



## COMMISSARIO DELEGATO

per i Primi Interventi Urgenti di Protezione Civile in Conseguenza della Contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS)

DCM del 21.03.2018 / OCDPC n. 519 del 28.05.2018







### MODELLO STRUTTURALE DEGLI ACQUEDOTTI DEL VENETO (MO.S.A.V.)

INTERVENTI FINALIZZATI ALLA SOSTITUZIONE DELLE FONTI IDROPOTABILI CONTAMINATE DA SOSTANZE PERFLUORO-ALCHILICHE (PFAS)

## ESTENSIONE DELLO SCHEMA NELL'AREA MONSELICENSE - ESTENSE - MONTAGNANESE

### PROGETTO DEFINITIVO

<p>PROGETTISTI</p>	<p>Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Luca Fresia</p> 	<p>Geologia Dott.geol Fabrizio Grosso</p> 
<p>CAPOGRUPPO MANDATARIA:</p>  <p>MANDANTI:</p>   <p>Arch. Iunior Doris Castello</p>	<p>Coordinatore sicurezza in fase di progettazione Ing. Andrea Fochesato</p> 	<p>Progettista responsabile elaborato Ing. Giampiero Venturini</p> 

## 8 - DOCUMENTI AMMINISTRATIVI 8.04 -Disciplinare prestazionale degli elementi tecnici

00	SET. 19	G.VENTURINI	S.CHIAPPINO	L.FRESIA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

**ACQUEVENETE S.p.A.**

Sede legale in MONSELICE (PD)

via C. Colombo n. 29/a – 35043 Monselice (PD)

---

**DISCIPLINARE PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI  
TECNICI**

## Sommario

### **CAPO 1 - QUALITÀ, PROVENIENZA, ACCETTAZIONE DEI MATERIALI MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI 5**

Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo .....	5
Art. 2 - Caratteristiche dei vari materiali .....	5
Art. 3 - Accettazione ed impiego dei materiali .....	12
Art. 4 – Opere preliminari e accessorie .....	13
4.1 NORME GENERALI .....	13
4.2 SMINAMENTO E BONIFICA BELLICA .....	13
4.3 SOTTOSERVIZI.....	13
4.4 LINEE AEREE .....	13
4.5 LAVAGGIO DELLE CONDOTTE.....	14
4.6 CALCOLI STATICI DELLE CONDOTTE .....	14
4.7 BLOCCHI DI ANCORAGGIO E ANTISFILAMENTO .....	15
Art. 5 - Modo di eseguire i lavori .....	16
5.1 TRACCIAMENTI.....	16
5.2 SCAVI DI SBANCAMENTO .....	16
5.3 SCAVI DI FONDAZIONE .....	16
5.4 SCAVI PER TUBAZIONI E MANUFATTI.....	17
5.5 MATERIALI DI RISULTA .....	18
5.6 RITOMBAMENTI DI TUBAZIONI E MANUFATTI .....	19
5.7 RILEVATI CON MATERIALI RICICLATI DA:.....	19
5.8 RIPRISTINI DI STRADE .....	21
5.9 SELCIATI.....	22
5.10 MALTE E CONGLOMERATI.....	22
5.11 RIEMPIMENTI IN PIETRAMA A SECCO .....	22
5.12 VESPAI .....	22
5.13 MURATURE .....	23
5.14 MANUFATTI PER FOGNATURE .....	23
Art. 6 - Manufatti particolari .....	23
Art. 7 - Tubazioni per fognatura .....	24
7.1 TUBAZIONI E RACCORDI DI GHISA SFEROIDALE PER FOGNATURA .....	24
Art. 8 - Tubazioni ed apparecchiature per acquedotto .....	30
8.1 TUBAZIONI IN GHISA .....	30
Art. 9 - Prove di tenuta dei condotti.....	34
9.1 CONDOTTI DI FOGNATURA .....	34
Tubazioni in acciaio o ghisa per condotte in pressione .....	34
9.2 PROVE A PRESSIONE DI TUBAZIONI IN OPERA PER ACQUEDOTTO E FOGNATURA .....	34
Art. 10 - Prove di tenuta dei manufatti .....	36
Art. 11 - Verifiche di fognature.....	36
Art. 12 - Ispezione televisiva.....	36
Art. 13 - Lavaggio e disinfezione delle condotte per acquedotto .....	37
Art. 14 - Pezzi speciali per condotte di acquedotto.....	37
Art. 15 - Apparecchiature idrauliche .....	38
Art. 16- Attraversamenti.....	38
Art. 17 - Pozzetti per apparecchiature .....	39
Art. 18 - Demolizioni .....	40
MURATURE E FABBRICATI.....	40
DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	40
Art. 19 - Murature .....	41
INTONACI ED APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO .....	41
APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO .....	42
Art. 20 - Calcestruzzi .....	42
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA UTILIZZARSI PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO .....	42
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLA STATO FRESCO E INDURITO .....	50
QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	52
POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO .....	53

STAGIONATURA .....	56
CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....	56
CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE .....	58
Art. 21 - Pavimentazioni .....	58
GENERALITÀ .....	58
STRATI DI FONDAZIONE .....	59
STRATO DI BASE .....	64
STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA .....	68
TRATTAMENTI SUPERFICIALI .....	72
SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI .....	74
FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE .....	74
CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE .....	75
PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA .....	77
SPECIFICA DI CONTROLLO .....	78
STRATI DI FONDAZIONE .....	78
STRATO DI BASE .....	81
STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA .....	83
CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE .....	85
Art. 22 - Profilati e le lamiere per parapetti, grigliati, tubi e strutture .....	85
Art. 23 - Sottoservizi .....	85
Art. 24 - Opere in ferro .....	86
Art. 25 - Segnaletica stradale .....	86
DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI .....	86
Art.26 Blindaggi degli scavi, palancole metalliche tipo Larssen o similari .....	88
26.1 ARMATURA CON CASSONE A STRASCICO .....	88
26.2 BLINDAGGIO DEGLI SCAVI A CASSA CHIUSA .....	88
26.3 PALANCOLE METALLICHE TIPO LARSEN .....	88
26.4 PALANCOLE METALLICHE .....	89
Art.27 Protezione da fenomeni di corrosione .....	89
27.1 NORME GENERALI .....	89
27.2 PROTEZIONE PASSIVA .....	90
27.3 COLLAUDO ELETTRICO DELLA PROTEZIONE PASSIVA .....	92
27.4 PROTEZIONE CATODICA .....	92
27.5 COLLAUDO DELLA PROTEZIONE CATODICA .....	92
Art.28 Attraversamenti .....	92
28.1 NORME GENERALI .....	92
28.2 SIFONE IN SUBALVEO .....	93
28.3 PRESSOTRIVELLA .....	94
28.4 SISTEMA OLEODINAMICO (SPINGITUBO) .....	95
28.5 SISTEMA "PIPE JACKING" O "MICROTUNNELLING" .....	96
28.6 TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA E TELEGUIDATA. (T.O.C.) .....	99

## **CAPO 2. MISURA DEI LAVORI ED APPLICAZIONE DEI PREZZI UNITARI .....** 105

Art. 1 - Modalità di misurazione .....	105
Art. 2 - Movimenti di terra .....	105
Art. 3 - Ripristini .....	105
Art. 4 - Murature varie e calcestruzzi .....	105
Art. 5 - Opere in cemento armato .....	106
Art. 6 - Intonaci e tinteggiature .....	106
Art. 7 - Manufatti .....	106
Art. 8 - Lavori in metallo .....	107
Art. 9 - Condotti di fognatura a gravità .....	107
Art. 10 - Tubazioni per acquedotto e fognatura in pressione .....	107
Art. 11 - Pezzi speciali .....	107
Art. 12 - Apparecchiature idrauliche .....	107
Art. 13 - Attraversamenti - pozzetti .....	107
Art. 14 - Mano d'opera .....	108

Art. 15 - Materiale in fornitura a pié d'opera od in cantiere .....	108
Art. 16 - Materiali di riempimento degli scavi .....	108
Art. 17 - Segnaletica stradale.....	109
Art. 18 - Impianti di sollevamento e opere elettromeccaniche (a corpo) .....	109
Art. 19 - Prezzi d'appalto .....	109

## CAPO 1 - QUALITÀ, PROVENIENZA, ACCETTAZIONE DEI MATERIALI MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI

### **Art. 1 - Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo art. 2; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori; fatte salve diverse prescrizioni contenute negli articoli specifici delle Norme, il costo diretto delle prove di laboratorio verrà invece sostenuto in parti uguali tra Stazione Appaltante e Appaltatore.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali individuati negli elenchi elaborati in conformità alla vigente normativa indicati univocamente dalla Stazione Appaltante.

