con flange cieche, scavi, ripristini, ecc.) e mettere a disposizione della Direzione Lavori qualsiasi mezzo, strumento od altro che fosse necessario al buon andamento ed alla riuscita delle prove stesse; verificandosi rottura di tubazioni o di altre parti delle condotte queste dovranno essere cambiate, restando a carico dell'impresa gli eventuali maggiori pezzi speciali

e giunti che fosse necessario installare, nonché i movimenti di terra, gli aggettamenti, i ripristini ed ogni altra qualsiasi opera fino alla completa riuscita delle prove.

- 12 L'acqua di riempimento delle condotte dovrà essere limpida e contenere una fortissima percentuale di ipoclorito od altro prodotto di analoga azione disinfettante: il tutto a cura e scelta dell'impresa responsabile della riuscita finale delle prove e della disinfezione delle condotte.
- 13 Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.
- 14 Il manometro del tipo scrivente da usare per le prove, dovrà essere inserito nel punto delle tratte in prova avente la quota media del tratto in pressione.
- 15 Prima della prova con la condotta in leggera pressione verranno ripetutamente aperti i rubinetti opportunamente installati nelle cuspidi intermedie e terminali, fino alla totale eliminazione dell'aria o gas contenuti nella condotta e ciò sino a che vi fuoriesca solo acqua.
- 16 Tubazioni in acciaio o ghisa
- 17 Saranno eseguite due prove: nella prima le tubazioni saranno provate in opera senza apparecchiature portando la pressione interna fino alla massima pressione d'esercizio possibile aumentata di 10 atm.
- 18 La prima prova sarà ritenuta valida se nel periodo di 8 ore la detta pressione non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.
- 19 Nella seconda prova, da eseguirsi a condotta interrata e completa di pezzi speciali e valvole, la pressione sarà di 3 atm superiore a quella idrostatica e sarà ritenuta valida se nel periodo di 4 ore non sarà scesa di più del 3% (tre per cento) del valore iniziale.

Tubazioni in P.V.C.

- 20 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.
- 21 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.
- 22 Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro.
- 23 Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.
- 24 Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di 1 kg/cmq al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi.
- 25 Questa verrà mantenuta per circa 4 ore, per consentire l'assestamento dei giunti e l'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.
- 26 Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi e dovrà rimanere costante per una durata di 5 ore.
- 27 Solo ad esito positivo della suddetta prova, si procederà al totale reinterro del tronco in esame.

Tubazioni in polietilene

- 28 Il collaudo completo consta in due prove:
 - a) prova preliminare: si effettua il riempimento della condotta con acqua avendo cura che l'aria contenuta nei tubi sia completamente espulsa.
- 29 Le condizioni di prova sono:
 - pressione: 1,5 volte la pressione di esercizio del tubo;
 - durata: 12 ore.
- 30 Ad intervalli di tempo man mano crescenti si dovrà ripristinare la pressione pompando acqua nella condotta; eventuali giunti flangiati dovranno essere verificati ed i bulloni dovranno essere serrati per evitare l'espulsione delle guarnizioni.
- 31 Con una pressione di prova pari a 1,5 volte la pressione di esercizio del tubo non si deve avere un aumento di volume superiore all'1,5% e 3% complessivo.
- 32 La variazione di pressione per ogni 10 gradi centigradi si dovrà valutare il massimo fra 0,5 e 1 kg/cmq.
- 33 Nella redazione del bollettino di prova si dovrà riportare:
 - temperatura di inizio prova ed eventuali variazioni di temperatura;
 - pressioni di prova;

- volume di acqua aggiunto nel corso della prova ed intervalli di pompaggio;
- durata della prova ed osservazioni. •

b) Prova principale

34 La si effettua al termine della prova preliminare con le seguenti condizioni:

pressione: uguale alla pressione esistente nella condotta al termine della prova preliminare

durata: 30 minuti ogni 100 m di lunghezza, con un minimo di 2 ore

caduta massima di pressione ammessa: da 0,1 e 0,2 kg/cmq/ora.