### **Art. 2 - Caratteristiche dei vari materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Appaltatore.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

**A) Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.

**B) Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:** dovranno corrispondere alle prescrizioni:  
- della legge num. 595/1965;  
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966, modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;  
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. num. 2231/1939;  
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. num. 2230/1939;

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

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle

migliori regole d'arte.

- C) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie:** dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971. Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. num. 09/01/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato. Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D). Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni
- D) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.NUM.R. (Fascicolo num. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.
- E) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.
- F) Pietre naturali:** le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, etc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. num. 2232/1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego. Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.
- G) Pietre da taglio:** proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal R.D. num. 2232/1939. Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:
- a) a grana grossa
  - b) a grana ordinaria
  - c) a grana mezza fina
  - d) a grana fina
- Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm. Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connesure non eccedano i 5 mm. Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commesure non eccedono i 3 mm. Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.
- H) Materiali laterizi:** dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. num. 2232/1939

"Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.

I mattoni dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con gli spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme ed essere senza calcinaroli e impurità.

- D) Argilla espansa:** dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura non inferiore a 1200 °C e peso in mucchio 320÷630 kg/mc a seconda della granulometria.
- J) Blocchi prefabbricati per vibro-compressione:** saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto.  
La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:  
- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;  
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di argilla espansa.  
La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.
- K) Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista:** saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42.5 o 42.5R, per metro cubo di impasto. Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0.5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/mc.  
Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.
- L) Materiali ferrosi:** saranno esenti da scorie, soffiature, saldature 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 in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.  
Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0.2 mm.  
I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.  
I tubi in acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed essere del tipo Fe 510.
- M) Acciaio inossidabile:** dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.  
Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.  
La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.  
Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).
- N) Acciaio zincato:** profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).  
Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.  
Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:  
- 190 g/mq per zincatura normale  
- 300 g/mq per zincatura pesante.



- O) Alluminio e leghe leggere:** per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99.5 da lavorazione plastica». Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.
- P) Alluminio anodizzato:** dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo». Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione. Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:
- Classe 5: spessore strato minum. 5 µm
  - Classe 10: spessore strato minum. 10 µm
  - Classe 15: spessore strato minum. 15 µm
  - Classe 20: spessore strato minum. 20 µm.
- Di queste la prima verrà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.
- Q) Rame:** lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2<sup>^</sup>/3<sup>^</sup>/46 - 72.
- R) Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione: UNI 7067-72 ("Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove") e UNI 7074-72 ("Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove"). Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestrese). In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma. I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, etc.).
- S) Legnami:** di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive che per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono stati destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo. Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri. I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta. I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle Norme UNI in vigore. I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice. Le strutture in legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

- T) Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.NUM.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo num. 3 - Ed. 1958 e loro eventuali successive modificazioni ed integrazioni.
- U) Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 7 - Ed. 1957 del C.NUM.R. e eventuali successive modificazioni ed integrazioni.
- V) Vetri e cristalli:** dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.
- W) Cristalli lustrati:** si intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre.  
Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 per vetri pianicristalli lustrati (lustrati e float).
- X) Vetri uniti al perimetro (vetro-camera):** saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (a mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.  
Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.  
Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.  
Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.
- Y) Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.  
Nella tabella che segue vengono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

<b>Materie prime - caratteristiche tecniche</b>	<b>Poliestere</b>	<b>Polipropilene</b>
Densità minum. (g/cm <sup>3</sup> )	1.38	0.90
Punto di rammollimento minum. (°C)	230÷250	140
Punto di fusione minum. (°C)	260÷265	170÷175
Punto d'umidità (% a 65% di umidità rel.)	0.4	0.04

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>Normativa</b>
campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
peso (g/mq)	UNI 5114
spessore (mm)	UNI 8279/2
resistenza a trazione su striscia di 5 cm (N)	UNI 8639
allungamento (%)	UNI 8639

Caratteristiche tecniche	Normativa
lacerazione (N)	UNI 8279/9
resistenza alla perforazione con il metodo della sfera (MPa)	UNI 8279/11
punzonamento (N)	UNI 8279/14
permeabilità radiale all'acqua (in cm/s)	UNI 8279/13
comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
diametro di filtrazione (μml)	*

\* corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.

- Z)** **Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei EN 1401, secondo le vigenti norme, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma.  
Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.
- AA)** **I cementi e gli agglomerati cementizi** da usare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 3/6/1968 e al D.M. 16/6/1976.  
Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavole di legno e riparati dall'umidità.
- BB)** **Per le tubazioni in cemento armato** hanno valore le prescrizioni ed i valori indicati dalla N.M. n. 20 del 1937 del Ministero dei LL.PP. per la progettazione di tubi in cemento armato.
- CC)** **Le apparecchiature idrauliche** dovranno essere costruite con flange lavorate secondo le norme UNI.
- DD)** **L'asfalto** sarà naturale omogeneo in pani compatto privo di catrame proveniente dalla distillazione di carbon fossile ed il suo peso specifico varierà tra i limiti di 1104 a 1205 kg/mc
- EE)** **Il bitume asfaltico** proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale; sarà molle ed assai scorrevole.
- FF)** **I materiali per pavimentazione** (marmette di cemento, piastrelle greificate, lastre di marmo, ecc.) dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui R.D. 16 novembre 1939 n. 2234.
- GG)** **Le piastrelle greificate** saranno inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari a spigoli vivi e superficie piana; sottoposto ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce di inchiostro, queste non dovranno essere assorbite in minima misura; saranno fornite nella forma e dimensioni che saranno richieste dalla Direzione dei Lavori.
- HH)** **Per le tubazioni in gres ceramico** per fognature hanno valore le norme UNI EN 295.
- II)** **Per i dispositivi di coronamento e di chiusura** dei pozzetti stradali hanno valore le norme UNI EN 124.
- JJ)** **Per le tubazioni e pezzi speciali in ghisa** hanno valore le norme UNI relative alle caratteristiche, tolleranze, spessori e prove per tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale.
- KK)** **Per le tubazioni e pezzi speciali in acciaio** hanno valore le norme UNI relative alle caratteristiche, tolleranze, spessori e prove per tubi in acciaio per condotte in acciaio in pressione; dovranno essere osservate integralmente le prescrizioni contenute nella UNI 6363 del 1984.
- α) per quanto riguarda il tipo di acciaio da impiegare per la fabbricazione dei tubi esso non dovrà avere caratteristiche chimico-fisiche-meccaniche inferiori a quelle del tipo Fe 410 e precisamente:
- carico unitario di rottura maggiore od uguale      410 N/mm<sup>2</sup>  
carico unitario di snervamento maggiore od uguale      255 N/mm<sup>2</sup>

allungamento A min.

% pari a 22

Composizione chimica percentuale risultante dall'analisi di colata come segue:

C max	P max	S max
0,21	0,040	0,040

Nell'analisi sul prodotto sono ammessi, rispetto ai massimi consentiti sull'analisi di colata, i seguenti scostamenti:

+ 0,03% per il carbonio

+ 0,005% per il fosforo e lo zolfo

Per tubi di diametro nominale minore o uguale a 200 mm é consentito l'impiego di acciaio avente caratteristiche chimico-fisico-meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360, e precisamente:

carico unitario di rottura min. 360 N/mm<sup>2</sup>

carico unitario di snervamento min. 235 N/mm<sup>2</sup>

allungamento A min. 25%

Composizione chimica percentuale di colata

C max	P max	S max
0,17	0,040	0,040

Gli scostamenti ammissibili nell'analisi su tubo rispetto alla composizione di colata sono quelli riportati per l'acciaio Fe 410.

β) per quanto riguarda le analisi di colata relative ai materiali impiegati per la fabbricazione delle tubazioni esse dovranno essere comprovate con l'esibizione dei certificati originali della ditta produttrice;

χ) su ogni tubo dovrà essere indicato il numero di colata corrispondente al fine della sua esatta identificazione.

É facoltà della Direzione dei Lavori rifiutare tutta od in parte la fornitura che sia sprovvista di tali documentazioni.

Per le tubazioni in acciaio secondo API, dovranno essere osservate integralmente le prescrizioni contenute nelle specificazioni per tubazioni dell'American Petroleum Institute.

Le apparecchiature idrauliche dovranno essere costruite con flange lavorate secondo le norme UNI.

**LL) Per le tubazioni in polietilene ad alta densità** hanno valore le norme ISO 1872/1, UNI 7611, UNI 7612 e UNI 7615.

Per le tubazioni in polietilene a bassa densità hanno valore le norme UNI 7990-7991.

**MM) Ciottoli** - i ciottoli da impiegare per le pavimentazioni stradali debbono provenire da rocce durissime, preferibilmente granitiche o porfiriche aventi struttura microcristallina ed alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. I ciottoli debbono avere forma ovoidale delle dimensioni di cm 9 x 12 per l'asse maggiore e di cm 6 x 8 per i due assi trasversali.

**NN) Tout-venant alluvionale** - quando per gli strati di fondazione sia prescritto l'impiego di tout-venant alluvionale debbono essere soddisfatte le seguenti limitazioni granulometriche:

- passante al setaccio ASTM da 3" 100%
- passante al setaccio ASTM da 2" 80 - 100%
- passante al setaccio ASTM da 3/8" 30 - 60%

- passante al setaccio ASTM n. 200 10%

ed inoltre si deve accertare che l'assortimento granulometrico consenta di realizzare una minima percentuale di vuoti.

**OO) Detrito di cava** - il detrito di cava proveniente da cave alluvionali o altri da impiegare per fondazioni stradali deve essere costituito da elementi a granulometria assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti all'atto delle compattazione.

La dimensione massima degli aggregati non deve superare i 15 cm. Il materiale deve avere un potere portante C.B.R. di almeno 40 allo stato saturo.

**PP) Pietrame e pietre da taglio trachitiche - cubetti di porfido:**

le pietre da impiegare nelle murature (e quindi non per usi stradali) e nelle costruzioni in genere debbono soddisfare alle norme stabilite con R.D. 16 novembre 1939 n. 2232.

### **Art. 3 - Accettazione ed impiego dei materiali**

I materiali dovranno corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere delle migliori qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali non é definitiva se non dopo che sono stati posti in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo l'introduzione nel cantiere, o che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto l'Amministrazione può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che potesse derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio. Le prescrizioni dei commi precedenti non pregiudicheranno i diritti dell'Amministrazione in sede di collaudo.

Qualora, senza opposizione dell'Amministrazione, l'appaltatore, nel proprio interesse di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni, consistenza e qualità superiore a quelle prescritte o di una lavorazione più accurata, ciò non gli dà diritto ad aumento di prezzi ed il computo metrico é fatto come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero stabiliti dal contratto.

Se invece sia ammessa dall'Amministrazione qualche scarsezza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza o qualità ovvero una minor lavorazione, il Direttore dei Lavori, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare una adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame a giudizio definitivo in sede di collaudo.

La Direzione dei Lavori può disporre le prove che ritenga necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali. La spesa relativa sarà a carico dell'appaltatore.

Per quanto attiene alle modalità di prova ci si riferirà alle norme in vigore ed in assenza di queste ci si riferirà a quanto stabilito nel presente capitolato e comunque la Direzione Lavori può disporre le prove che ritiene a suo giudizio, necessarie a stabilire l'idoneità dei materiali. Tutte le spese relative saranno a completo carico dell'appaltatore.

In particolare per quanto riguarda le tubazioni in acciaio dovranno essere eseguite, a cura e spese dell'appaltatore, in officina, tutte le prove sia idrauliche che meccaniche, previste nella norma UNI 6363-84 ed in particolare dovrà essere garantito il controllo totale e continuo dei singoli tubi, nonché delle saldature, con apparecchiature ad ultrasuoni presso la linea di fabbricazione ed inoltre deve esservi la possibilità di un controllo radiografico sia continuo, sia locale ove si riscontrino anomalie durante le prove con gli ultrasuoni.

I rivestimenti bituminosi sia interni che esterni dovranno assicurare la massima protezione delle condotte.

Ogni tubo al momento del rivestimento in officina deve essere sottoposto alla prova mediante un rilevatore a scintilla (detector) con tensione di prova di 15000 Volts, al fine di comprovare la perfetta integrità, continuità ed aderenza dei rivestimenti.

Dovrà inoltre essere presentato un certificato comprovante le caratteristiche delle miscele bituminose e dei materiali impiegati.

É facoltà della Direzione Lavori rifiutare tutta o in parte la fornitura che non ottemperi alle sovraespresse prescrizioni e non sia munita dei relativi certificati d'origine.

## **Art. 4 – Opere preliminari e accessorie**

### **4.1 NORME GENERALI**

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole d'arte nonché alle specifiche di progetto definitivo/esecutivo e alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato o negli elaborati di progetto, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

L'Appaltatore, anche al di là dell'elencazione contenuta nel presente Capitolato, che ha carattere indicativo e non esaustivo, è tenuto a rispettare tutte le normative UNI e UNI-EN riguardanti le specifiche lavorazioni e/o installazioni vigenti al momento della formulazione dell'offerta e della stipula del contratto.

Nell'esecuzione dei lavori di linea, prima della messa in opera della condotta l'Appaltatore e sotto la propria responsabilità, dovrà controllare i diametri, gli spessori, il tipo di materiale, il tipo di saldatura, manicotti e quant'altro fornito in opera.

Le aree di lavoro e le eventuali strade di accesso alle stesse devono essere tenute in perfetto ordine e mantenute efficienti per tutta la durata dei lavori.

Nei tratti in parallelismo con un metanodotto e/o oleodotto o altri sottoservizi in esercizio l'Appaltatore dovrà prestare particolare cura al rispetto delle prescrizioni impartite dallo specifico ente gestore del sottoservizio, sia nelle operazioni di posa con scavo a cielo aperto che nelle operazioni con trivellazione.

Dovranno essere pianificate tutte le precauzioni atte a garantire che i servizi attraversati ed interessati dai lavori non vengano danneggiati.

L'Appaltatore risponderà di eventuali danni causati per imprecisa esecuzione o imprudenza nelle sopradescritte fasi di trivellazione e tiro-posa della condotta.

### **4.2 SMINAMENTO E BONIFICA BELLICA**

E' totale ed esclusivo onere dell'Appaltatore, in quanto si intende compensato e compreso nei prezzi e nei corrispettivi di Contratto, effettuare - prima dell'inizio dei lavori e durante lo svolgimento di essi - a mezzo di ditta specializzata ed all'uopo autorizzata dalle competenti autorità la bonifica bellica, sia superficiale che profonda, dell'intera zona sulla quale si svolgono i lavori ad esso affidati e sino ai confini dei terreni espropriati, asserviti, soggetti a temporanea occupazione e comunque oggetto di lavorazioni.

E' facoltà della Stazione Appaltante richiedere che la bonifica bellica sia eseguita per tratte e non in unica soluzione senza che ciò costituisca ragione per il riconoscimento di maggiori compensi all'Appaltatore.

Lo scopo della bonifica bellica è quello di rintracciare e rimuovere ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi specie al fine di assicurare l'incolumità di tutte le persone addette ai lavori, alla loro sorveglianza ed alla loro direzione.