Art. 34. Geotessile non tessuto

- 1 Il geotessile non tessuto dovrà essere costituito da filamenti continui di fibre di bopolimero coestruso di poliolefine (70% nucleo in polipropilene e 30% rivestimento esterno in polietilene) di colore bianco.
- 2 L'unione delle fibre deve essere ottenuta mediante termosaldatura con esclusione di colle, altri componenti chimici e di alcun processo di agugliatura.
- 3 Il geotessile dovrà essere isotropo, atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi, compatibile con la calce ed il cemento e rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - Massa aerica 260 g/mq
 - Allungamento a rottura (EN ISO 10319) $\leq 35\%$
 - Carico di rottura nominale (EN ISO 10319) 18 kN/m
 - Resistenza alla lacerazione trapezoidale (ASTM D4533) 700 N
 - Permeabilità (battente idraulico di 10 cm – EN ISO 11058:1999) 55 l/mq/sec
 - Dimensione dei pori (AOS O90- EN ISO 12956:1999) 100 μm
- 4 Il fornitore, se in certificazione di qualità ISO-EN 9002, come distributore di geo-sintetico, dovrà produrre per la Direzione dei lavori una **certificazione delle caratteristiche suddette**, dichiarando inoltre, il nome del produttore, il luogo di destinazione delle merci, la ditta esecutrice dei lavori e le quantità fornite. In caso d'azienda fornitrice non certificata ISO-EN 9002 a tale scopo, le caratteristiche suddette saranno testate in laboratorio qualificato con minimo una prova per ogni caratteristica da certificare, per ogni lotto di materiale consegnato, oppure certificate dal produttore stesso allegando copia della sua certificazione di qualità ISO-EN 9002. Ogni spesa sarà a carico della ditta appaltatrice dei lavori.
- 5 Il materiale sarà steso manualmente avendo cura di evitare la formazione d'ondulazioni o grinze e sovrapponendo i teli contigui per una larghezza pari ad almeno a 20 cm.

Art. 35. Pulizia chiaviche esistenti

- 1 Pulizia delle chiaviche esistenti, di qualsiasi diametro, eseguita a mano o a mezzo di idropulitrice o con qualsiasi altro mezzo ritenuto opportuno, finalizzata alla disostruzione delle stesse con rimozione del materiale lapideo o vegetale eventualmente accumulatosi al loro interno e successiva sistemazione dello stesso nell'ambito del cantiere o in alternativa trasporto a rifiuto.

Art. 36. Pozzetti

- 1 I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.
- 2 Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.
- 3 I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di $40 \pm 5^\circ$ IHRD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.
- 4 I gradini per scala di accesso dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.

- 5 Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.
- 6 Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

Art. 37. Chiusini e griglie

- 1 I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.
- 2 Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente pubblicitari.
- 3 A posa avvenuta, la superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi a perfetta quota del piano stradale finito.

Art. 38. Impianti wellpoint

- 1 Nell'area delle lavorazioni, si prevede l'impiego di apparecchiatura di pompaggio tipo well-point (aghi) per abbassamento della falda sino alla quota di stabilizzazione richiesta per tutto il tempo necessario all'esecuzione delle opere, l'impianto sarà costituito da una serie di mini pozzi collegati tra loro da una o più pompe ad alto grado di vuoto tramite una serie di collettori di adduzione e scarico, raccordi e giunti di collegamento; la pompa potrà avere funzionamento elettrico o diesel e dovrà essere munita di personale che gestisca il funzionamento per tutto il tempo necessario; la posa dell'impianto dovrà essere preceduta da un'indagine stratigrafica dei terreni interessati sino ad una profondità di 15 metri rispetto al piano campagna; il trivellamento dei pozzi per l'inserimento degli aghi potrà essere sia manuale che meccanico (con l'ausilio di trivelle) e comunque sono comprese nel prezzo l'eventuale riempimento dei pozzi, dopo l'inserimento delle punte filtranti, di materiale drenante idoneo o la protezione delle punte stesse da getti di calcestruzzo; dovrà essere garantita anche la posa dei necessari impianti di emergenza onde evitare pericoli per il personale impiegato nella esecuzione delle opere e rallentamenti dei lavori stessi; è comunque compreso nel prezzo l'eventuale infittimento delle punte filtranti che si rendesse necessario per un errato dimensionamento iniziale dell'impianto. Nel caso la Direzione dei Lavori autorizzi la posa di palancole, diaframmi in calcestruzzo, iniezioni di cemento, ecc. queste saranno compensate a parte.