L'Appaltatore sarà responsabile di qualsiasi incidente che potesse verificarsi per incompleta o poco diligente bonifica, rimanendone sollevati, in tutti i casi, la Stazione Appaltante e la Direzione Lavori.

Resta compresa fra gli oneri a carico dell'Appaltatore la rimozione, l'allontanamento ed il deposito, nei luoghi indicati dalle competenti autorità, degli ordigni stessi.

Saranno pure a carico dell'Appaltatore tutte le opere che saranno indicate dalle autorità competenti comprese quelle relative ed eventuali deviazioni del traffico qualora sia necessario fare brillare in loco gli ordigni rinvenuti.

### **4.3 SOTTOSERVIZI**

L'Appaltatore effettuerà, sia in sede di redazione del progetto esecutivo e comunque anche prima dell'inizio dei lavori, la ricerca, la localizzazione planimetrica ed altimetrica per la salvaguardia da ogni rottura di tutti gli eventuali sottoservizi esistenti, quali ad esempio: cavi Telecom, Genio Militare, Nato, Sirti, Enel, condotte fognarie, idriche, metanodotti, ecc..

Le interferenze con i sottoservizi localizzati dovranno essere risolte nel rispetto delle prescrizioni impartite da ciascun proprietario del singolo sottoservizio, che dovrà essere coinvolto con opportuno anticipo nell'attività di spostamento.

Inoltre dovranno essere osservate le indicazioni impartite dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

### **4.4 LINEE AEREE**

Quando occorre effettuare lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non

protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le prescrizioni operative indicate dal PSC e le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:

- a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
- b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti. Le norme di prevenzione infortuni vietano di eseguire lavori in prossimità di linee elettriche aeree a distanza minore di 5 m dall'asse del cavo in tensione.

L'operatore dovrà fare particolare attenzione nel manovrare il braccio o la benna del mezzo meccanico, per non andare a toccare le linee elettriche aeree; è comunque obbligatoria l'assistenza di personale a terra in ausilio del conduttore della macchina operatrice con funzioni di indicazione delle cautele nelle manovre.

*Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette.*

Un (kV)	Distanza minima consentita (M)
≤1	3,0
10	3,5
15	3,5
132	5,0
220	7,0
380	7,0

#### **4.5 LAVAGGIO DELLE CONDOTTE**

Ad avvenuta ultimazione di tronchi funzionali dell'acquedotto, effettuata la prova di tenuta idraulica (v. i relativi paragrafi sull'argomento) si farà luogo al lavaggio delle tubazioni allo scopo di assicurare una prima pulizia delle condotte da eventuali corpi estranei e detriti di lavorazione.

Il lavaggio avverrà con scarico libero alle estremità delle condotte.

Le spese per l'acqua di lavaggio saranno a carico dell'Appaltatore.

L'accertamento della potabilità dell'acqua avverrà successivamente in tempi correlati all'entrata in esercizio dell'acquedotto e con le modalità stabiliti negli appositi articoli del presente capitolato.

#### **4.6 CALCOLI STATICI DELLE CONDOTTE**

L'Appaltatore curerà il calcolo statico delle condotte, sia di quelle in linea che di quelle degli attraversamenti.

Il calcolo statico sviluppato secondo le indicazioni sotto riportate dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori prima di dar corso alle relative costruzioni.

Il calcolo statico dei singoli elementi della tubazione di linea (tubi e pezzi speciali) dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni a cui saranno sottoposti gli elementi stessi nelle più onerose condizioni di esercizio e di prova in opera.

Le sollecitazioni da determinare, a tubazione vuota ed a tubazione piena, saranno quelle massime indotte dal sovrapporsi degli effetti, opportunamente considerati come agenti dovuti simultaneamente alle seguenti cause:

- a. sollecitazioni di carattere normale:
  - massima pressione di esercizio, pari a quella a cui sarà sottoposta la tubazione;
  - peso proprio della tubazione e peso dell'acqua in essa contenuta;
  - carico esterno del terreno di rinfiaccio e di ricoprimento per l'altezza massima e minima prevista sulla generatrice superiore del tubo. Si assumeranno di norma i seguenti valori, quale peso specifico del terreno il valore medio di 1600 kg/mc e quali altezze di ricoprimento rispettivamente: massima di metri 4 e minima di metri 1,50;

- sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio di un trattore agricolo, dal peso di 10 tonnellate;
- b.** sollecitazioni di carattere saltuario:
  - massima pressione di prova in opera, pari a quella di esercizio incrementata di 10 atm;
  - variazioni termiche, a tubazione sia vuota sia riempita con acqua a 10°C, da prevedersi sia nel caso di condotta scoperta sia interrata;
- c.** sollecitazione di carattere eccezionale:
  - sovraccarico mobile esterno dovuto al passaggio del più oneroso carico previsto tra gli schemi indicati nella circolare n. 384 del 14 febbraio 1961 del Consiglio Superiore dei LL.PP.
  - depressione pari ad 1 atm nell'interno della condotta, provocata dal mancato funzionamento delle valvole di rientrata d'aria.

Nelle condotte interrate le sollecitazioni dovute ai carichi esterni debbono essere determinate tenendo conto, secondo la teoria di De Saedeller, della deformabilità dei tubi e della reazione laterale del terreno, assumendo quale coefficiente di reazione un valore pari a  $K = 2$ .

La spinta esterna verticale del terreno di ricoprimento deve essere valutata mediante l'esperienza di Marston per il carico totale agente verticalmente su tubi flessibili interrati in trincea, assumendo quale coefficiente  $K$  quello che risulta dal diagramma dello stesso Marston per le altezze di ricoprimento massime e minime (curva C per terreni compatti), quale larghezza  $B$  della trincea il valore  $D+0,60-0,80$  e ripartendo il carico totale su un arco di tubo di 90 gradi.

La spinta esterna verticale prodotta dal sovraccarico accidentale deve essere valutata mediante l'espressione data da Bousinesq per la distribuzione di carichi nel terreno.

Potrà essere prevista una reazione di appoggio del terreno ripartita uniformemente su un arco di 90 gradi.

Nelle condotte all'aperto si dovrà tener conto delle sollecitazioni prodotte dai vincoli fissi o mobili, assumendo i seguenti coefficienti di attrito:

- appoggi striscianti su superfici metalliche  $f = 0,4$
- giunti di dilatazione  $f = 0,3$

Nella verifica di stabilità dei singoli elementi della tubazione si assumeranno i seguenti gradi di sicurezza riferiti al carico unitario di snervamento del materiale usato:

- per la massima sollecitazione di carattere normale: 2;
- per la massima sollecitazione di carattere saltuario: 1,5;
- per la massima sollecitazione di carattere eccezionale: 1,3;

Dovrà inoltre effettuarsi la verifica alla instabilità elastica, secondo la formula (187) del Timoschenko - Scienza delle Costruzioni - vol. II, per tubo scoperto soggetto a depressione interna di 1 atm, assumendo grado di sicurezza 1,30.

I calcoli statici di dimensionamento e verifica dei singoli attraversamenti dovranno riguardare:

- lo stato tensionale indotto nelle tubazioni in c.a. durante la fase di spinta del microtunnel (tensioni lungo le generatrici del tubo) e durante la fase di esercizio (carichi verticali indotti dal terreno sovrastante e altri carichi accidentali)
- lo stato tensionale indotto nelle tubazioni in acciaio durante la fase di infissione della pressotrivella e durante la fase di esercizio (carichi verticali indotti dal terreno sovrastante e altri carichi accidentali)
- lo stato tensionale indotto nelle tubazioni in acciaio nella fase di assemblaggio della condotta e di varo all'interno del foro e durante la fase di esercizio (carichi verticali indotti dal terreno sovrastante e altri carichi accidentali)
- lo stato tensionale dei sifoni nella fase di varo e in esercizio

#### **4.7 BLOCCHI DI ANCORAGGIO E ANTISFILAMENTO**

Le posizioni dei blocchi saranno individuate in sede di progetto esecutivo tenendo anche conto dei dati comunicati dalla Ditta fornitrice delle tubazioni e saranno localizzati lungo la tubazione in relazione alla plano-altimetria del tracciato di posa di progetto (curve, sifoni, ecc.) e/o eventuali modifiche attuate in corso d'opera.

Il calcolo statico degli eventuali blocchi di ancoraggio avverrà secondo le prassi normalmente in uso, valutando la spinta passiva del terreno nella condizione più sfavorevole (rinterro recente-pressione massimo di collaudo).



Per la ghisa sferoidale, in sostituzione dei blocchi d'ancoraggio, è ammessa la giunzione antisfilamento di cui dovrà essere calcolata la relativa lunghezza secondo il metodo Alabama.

Gli elaborati di calcolo dovranno ottenere le necessarie approvazioni da parte della Direzione Lavori.

## **Art. 5 - Modo di eseguire i lavori**

Le opere in appalto saranno eseguite a perfetta regola d'arte e con la osservanza di tutte le norme ufficiali per l'esecuzione delle opere statali o assistite dal contributo statale. In particolare si prescrive che le varie categorie di lavoro siano eseguite come di seguito:

### **5.1 TRACCIAMENTI**

Prima d'iniziare i lavori l'Impresa è tenuta a verificare il rilievo altimetrico e planimetrico completo del lavoro in base alle indicazioni di progetto ed alle eventuali varianti e le prove geotecniche di rito; inoltre il rilievo planimetrico ed altimetrico di ogni manufatto esistente interessato dalle opere da eseguire; quindi sarà cura dell'Impresa proporre l'esatta ubicazione dell'opera da eseguire, curando lo scopo di arrecare il minor disagio possibile alle proprietà sia pubbliche che private, nonché ai sottoservizi esistenti, senza che ciò possa essere causa di richieste di oneri suppletivi in caso di varianti rispetto ai disegni di progetto. Tutte le quote dovranno essere legate alla rete di capisaldi allegati al progetto od in mancanza a quelli indicati dalla D.L.

I rilievi eseguiti, saranno a cura dell'Impresa Appaltatrice riportati su tavole in scala appropriata e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

### **5.2 SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento si intendono quelli necessari per lo spianamento e sistemazione del terreno, secondo determinate sagome su cui dovranno sorgere le costruzioni, per la formazione di cortili, per tagli di terrapieni, scantinati, piani di appoggio, per platee di fondazioni e per palificazioni, vespai, rampe incassate, trincee stradali, ecc.; in generale qualsiasi scavo eseguito a sezione aperta, in vasta superficie, ove sia possibile l'allontanamento delle materie, evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie. Col materiale scavato l'impresa dovrà, a seconda degli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori, riempire eventuali depressioni, sistemare il terreno attorniante le nuove costruzioni, curando in dette manovre la separazione della terra vegetale, da utilizzare per le zone a verde, dal materiale magro ed idoneo.

### **5.3 SCAVI DI FONDAZIONE**

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso non saranno computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione del citato decreto) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

#### **5.4 SCAVI PER TUBAZIONI E MANUFATTI**

Lo scavo per la posa delle condutture in genere dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi alla profondità indicata nei profili di posa o al momento della consegna, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno e delle esigenze di posa.

Il terreno di risulta dello scavo per quanto riguarda lo strato superficiale di terra vegetale costituente la parte coltivabile del terreno stesso, dovrà essere accumulato separatamente dagli altri tipi di terreno di risulta lungo lo scavo stesso se possibile, oppure su depositi indicati dall'Amministrazione.

L'asse delle tubazioni, in corrispondenza delle sedi stradali, indipendentemente dai disegni di progetto, i quali sono tutti e soltanto indicativi, verrà prescelto dalla Direzione Lavori anche in funzione dei sottoservizi esistenti. Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con i mezzi d'opera che l'appaltatore riterrà più convenienti con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo, ricavando opportuni allargamenti e nicchie in corrispondenza delle camerette.

È in facoltà della Direzione Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano e cioè senza l'impiego di mezzi meccanici ogni qualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economie sul ripristino di manti stradali.

Il fondo dello scavo verrà regolato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal terreno circostante o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari.

Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose.

Le armature particolari quali per esempio l'armatura a cassa chiusa o con cassoni autoaffondanti od altre potranno essere impiegate solamente con benestare della Direzione Lavori.

È a carico dell'Impresa il carico, trasporto e scarico a rifiuto del materiale eccedente in discariche o se richiesto dalla Direzione Lavori in luoghi indicati dall'Amministrazione Appaltante entro il territorio comunale, intendendosi per materiale eccedente quello relativo al volume dei manufatti e condotte inseriti nello scavo e della fondazione e pavimentazione stradale ivi compreso l'aumento di volume del materiale stesso dovuto allo scavo.

Se il terreno d'appoggio del tubo e quello di rinterro non risultasse idoneo questo, su benestare della Direzione Lavori, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto, la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco. Il materiale di rifiuto relativo al terreno d'appoggio e di rinterro dovrà essere trasportato in discarica o, se richiesto dalla Direzione Lavori, in luoghi indicati dall'Amministrazione entro il territorio comunale; l'onere sarà compensato con il relativo prezzo di elenco. Qualora nella esecuzione degli scavi la Direzione Lavori ritenesse i normali mezzi di aggettamento non sufficienti a garantire la buona esecuzione dell'opera a causa della falda freatica elevata, con conseguenti franamenti e ribollimenti negli scavi, sarà in facoltà della stessa Direzione Lavori di dare il benestare per l'impiego di mezzi idonei per l'abbassamento della falda, da compensare a parte con il relativo prezzo di elenco, con il quale si è tenuto conto di tutti gli oneri per installazione, funzionamento e rimozione degli impianti.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra impresa ed interessati per una temporanea sospensione del transito.

In particolare l'impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose e se occorre custodite. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa dovrà rendere possibile in posizioni opportune lo scambio di veicoli. L'impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, per la continuità degli scoli d'acqua, per la difesa degli scavi, per l'incolumità delle persone e per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori ed anche il preventivo consenso delle Autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardo delle autorizzazioni e dei consensi.

É pure a carico dell'impresa la compilazione dei disegni, delle domande e degli atti necessari per ottenere le autorizzazioni ad eseguire i lavori dalle Autorità ed Enti competenti ed ai privati proprietari. I disegni, le domande e gli atti dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con modalità e nel numero di copie che verranno richieste dalla stessa entro e non oltre 30 giorni dalla data dell'aggiudicazione dei lavori.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione della fognatura nelle banchine stradali, l'impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo per ogni singolo tratto il tempo di permanenza con scavo aperto.

Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

In particolare si fa obbligo all'appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione Lavori, dalle Amministrazioni (Comune, Provincia, A.N.A.S., ecc.) investita dalla sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori.

L'impresa é tenuta ad assumere a sua cura e spese tutte le notizie alle opere sotterranee di qualsiasi natura che possano interessare l'esecuzione degli scavi e la successiva posa in opera di tubi anche per quanto concerne le norme di rispetto, dovrà poi consegnare un elaborato dal quale risulti la posizione plano-altimetrica delle predette opere.

Pertanto saranno a suo carico gli eventuali incidenti e guasti provocati alle opere stesse, anche se dipendenti da mancata o errata segnalazione, nonché i rifacimenti conseguenti al mancato rispetto delle norme.

Sarà pure a carico dell'impresa l'accordo con gli Enti proprietari delle tubazioni o cavi per gli attraversamenti e parallelismi.

In caso di tubazioni o cavi, che possono comportare danni ai lavoratori o terzi quali tubazioni gas o cavi ENEL l'impresa dovrà dimostrare alla Direzione Lavori prima di intraprendere i lavori, di avere concordato le modalità di lavoro con gli Enti proprietari; comunque l'impresa ha l'intera e piena responsabilità per eventuali incidenti che dovessero accadere.

## **5.5 MATERIALI DI RISULTA**

Per l'economia dei lavori i materiali di risulta degli scavi si divideranno in:

- 1) materiali che possono essere impiegati in lavori successivi;
- 2) materiali non idonei e/o esuberanti le necessità dei lavori di appalto.