Art. 39. Valvole antiriflusso

- 1 Per gli scarichi delle acque reflue all'interno del Rio Maggiore si prevede l'installazione di valvola antiriflusso fine linea a battente verticale costruita in poliammide, per accoppiamento a parete verticale o a flangia forata PN10; tenuta idraulica 1 bar; guarnizione di tenuta in EPDM

DN mm	altezza mm	larghezza mm
100	225	220
150	290	285
200	342	342

Art. 40. Recinzioni

- 1 Le recinzioni con rete metallica a rotoli, possono essere di 2 diversi tipi: con i paletti applicati nel cemento oppure infissi nel terreno. In base alla dimensione della recinzione va definito il numero dei pali da usare e gli accessori necessari per la posa in opera. I pali vanno posti alla distanza fra loro preferibilmente circa ogni di 2 - 2,5 mt . Una volta costruito lo scheletro della recinzione con il posizionamento dei paletti e delle saette, si procede a dare robustezza alla recinzione con i fili di tensione passanti attraverso i fori presenti su ogni paletto e legati ai rispettivi tendifilo. La posa della rete deve essere eseguita partendo da una estremità della recinzione, legando la rete con gli appositi fili di legatura al paletto e ad ogni maglia della rete.

- 2 Le staccionate in legno devono avere montante a distanza non superiore di 1,50 m ed infissi nel terreno per almeno 40 cm.

Art. 41. Ture provvisorie

- 1 L'esecuzione della struttura scatolare ad U in c.a. potrà essere realizzata solo tramite la realizzazione di ture provvisorie con scogli di II categoria e/o III categoria, intasati in terra come previsto dal progetto e/o ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori, per consentire di realizzare i getti in calcestruzzo a completa tenuta d'acqua.
- 2 In dettaglio la tura medesima potrà essere realizzata movimentando opportunamente il materiale previsto da progetto in alveo fino a formare un'arginatura di altezza opportuna, con apporto di materiale terroso a bassa permeabilità, posta parallelamente e trasversalmente all'asse del canale, fino all'intercettazione completa dei deflussi di monte.
- 3 Gli interventi necessari per la realizzazione delle ture provvisorie, potranno essere realizzati con la tecnologia che verrà ritenuta più idonea allo scopo dall'Appaltatore, fermo restando che le opere così previste dovranno preventivamente essere sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori.
- 4 Tutte le lavorazioni in tal senso effettuate, si intendono comunque compensate a misura ma la tura verrà messa in opera per tratti, pertanto verrà smontata e ricostruita come previsto nelle fasi lavorative di progetto per cui verrà pagata solo la movimentazione del materiale e non la fornitura (che verrà pagata una tantum).

Art. 42. Materiale per ossatura e massicciate stradali

- 1 Dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a kg 1.500 per cmq e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

Art. 43. Materiali per fondazioni stradali in stabilizzato

- 1 Caratteristiche. Il materiale da impiegarsi sarà costituito da pietrisco o ghiaia, pietrischetto o ghiaietto, graniglia, sabbia, limo ed argilla derivati da depositi alluvionali, dal letto dei fiumi, da cave di materiali litici (detriti) e da frantumazione di materiale lapideo.

A titolo di base per lo studio della curva granulometrica definita, si prescrive la formula seguente:

TIPO DEL VAGLIO	PERCENTUALE IN PESO DEL PASSANTE PER IL VAGLIO
3 pollici	100
2 pollici	65 — 100
1 pollice	45 — 75
3/8 pollice	30 — 60
n.4 serie ASTM	25 — 50
n. 10 serie ASTM	20 — 40
n. 40 serie ASTM	10 — 25
n. 200 serie ASTM	3 — 10

L'impresa ha l'obbligo di far eseguire, presso un laboratorio ufficiale riconosciuto prove sperimentali sui campioni ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

La direzione dei lavori, sulla base dei risultati di dette prove ufficialmente documentate, si riserva di dare l'approvazione sul miscuglio prescelto.

Tale approvazione non menomera in alcun caso la responsabilità dell'impresa sul raggiungimento dei requisiti finali della fondazione in opera.

Le altre caratteristiche del misto granulometrico dovranno essere le seguenti:

- I_p : 6%
- Limite di liquidità: 26%
- C.B.R. post-saturazione: 50% a mm 2,54 di penetrazione
- Rigonfiabilità: 1% del volume.

Il costipamento dovrà raggiungere una densità di almeno il 95% di quella ottenuta con la prova AASHO e la percentuale dei vuoti d'aria, un valore inferiore o uguale a quello relativo alla suddetta densità.

Gli strati in suolo stabilizzato non dovranno essere messi in opera durante periodi di gelo o su sottofondi a umidità superiore a quella di costipamento o gelati, né durante periodi di pioggia e neve.