I materiali ritenuti reimpiegabili saranno generalmente depositati in cumuli lateralmente agli scavi, disposti in modo da non creare ostacoli per il transito all'interno del cantiere ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione degli scavi dalle acque meteoriche e superficiali, nonché scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate ed ogni altro eventuale danno.

I materiali inutilizzati verranno allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Le terre e le materie detritiche, che possono essere impiegate per la formazione dei rinterri, saranno depositate separatamente dagli altri materiali. Nel caso che i materiali scavati non siano reimpiegabili per il rinterro (a discrezione della Direzione Lavori), gli stessi verranno sostituiti con altri adatti provenienti da scavi di altre opere o da altre zone senza che ciò dia adito a compensi o sovrapprezzi.

I materiali di risulta da impiegarsi per l'esecuzione dei rinterri, dei rilevati, delle fondazioni stradali, dei vespai a tergo delle murature e per la formazione dei filtri drenanti a ridosso delle tubazioni e trincee drenanti dovranno, a cura e spese dell'Appaltatore, essere selezionati e resi idonei ai diversi impieghi secondo le specifiche riportate nei rispettivi articoli del capitolato speciale.

La larghezza della banchina da lasciare tra il ciglio dello scavo ed il piede del cumulo delle materie lateralmente non dovrà in nessun caso essere inferiore ad 1,00 m.

Tutti i materiali di risulta in esubero, dopo il completamento delle opere, sono di proprietà dell'Impresa Appaltatrice.

## **5.6 RITOMBAMENTI DI TUBAZIONI E MANUFATTI**

I cavi saranno riempiti normalmente dopo la costruzione dei condotti, solo a seguito di esito favorevole delle prove di resistenza e di tenuta. I rinterri dovranno eseguirsi disponendo in primo tempo uno strato di circa 20 cm di materiale costipando lo strato con mezzi idonei ed eseguendo successivamente rimesse stratificate di materiale fino a completo riempimento del cavo e sistemazione del piano stradale.

Effettuato il ritombamento, l'impresa dovrà provvedere, a sue spese e cure e con continuità, alla manutenzione dei riporti, effettuare le necessarie ricariche e riprese dei materiali, curando lo sgombrò dell'acqua dalle strade ed assicurando la continuità e sicurezza del transito fino al completo ripristino delle sedi.

Per quanto riguarda i lavori in campagna lo strato superficiale coltivabile dovrà essere ripristinato nel suo originario spessore utilizzando la terra vegetale all'uopo accumulata a lato dello scavo o in particolari depositi durante le operazioni di scavo stesso come precedentemente specificato nel paragrafo "scavi per tubazioni e manufatti".

Su ordine della Direzione Lavori l'impresa é tenuta:

- durante il rinterro a costipare il materiale di riempimento a mano o con mezzo meccanico in modo da ottenere il completo e subitaneo ripristino della strada;
- a rinterro completato a costipare mediante il passaggio di camion con le ruote sopra il materiale di risulta o trainante un rullo vibrante di almeno 3 tonnellate;
- a sostituire in tutto od in parte il materiale con altro eguale di tipo con sabbia in natura o ghiaietta.

## **5.7 RILEVATI CON MATERIALI RICICLATI DA:**

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali – scorie.

### **5.7.1 Rifiuti speciali da demolizione edile**

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla D.L. oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0.4	7 - 22
Setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 % ;

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

- a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- b) prova di abrasione Los Angeles;. sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo  $G \geq 30$ ;

Per la posa in opera si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale. L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992 ) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm<sup>2</sup>, sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più , al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

### **5.7.2 Rifiuti speciali industriali - scorie**

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti dietro ordine della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2,0 m terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

1. la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0,075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
2. l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente  $\beta$ ) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività  $\beta$  risulta così definita: coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm<sup>2</sup>/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi < 80  $\mu$ m, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: Mesure du coefficient  $\beta$  d'activité du latier granulé de haut fourneau - Dunoid - Paris 1970).
3. il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15% ;

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 – 0,15 N/mm<sup>2</sup> sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

## **5.8 RIPRISTINI DI STRADE**

Il piano viabile delle strade interessate dalla posa delle tubazioni potrà essere ripristinato nella precedente situazione o dietro ordine della Direzione Lavori migliorato. Il ripristino verrà eseguito con particolare cura seguendo ogni accorgimento per ottenere a lavoro finito un ottimo piano viabile transitabile. Qualora il materiale dello scavo non risulti idoneo al rinterro verrà sostituito, dietro ordine della Direzione Lavori, con altro materiale e detto lavoro verrà pagato a parte con l'applicazione del relativo prezzo di elenco. Il rinterro degli scavi verrà eseguito per tratti di spessore non superiore ai 30 cm previa eventuale umidificazione necessaria, costipando con idonei mezzi (piastre vibranti, mazzerranghe, ecc.) fino a raggiungere una densità non inferiore al 90% della prova

Proctor modificata. Sul sottofondo ben costipato verrà stesa una fondazione stradale in base ai seguenti tipi:

- fondazione stradale in misto granulometrico stabilizzato con miscele proposte dall'impresa e ritenute meritevoli di approvazione dalla Direzione Lavori, stesa in strati di spessore reso in relazione alla portanza del terreno di sottofondo e alla intensità dei carichi cui la strada dovrà essere assoggettata per il traffico e costipata con idonei mezzi meccanici fino ad ottenere una densità pari al 95% della densità massima ottenuta con la prova Proctor modificata;
- fondazione stradale in pietrame o ghiaione, stesi in strati di spessore resi, indicati dalla Direzione Lavori in relazione alla portanza del terreno di sottofondo ed alla intensità dei carichi cui la strada dovrà essere assoggettata per il traffico, con occlusione dei vani con ghiaia mista in natura e sabbia, costipata con rullo compressore del peso non inferiore a 14 tonnellate. Sulla fondazione verrà posta la pavimentazione le cui caratteristiche saranno ordinate dalla Direzione Lavori, secondo la descrizione dell'elenco prezzi di contratto allegato al presente capitolato; detta pavimentazione potrà interessare anche zone non comprese nei lavori di scavo.

Lateralmente potrà venire gettata una cunetta in calcestruzzo per il convogliamento delle acque nella fognatura. Qualora le condotte siano state posate in banchine stradali per le quali non sia previsto il ripristino, il terreno di risulta sistemato provvisoriamente ma accuratamente sul cavo già tombato verrà interrotto con solchi trasversali opportunamente profilati al fine di consentire un immediato smaltimento dalla sede stradale delle acque meteoriche.

Sino al giorno del collaudo finale l'appaltatore è obbligato alla buona conservazione dell'area interessata dai lavori; in particolare è tenuto a riparare e ricolmare nel modo migliore eventuali cedimenti del terreno e della pavimentazione in dipendenza del lavoro.

#### **5.9 SELCIATI**

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. Il suolo dovrà essere spianato e costipato con la mazzera, riducendolo alla configurazione voluta. Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo aver posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di cm 10 conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido e procedere infine alla battitura con mazzera, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

#### **5.10 MALTE E CONGLOMERATI**

I quantitativi dei diversi materiali da usare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle proporzioni indicate dalla Direzione Lavori.

I materiali, le malte, i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione Lavori e che l'appaltatore sarà in obbligo di provvedere a mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali, ove verrà effettuata la manipolazione. Per i conglomerati cementizi semplici ed armati, gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nelle norme vigenti in materia. Gli impasti, sia di malta che di conglomerato dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e, per quanto possibile, in vicinanza del lavoro.

I residui di impasto, che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

#### **5.11 RIEMPIMENTI IN PIETRAMME A SECCO**

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

#### **5.12 VESPAI**

Nei locali, i cui pavimenti verrebbero a trovarsi a contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame. In tali casi il terreno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto con la mazzera per evitare qualsiasi cedimento.