La fondazione avrà lo spessore di cm 30 dopo la compattazione e sarà costruita a strati di spessore variabile da cm 10 a cm 20 a costipamento avvenuto a seconda delle caratteristiche delle macchine costipanti usate.

- 2 Pietra per sottofondi. La pietra per sottofondi dovrà provenire da cave e dovrà essere fornita nella pezzatura non inferiore a cm 15, se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa; dovrà essere della migliore qualità, di forte coesione e di costante omogeneità. Sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

- 3 Ghiaia in natura. La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm 1 a cm 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

- 4 Pietrisco. Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o da pietra calcarea di cave di pari resistenza. I ciottoli o la pietra dovranno essere di grossezza sufficiente affinché ogni elemento del pietrischetto presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm 4 a cm 7.

La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo. Al riguardo dovranno osservarsi esattamente le disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo della direzione lavori.

Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di piastrelle o frammenti di piastrelle e da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

- 5 Pietrischetto o granisello. Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti le cui dimensioni saranno fra i mm 5 e mm 20.

Saranno senz'altro rifiutati il pietrischetto e la graniglia ad elementi lamellari e scagliosi.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

Art. 44. Zanelle stradali per allontanamento delle acque

- 1 Zanella in c.a. formata da getto in cls spessore 10 cm con incavo per scorrimento delle acque, compreso armatura con uno strato di r.e.s. fiolo 6 20x20 compreso ogni altro onere per scavo, rinfianco e quant'altro per rendere l'opera finita a regola d'arte

Art. 45. Leganti bituminosi

- 1 I leganti bituminosi dovranno rispondere alle norme e condizioni per l'accettazione dei materiali stradali:

a- Bitume

Il bitume dovrà provenire dalla distillazione dei petroli o da asfalto tipo "TRINIDAD"; dovrà inoltre corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- Solubilità in solfuro di carbonio, almeno 99%;
- Peso specifico a 25° C maggiore di 1;
- Penetrazione Dow a 25° C minimo 100 dmm;
- Punto di rammollimento (palla o anello) non inferiore a 38° C;
- Perdita in peso per riscaldamento a 163° C, per 5 ore al massimo il 2%;
- Contenuto massimo di paraffina 2,3%.

Ove la fornitura del bitume sia fatta in fusti o in altri recipienti analoghi per il prelevamento dei campioni verrà scelto almeno un fusto o un recipiente su ogni cinquanta.

Da ciascuno dei fusti scelti e qualora il materiale trovasi liquescente dovrà prelevarsi un decilitro cubo, avendo cura che il contenuto sia reso preventivamente omogeneo.

I prelevamenti così fatti saranno assunti come rappresentativi del contenuto del gruppo di recipienti ai quali si riferiscono.

Qualora invece il materiale trovasi allo stato pastoso, si dovrà prelevare per ciascun fusto un campione di peso non inferiore a kg 1.

Il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in cantiere in tempo utile affinché possano essere eseguite le prove prima dell'inizio della bitumatura.

b- Emulsione bituminosa

L'emulsione bituminosa per le prime mani dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- percentuale in bitume puro minimo 50%;
- percentuale in emulsivo secco massimo 1,50%;
- omogeneità residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- stabilità nel tempo, residuo massimo gr. 0,10 per 100 gr.;
- sedimentazione non più di mm 6 dopo tre giorni, non più di mm 12 dopo sette giorni;
- stabilità al gelo, residuo massimo gr. 0,50 per 100 gr.;
- viscosità non meno di 5.

Per i prelievi dei campioni ci si atterrà alle norme per le prove dell'emulsione.

c- Pietrischetto bitumato.

Il pietrischetto bitumato sarà ottenuto con l'impasto di pietrischetto preventivamente vagliato a bitume puro in ragione almeno di kg 60 per mc di pietrischetto. Il pietrischetto da impiegarsi dovrà essere perfettamente asciutto e il bitume dovrà essere riscaldato alla temperatura da 150° a 180°C.

La miscela dovrà essere effettuata nelle ore più calde, sopra superfici dure perfettamente pulite ed esposte al sole. Il pietrischetto bitumato dovrà essere fornito e misurato a piè d'opera su camion, escluse per le pavimentazioni dei marciapiedi in cui verrà misurato a mq ad opera finita.