### **5.13 MURATURE**

Nelle costruzioni delle murature in genere sarà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, archi, piattabande e saranno lasciati tutti gli incavi, sfondi, canne e fori occorrenti per ricevere le pietre da taglio o quanto non viene messo in opera durante la formazione delle murature, per il passaggio dei tubi delle pluviali, dell'acqua potabile, canne da camino o sfiati, latrine, orinatoi, nicchie, lavandini, radiatori, tubazioni e connessioni idrauliche in genere, per le condutture elettriche e telefoniche, per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, soglie, zanche, ringhiere, inferriate, davanzali, ecc.

All'altezza dello spiccato delle murature in elevazione dovrà essere formato uno strato isolante con asfalto naturale colato a caldo (spessore non inferiore, su tutti i punti, a 12 mm). I mattoni per murature, prima del loro uso, dovranno essere bagnati, fino a saturazione, per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera a perfetta regola d'arte sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di essa in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessioni la cui larghezza non dovrà essere maggiore di mm 8 né minore di mm 5. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali ed alternando con precisione i giunti verticali.

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

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua si dovranno impiegare tramogge, casse apribili od altri mezzi di immersione, in modo che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo non si dilavi e perda sia pure minimamente il suo potere legante.

Finito che sia il getto e spianata diligentemente la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato rassodare per tutto il tempo che la Direzione Lavori riterrà necessario per raggiungere in riposo il grado di indurimento adatto al peso che dovrà sopportare.

### **5.14 MANUFATTI PER FOGNATURE**

Camerette di ispezione e manufatti vari.

Le camerette di ispezione e manufatti vari in calcestruzzo saranno costruiti nel numero e nelle posizioni che risulteranno dai profili di posa dei condotti nei punti indicati dalla Direzione Lavori.

Avranno le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nei disegni.

La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti sarà dosato q.li 2,5/mc; quello della soletta di copertura, con q.li 3,00/mc.

La soletta sarà armata con ferro tondo omogeneo del  $\varnothing$  10-12 mm ad armatura incrociata, calcolata a piastra, in appoggio perimetrale, con il sovraccarico determinato dal passaggio di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando, fra quelli possibili, il caso più sfavorevole.

Il passo d'uomo verrà costruito di altezza uguale a quella indicata nei profili di posa e sarà completo di chiusino in ghisa con controtelaio.

## **Art. 6 - Manufatti particolari**

A completamento delle reti di fognatura, sono previste le realizzazioni di manufatti particolari che assolvono funzioni diverse o complementari alle camerette di ispezione, quali ad esempio impianti di sollevamento, camere di manovra, di ispezione per sifoni, salti di fondo ecc. e in ogni caso nel quale vengano eseguite camerette di diverse misure rispetto alle dimensioni fissate nei disegni per le camerette di ispezione, vertice o confluenza.

Detti manufatti, che trovano riscontro nelle tavole di progetto, saranno di norma eseguiti in calcestruzzo armato.

In ogni caso dovranno essere perfettamente impermeabili, rifiniti a perfetta regola d'arte secondo le dimensioni fissate in progetto e con tutti i particolari richiesti, sempre calcolati ai fini statici a cura e spese dell'Appaltatore che ne assume tutte le responsabilità inerenti e conseguenti.

Il rivestimento in resina epossidica dovrà essere eseguito in spessori sempre superiori a 800 micron e il tipo di resina dovrà essere autorizzato dalla D.L.; su proposta dell'Impresa la D.L. potrà autorizzare altro tipo di protezione passiva.

Sarà sempre cura dell'Appaltatore contattare la ditta fornitrice delle opere meccaniche per concordare i particolari esecutivi che facilitino la posa delle apparecchiature.



## **Art. 7 - Tubazioni per fognatura**

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, terra, sassi, sabbia od impurità di sorta.

Ogni tratta compresa fra un pozzetto e l'altro dovrà essere perfettamente rettilinea e di pendenza costante in accordo ai profili approvati dalla Direzione Lavori.

Tutti i cambiamenti di direzione e di pendenza della condotta dovranno essere eseguiti tramite un pozzetto di ispezione.

Mediante una livella dovrà essere costantemente controllata la pendenza di ogni tubo in modo da mantenere una livelletta regolare e costante e secondo i profili di posa esecutivi.

Tutte le tubazioni dovranno soddisfare i requisiti richiesti dal decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

### **7.1 TUBAZIONI E RACCORDI DI GHISA SFEROIDALE PER FOGNATURA**

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 possieda le caratteristiche meccaniche specificate nelle presenti istruzioni.

I tubi ed i relativi pezzi speciali per fognatura funzionanti con o senza pressione dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 598 "Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per fognatura".

#### **7.1.1 Tubi e raccordi**

Le dimensioni nominali, gli spessori, le lunghezze ed i rivestimenti sono specificati dalla Norma UNI EN 598.

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

I tubi, raccordi ed accessori devono essere esenti da difetti ed imperfezioni superficiali che potrebbero comportare la non rispondenza alle prescrizioni della Norma.

I materiali per le guarnizioni di gomma devono rispondere alle prescrizioni della ISO 4633.

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

Le dimensioni e le tolleranze delle flange dei tubi e raccordi devono essere conformi al prEN 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

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

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*

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 ( $L_u$ ) sono riportati nel prospetto 2 della Norma.

Prospetto 2

DN	Lunghezza unificata $L_u$ m
da 100 a 600	5 o 5,5 o 6
700 e 800	5,5 o 6 o 7
da 900 a 1400	6 o 7 o 8,15
da 1500 a 2000	8,15

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  $\geq$  700. La lunghezza dei tubi deve risultare entro una tolleranza di fabbricazione di  $\pm$  30 mm.

Prospetto 11

DN	Diametro esterno DE mm		Spessore minimo del tubo propriamente detto (ghisa), e mm
	Nominale	Tolleranza diametro sul	
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

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.

## **7.1.2 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 - A seguito di accordo tra il fabbricante ed il committente può essere rilevato il carico unitario di scostamento alla proporzionalità 0,2% ( $R_{p0,2}$ ). Detto carico non deve risultare minore di:  
270 MPa, quando  $A \geq 12\%$ , per DN 100 a DN 1000, oppure  $A \geq 100\%$  per DN >1000;  
300 MPa negli altri casi

### Durezza

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 Brinell secondo le prescrizioni di 6.4 della Norma.

La durezza Brinell 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 Brinell più elevata nella zona influenzata termicamente dalla saldatura.

## **7.1.3 Rivestimenti interni ed esterni per i tubi**

### Generalità

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).

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

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.

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.

L'uniformità del rivestimento deve essere controllata mediante esame visivo.

La massa media di zinco per unità di superficie non deve essere minore di 130 g/m<sup>2</sup>, con un minimo locale di 110 g/m<sup>2</sup>, misurandola secondo quanto specificato dalla Norma.

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.

L'uniformità dello strato di finitura deve essere controllata mediante esame visivo.

Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere minore di 70 µm e lo spessore minimo locale non deve essere minore di 50 µm, misurandoli secondo quanto specificato dalla Norma.

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.

L'uniformità dello strato di finitura deve essere controllata mediante esame visivo.

Lo spessore medio dello strato di finitura non deve essere minore di 70 µm e lo spessore minimo locale non deve essere minore di 50 µm, misurandoli secondo quanto specificato dalle norme.

#### Rivestimento interno di malta di cemento alluminoso

##### Generalità

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.

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.

Prima dell'applicazione del rivestimento la superficie metallica deve essere esente da particelle disperse e da olio o grasso.

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 in 4.4.3.2 e 4.4.3.3 della Norma; non deve essere maggiore di 0,38 nel rivestimento fresco immediatamente dopo l'applicazione.

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.

L'acqua utilizzata nella miscelatura della malta deve essere acqua potabile oppure acqua che non abbia effetti dannosi sulle caratteristiche del rivestimento.

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

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

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.

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.

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.

Qualora nei rivestimenti allo stato secco si siano sviluppate delle fessure di ritiro inerenti ai materiali con legante cementizio, la larghezza della fessura ed il corrispondente sviluppo radiale non devono risultare maggiori dei valori indicati nel prospetto 4 della Norma.