Art. 46. Barriere di sicurezza

- 1 Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede e lungo i cigli della piattaforma stradale, sia su bordo rilevato sia su bordo ponte/viadotto a norma del D.M. LL.PP. del 4/05/1990, e della Circolare Ministero LLPP. n. 2595 del 9/06/95 (G.U. n. 139 del 16/06/95).
- 2 I parapetti metallici e i pannelli rete verranno installati in corrispondenza dei cigli della strada e dei ponti/viadotti. Le barriere, i parapetti ed i pannelli rete debbono avere caratteristiche tali da realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, garantendo, i primi, entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.
- 3 Le barriere devono quindi essere idonee ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

Criteri Generali

- 4 Le barriere da collocarsi lungo la sede stradale, nelle more della completa applicazione del D.M. n. 223 del 18/02/1992 e successivi aggiornamenti, dovranno avere caratteristiche tecniche rispondenti alle indicazioni di riferimento ed alle istruzioni tecniche allegate al D.M. LL.PP. 15/10/1996, al D.M. LL.PP. del 3/06/1998 (Tabella A per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa) ed al D.M. LL.PP. dell'11/06/1999 nonché alla Circolare Ministero LL.PP. n. 2337 dell'11/07/1987 (G.U. n. 182 del 6/08/1987), al D.M. LL.PP. del 4/05/1990, ed alla Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9/06/1995 (G.U. n. 139 del 16.06.1995).
- 5 Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dai Decreti Ministeriali di cui al punto precedente. Le caratteristiche predette saranno verificate dalla D.L. sulla base dei “Certificati di Omologazione” esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. dei LLPP. del 15/10/1996, del D.M. LL.PP. del 3/6/1998, del D.M. LL.PP. dell'11/6/1999 ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa l'appaltatore dovrà fornire alla D.L. un'idonea documentazione, conforme a quanto indicato negli anzidetti DD.MM., dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato, con esito positivo, le prove dal vero (crash-test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati DD.MM. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come dalle Circolari del Ministero LL.PP. n.4622 del 15.10.1996 e n.____del 6.04.2000, ed eventuali campi prove autorizzati successivamente. La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. all'atto della consegna dei lavori stessi. Degli oneri di cui sopra si è tenuto conto nella determinazione dei prezzi unitari. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

- 6 Materiali metallici in genere dovranno essere esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a, c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17.01.2018; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a S 235 JR, zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461, la bulloneria zincata a caldo secondo la norma UNI 3740 e dovrà essere della classe 8.8 ad alta resistenza. Nel caso di forniture di barriere di sicurezza corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi. Le barriere, se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.
- 7 Barriere di sicurezza a tripla onda - (Bordo ponte o bordo laterale) classe H2, costituite da paletti a U 120x80 mm, di spessore 4,8 mm e di lunghezza 1700 mm di cui 1023 mm infissi nel terreno, disposti ad interasse pari a 2250 mm; nastro a tripla onda di lunghezza 4820 mm, altezza 505 mm e spessore 2 mm, con bordo superiore posizionato a 923 mm dal piano stradale; coppie di distanziatori in piatto di acciaio sagomato 260x240x80 mm e spessore 7,7 mm; n. 1 elemento di rinforzo in piatto sagomato 70x5 mm, di lunghezza 1,38 m, posizionato ad una distanza di 9,00 m dal punto d'urto; terminali realizzati con N. 2 pali a U 120x80 mm, di spessore 4,8 mm e lunghezza 1700 mm infissi nel terreno con profondità variabile, n. 1 elemento saldato di collegamento di nastro tripla onda e n. 1 elemento di collegamento di nastro a tripla onda di lunghezza 4820 mm e spessore 2 mm con un lato infisso nel terreno. Piastrine copri asola 100x45x4 mm. Bulloni M10x35 mm e M16x30-40 mm. AcciaioSR235JR.Zincatura a caldo secondo UNI EN ISO 1461.
- 8 Caratteristiche dei parapetti metallici in acciaio corten S355JOWP. I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti dai seguenti elementi tutti in acciaio corten sopra richiamato e di altezza non inferiore a 1,10m:
 - montanti verticali in tubi $\Phi 114$ spessore 2mm di altezza 1340mm a passo 2000mm fissati su idoneo manufatto a mezzo di bulloneria e chiusi superiormente con cappuccio sempre in acciaio corten,
 - correnti orizzontali, superiori e inferiori in tubo $\Phi 76$ spessore 2mm in un unico pezzo fissati ai montanti mediante viti autoforanti 6,3x19,
 - paletti verticali in tubo $\Phi 30$ spessore 2mm ad interasse minore di 100mm collegati ai correnti superiori e inferiori.

I parapetti collegati a manufatto in cemento armato dovranno essere calcolati in base alle norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018 capitolo 5.1 ponti stradali paragrafo 5.1.3.10. I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel medesimo decreto, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali.

- 9 Prove statiche sulle barriere in acciaio. Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite presso Laboratorio autorizzato, sulla base delle richieste che ciascuna Ditta costruttrice presenterà, in rapporto all'impiego al quale tali barriere devono essere destinate ed ai dati di calcolo delle barriere stesse forniti dalla ditta costruttrice. Ai fini del controllo tali prove possono essere richieste anche dal Direttore dei Lavori e devono, comunque, essere allegate agli atti di contabilità finale.

Art. 47. Posa in opera di strumentazioni geotecniche

- 1 PER MISURAZIONE DELLE PRESSIONI NEUTRE IN TERRENI PERMEABILI CON PIEZOMETRI A TUBO APERTO. All'interno di un foro di sondaggio precedentemente effettuato, la DLL può disporre all'Appaltatore la misurazione delle pressioni neutre stabilendo la profondità alla quale tale misurazione dovrà essere effettuata. A tale scopo l'Appaltatore dovrà effettuare, all'interno del foro, la posa del tubo metallico o di materiale plastico, di diametro sufficiente per consentire il passaggio dello strumento di misura del livello dell'acqua, secondo le seguenti successioni di fasi:
 1. riempimento del foro con miscela plastica acqua-bentonite-cemento (100-5-30 parti in peso circa) dal fondo, fino alla quota di 130 cm al di sotto del centro del tratto di tubo fessurato;
 2. formazione del tappo impermeabile inferiore, dello spessore di cm 50, costituito da due strati di 12-13 cm ciascuno di palline di bentonite preconfezionate, alternati ad altrettanti strati di spessore 2-3 cm di ghiaietto; le palline saranno costipate con apposito pestello;
 3. lavaggio del foro con acqua pulita;

4. collocazione del tubo con tappo di fondo e con tratto cieco di 30 cm al di sotto di quello fessurato, di lunghezza di cm 100;
 5. posa del filtro, costituito da materiale granulare, attorno al tratto di tubo fessurato, per un'altezza complessiva di 160 cm (il tratto fessurato più 30 cm al di sotto ed al di sopra) e sfilamento graduale dell'eventuale tubo di rivestimento;
 6. formazione del tappo impermeabile superiore con miscela acqua-bentonite-cemento in proporzione, in peso, 100-6-30, immessa con apposite aste sino alla sommità del foro;
 7. sistemazione dell'estremità superiore del tubo in pozzetto costruito nel terreno.
- 2 PER MISURAZIONE DELLE PRESSIONI NEUTRE IN TERRENI POCO PERMEABILI CON PIEZOMETRI CASAGRANDE O DI TIPO SPECIALE. In perforazioni di sondaggio ed a seguito di un primo studio della idrogeologia del sottosuolo, per disposizioni della DLL, la misurazione delle pressioni neutre potrà essere effettuata con l'installazione di piezometri che consentono una migliore attendibilità e la ripetibilità delle misure. La posa della tubazione piezometrica dovrà effettuarsi con le seguenti modalità operative:
1. lavaggio accurato del foro con acqua pulita e controllo della profondità;
 2. getto, nel fondo del foro, di sabbia pulita ed uniforme (diametro medio 0.5 mm) sino ad ottenere uno strato di cm 50 circa e ricontrollo della profondità. Nei fori rivestiti va effettuato il graduale sfilamento della tubazione di manovra, per un'altezza di poco inferiore allo strato di sabbia;
 3. calo dello strumento, con relativi tubicini, nel foro fino a farlo poggiare sullo strato di sabbia;
 4. versamento della sabbia in quantità tale da riempire il foro sino a cm 50-60 al di sopra dello strumento;
 5. effettuazione di una lettura al piezometro per accertarne il funzionamento;
 6. sigillatura del foro mediante uno strato di circa cm 100 costituito da alternanze di strati di 25 cm circa di palline di bentonite (del diametro di 20 mm) e ghiaietto compattato;
 7. realizzazione di un altro strato (50-100 cm) di sabbia pulita e di un secondo sigillo impermeabile come descritto al punto precedente;
 8. riempimento della restante parte del foro con miscela acqua-bentonite-cemento e contemporanea ripresa del sollevamento dell'eventuale colonna di rivestimento;
 9. nel caso di più celle andranno ripetute le fasi sopra descritte con particolare attenzione all'isolamento fra le varie celle.
 10. costruzione di un pozzetto di protezione in calcestruzzo in corrispondenza della bocca del perforo.
- 3 L'Appaltatore sarà compensato applicando separatamente i prezzi d'elenco per ogni ml di tubo collocato, per l'installazione dei piezometri del tipo richiesto, per il noleggio dell'apparecchiatura ed infine per la creazione dei pozzetti d'ispezione. Qualora il piezometro fosse installato in preforo creato appositamente, quest'ultimo sarà compensato a parte secondo la rispettiva voce d'elenco prezzi. Infine i piezometri ad infissione saranno compensati secondo la rispettiva voce d'elenco.

Documentazione

- 4 Per le attrezzature di monitoraggio dovranno essere consegnate alla S. A.:
 - Scheda tecnica dell'attrezzatura installata completa in ogni sua parte;
 - CARTOGRAFIA con l'esatta ubicazione delle misure effettuate nonché le quote effettive del Piano di Campagna;
- 5 - Eventuale documentazione di prima lettura se effettuata nell'ambito del cantiere.

Art. 48. Servizio di bonifica bellica

- 1 La bonifica sistematica terrestre (BST) si prefigge lo scopo di eliminare dal terreno di interesse tutti gli ordigni esplosivi residuati bellici che rappresentano un rischio potenziale per l'utilizzo in sicurezza dell'area, per la pubblica incolumità, per l'utilizzo futuro del sedime o delle eventuali opere da realizzare ovvero per la sicurezza delle maestranze che dovranno effettuare operazioni di scavo preliminari alla realizzazione delle opere.
- 2 La bonifica bellica sistematica terrestre da ordigni esplosivi residuati bellici sul territorio nazionale da effettuare, a scopo precauzionale, da soggetti interessati, mediante ditte iscritte all'albo istituito ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177. a tal fine, l'amministrazione difesa esercita le funzioni di vigilanza e sorveglianza l'esecuzione delle attività ai sensi dell'art. 22 del decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66 – codice dell'ordinamento militare – e del decreto ministeriale 28 febbraio 2017.

- 3 la responsabilità delle attività di direzione, coordinamento e controllo sulle attività di bonifica sistematica terrestre condotte mediante impresa specializzata è attribuita dal ministro della difesa alla direzione dei lavori e del demanio (geniodife), la quale si avvale del supporto fornito dagli organi esecutivi periferici (oep) funzionalmente dipendenti, segnatamente dal 5° reparto infrastrutture di padova e dal 10° reparto infrastrutture di napoli, secondo la giurisdizione territoriale, includendo i necessari margini di sicurezza previsti, al fine di ottenere con la massima certezza la totale garanzia di sicurezza per l'incolumità di personale e mezzi.
- 4 Come da indicazioni progettuali la superficie interessata dal servizio di bonifica bellica si svilupperà su un'area di circa Mq 2.700ca (180Mtl x 15 Mtl), post demolizione scatolare esistente, in relazione alle quote di scavo raggiunte ed alle lavorazioni apportate per la realizzazione dell'opera principale, le prescrizioni tecniche rilasciate dalla D.L. 5° Reparto Infrastrutture di Padova potranno prevedere:
 - predisposizione pratica relativa all'ottenimento delle necessarie autorizzazioni da parte delle Autorità Militari Competenti per territorio. Compreso l'iter per l'eventuale parzializzazione dei collaudi per garantire tempestivamente l'accesso all'impresa nelle aree bonificate – Oneri di Collaudo;
 - mobilizzo e smobilizzo cantiere, operatori rastrellatori e personale operaio specializzato muniti di brevetto B.C.M., apparati di rilevamento elettronici tipo mod. Ferex e Magnex, mezzi di trasporto, attrezzature speciali di trivellazione e scavo e quanto altro necessario per la conduzione dei lavori a regola d'arte e nel completo rispetto nelle norme sulla sicurezza;
 - bonifica superficiale (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda), mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici da eseguirsi su tutte le aree interessate dai lavori principali, comprese le aree di cantierizzazione e/o stoccaggio materiali, con adeguato margine di sicurezza perimetrale (1,5 m) e garanzia di agibilità fino a cm. 100 dal p.c;
 - bonifica in profondità mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici eseguita a mezzo di trivellazioni verticali spinte fino alla quota indicata dall'Amministrazione Militare (**si presume sino a mt -3.00 dal p.c.e**);
 - **trivellazioni spinte fino a 3,00 m con garanzia fino a 4,00 m** a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 1,00 m e fino a 3,00 m e dove verranno realizzate opere a carattere permanente comprese strade, impianti tecnologici, vialetti e aree di cantiere;
 - **trivellazioni spinte fino a 5,00 m con garanzia fino a 6.00 m** a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 3,00 m e fino a 5,00 m;
 - **trivellazioni spinte fino a 7,00 m con garanzia fino a 8,00 m** a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 5,00 m nonché dove verranno realizzate opere d'arte in profondità, diaframmi, palancole, pali, trattamenti colonnari (jet-grouting), micropali, ecc.
 - lavori di scavo puntuali eseguiti a macchina ed a mano per avvicinamento e scoprimento degli ordigni esplosivi residuati bellici e/o masse ferrose rilevate con le operazioni di bonifica superficiale e profonda, compreso rinterro del materiale scavato e vagliato per ripristino sommario delle quote terreno originarie;
 - eventuali scavi di sbancamento a strati successivi a carattere BCM con vaglio del materiale e successiva verifica del fondo scavo fino alla quota scevra da interferenze ferromagnetiche, mediante mezzo meccanico per la ricerca, individuazione e scoprimento degli ordigni esplosivi residuati bellici e/o masse ferrose in aree infestate da materiale ferromagnetico rilevate con le operazioni precedenti.
- 5 Lo scavo "cauto" sarà eseguito da squadra composta da rastrellatore escavatorista bcm, assistente tecnico bcm e rastrellatore bcm che visivamente e strumentalmente vaglieranno il materiale scavato, eseguito fino al raggiungimento del terreno libero da anomalie che permetterà una bonifica bellica "tradizionale" con perforazioni percentualmente ridotte della quota verificata con lo scavo cauto.
- 6 Prima di eseguire le operazioni di bonifica è necessario che:
 - l'area sia completamente libera da materiale che possa interferire/ostacolare le regolari operazioni di indagine e ricerca (es. materiale stoccato, materiale proveniente da demolizioni)
 - sia pulita l'area da vegetazione di ogni genere e tipo qualora interferisse e/o impedisca le operazioni di indagine

e ricerca;

- sia effettuato il tracciamento e picchettamento dell'area di indagine (ingombri opera di progetto, aree BOB)
- sia effettuata la predisposizione preliminare di idonea cantierizzazione (recinzione, segnaletica, ed opere necessarie per sicurezza)

7 Il costo dello smaltimento e conferimento in apposita discarica del materiale di risulta emerso durante le operazioni di indagine e ricerca (es. materiale ferromagnetico di natura eterogenea), è a carico della stazione appaltante.

Art. 49. Lavori compensati con prezzi unitari a corpo

1 I lavori compensati con prezzi unitari a corpo dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni di elenco prezzi e saranno comprensivi di tutti gli oneri diretti ed indiretti necessari per portare a compimento l'opera ai livelli di qualità prescritti dalla normativa vigente e dalle buone regole dell'arte.

Art. 50. Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli

1 Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno le norme indicate dalla normativa vigente.

Art. 51. Prove di stabilità delle opere e prove geologiche dei terreni

1 A prescindere dalle prove di carico che possono essere ordinate in sede di collaudo, la Direzione lavori si riserva la facoltà di fare eseguire a spese dell'Appaltatore tutte le prove di stabilità che essa ritenga necessarie ed opportune, sulle opere eseguite. Tali prove, che verranno meglio precisate all'atto pratico dalla stessa Direzione lavori, dovranno riprodurre le condizioni limite, in base alle quali le varie membrature furono calcolate. In particolare per le prove di carico delle strutture in conglomerato cementizio armato saranno osservate le norme di cui al D.M. 26 Marzo 1980 emanato in ottemperanza alla Legge n. 1086/71, della Circolare del Ministero dei LL.PP. del 30 Giugno 1980, e successive modificazioni ed integrazioni. Del risultato delle prove verrà redatto apposito verbale ed in base ad esso la Direzione lavori potrà ordinare la rinnovazione delle opere che risultassero non corrispondenti ai requisiti richiesti in relazione anche alle norme cui si fa richiamo nel presente articolo. Le prove saranno fatte a spese, rischio e pericolo e sotto la responsabilità dell'Appaltatore. Questi, ancorché le prove diano risultati favorevoli, sarà ritenuto responsabile di tutte le opere fino al collaudo