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 una tolleranza negativa.  
Nota – Le estremità del tubo possono presentare uno smusso con una lunghezza massima di 20 mm.

#### Rivestimenti per raccordi ed accessori

I raccordi e gli accessori devono essere forniti con un rivestimento esterno ed interno di resina epossidica.

Il materiale di rivestimento deve essere vernice epossidica in polvere.

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.

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.

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.

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

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.

#### **7.1.4 Tenuta idraulica**

##### Requisiti di progetto dei sistemi

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. 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

Condizione esercizio	di	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

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

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.

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.

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.

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

per DN minori o uguali a 300 mm            32 bar

per DN 350-600 mm                            25 bar

per DN maggiori o uguali a 700 mm        32 bar

#### Tenuta idraulica dei giunti

Tutti i giunti devono risultare a tenuta idraulica.

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

#### Requisiti di prestazione

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 al prEN 476.

#### Metodo di prova

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

#### Prove di tipo

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

#### Garanzia della qualità

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

eseguendo prove di tipo relative alle prescrizioni:

e controllando il processo di fabbricazione.

## Art. 8 - Tubazioni ed apparecchiature per acquedotto

Le tubazioni saranno montate da personale specializzato previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili prescritti. Eseguite le giunzioni si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza di acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, sabbia, terra, sassi od impurità di sorta. In qualunque deviazione o curva, anche ad ampio raggio, sarà disposto un efficace ancoraggio della condotta per evitare gli spostamenti; tali lavori dovranno effettuarsi prima della prova di tenuta. Durante la posa in opera dei tubi, dovranno essere rispettate tutte le norme indicate nei disegni per la protezione passiva.

### 8.1 TUBAZIONI IN GHISA

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere prodotte conformemente alla Norma EN 545/2003 in stabilimenti certificati e sempre accompagnate da certificato di prodotto, rilasciato al fabbricante da organismo terzo Europeo di Certificazione accreditato secondo norme EN 45001 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC), e dovranno possedere le caratteristiche meccaniche specificate nelle presenti istruzioni.

I tubi ed i relativi pezzi speciali dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI ISO 2531/88: "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale per condotte in pressione";
- **UNI ISO 4179/87: "TUBI DI GHISA SFEROIDALE PER CONDOTTE CON E SENZA PRESSIONE** - Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata - Prescrizioni generali";
- UNI ISO 8179/86: "Tubi di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di zinco";
- UNI ISO 8180/86: "Condotte di ghisa sferoidale - Manicotto di polietilene";
- UNI 9163/87: "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto";
- UNI 9164/87: "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico a serraggio meccanico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto".

### Fabbricazione

I tubi potranno essere fabbricati con uno dei seguenti procedimenti:

- colaggio del metallo entro conchiglia metallica (rivestita o meno) sottoposta alla centri-fugazione;
- colaggio del metallo entro forma "di sabbia" sottoposta alla centrifugazione.  
(per "sabbia" si intendono tutti i materiali a base di sabbia o minerali impiegati in fonderia, qualunque sia l'agglomerante utilizzato).

### Trattamento termico

Formati i tubi ed estratti dalle conchiglie, essi dovranno essere sottoposti, in apposito forno munito di regolatore della temperatura, ad un trattamento termico di ricottura, scelto a giudizio della Ditta produttrice, tale comunque da conferire ai tubi le caratteristiche meccaniche specificate nelle presenti istruzioni.

### Spessori

Lo spessore dei tubi di produzione normale resta definito in funzione lineare del loro diametro nominale, dalla seguente formula base:

$$s = K (0,5 + 0,001 DN)$$

nella quale:

s = indica lo spessore della parete in mm

DN = indica il diametro nominale in mm

K = é un coefficiente scelto nella serie dei numeri indicati ed al quale, per i tubi, si assegna il valore 9

Per i tubi di piccolo diametro e fino al DN 200 incluso, lo spessore normale è dato dalla formula complementare:

$$s = 5,8 + 0,003 DN$$

Se le condizioni di servizio rendessero necessaria l'adozione di spessori diversi da quelli normali, definiti come sopra specificato, l'aumento o la diminuzione di spessore sarà ottenuta modificando il diametro interno effettivo. Il diametro esterno dei tubi, fissato in funzione del diametro nominale ed indipendente dal loro spessore, resterà

immutato.

### **Lunghezze**

Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale dovranno essere le seguenti:

- per i diametri nominali fino a 600 mm incluso: 6 metri;
- per i diametri nominali oltre i 600 mm: 6 e/o 7 metri;

### **Tipi di giunti**

I tubi saranno di norma muniti dei seguenti tipi di giunti:

- giunti a bicchiere per giunzione in gomma;
- giunti a flangia.

### **Giunti a bicchiere per giunzione in gomma**

I giunti a bicchiere per giunzione in gomma, conformi alla Norma UNI 9163/87, detti anche giunti elastici, debbono consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.

I giunti a bicchiere per giunzioni in gomma possono essere del tipo automatico e del tipo meccanico.

Nel tipo automatico la tenuta è assicurata sia dalla reazione elastica dell'anello di guarnizione in gomma, suscitata dalla deformazione dell'anello stesso all'atto del montaggio, sia dall'aderenza della gomma contro le pareti contigue, generata automaticamente dalla pressione stessa dell'acqua.

La guarnizione dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere e una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma;

A tale riguardo la Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire tutte le prove, a spese dell'appaltatore, sulla resistenza dei tubi allo sfilamento.

Qualora il tipo di giunto proposto dall'appaltatore non fosse idoneo all'uso a cui sono destinati i tubi, l'impresa dovrà proporre un altro tipo di giunto che dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori.

Nei giunti di tipo meccanico, conformi alla Norma UNI 9164/87, la tenuta è assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio viene realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da un premigomma opportunamente sagomato e serrato meccanicamente sul bicchiere mediante bullonatura o mediante avvitatura.

Le guarnizioni per il trasporto di acque potabili saranno conformi a quanto previsto dal D.M n° 174 del 06 aprile 2004, dal D.L. n° 31 del 02 febbraio 2001 ed essere conformi a quanto previsto dal DPR 236 del 1988;

### **Giunti a flangia**

Tale tipo di giunto consiste nell'unione mediante bulloni filettati delle flange poste all'estremità di due elementi da accoppiare.

Il suo impiego resta generalmente limitato all'interno dei manufatti. La tenuta è assicurata dalla forte aderenza della rondella di guarnizione (di piombo o di gomma) contro le pareti contigue, generata dal serraggio dei bulloni.

Per facilitare la perfetta tenuta del giunto le superfici di combaciamento delle flange debbono avere un risalto sporgente ricavato per tornitura, su cui si praticano alcune rigature concentriche. Le flange possono essere ricavate per fusione od unitamente al tubo o separatamente da esso e successivamente avvitate sul tubo stesso.

Le guarnizioni per il trasporto di acque potabili saranno conformi a quanto previsto dal D.M n° 174 del 06 aprile 2004, dal D.L. n° 31 del 02 febbraio 2001 ed essere conformi a quanto previsto dal DPR 236 del 1988;

### **Tolleranze sullo spessore**

Le tolleranze in meno ammesse sullo spessore di parete dei tubi e dei pezzi speciali, espresse in mm, sono definite in funzione lineare del loro diametro nominale dalle seguenti formule:

- per i tubi:  $(1,3 + 0,001 \text{ DN})$ ;
- per i pezzi speciali:  $(2,3 + 0,001 \text{ DN})$ .

Le tolleranze in più sullo spessore sono limitate solamente dalle tolleranze ammesse sul peso.



### **Tolleranze sulla lunghezza**

Le tolleranze ammesse sulla lunghezza normale di fabbricazione dei tubi e dei pezzi speciali, espresse in mm, sono le seguenti:

<b>TIPI DEGLI ELEMENTI</b>	<b>DIAMETRI NOMINALI</b>	<b>TOLLERANZE (mm)</b>
Tubi	Tutti i diametri previsti	+ 30 (*)
Pezzi speciali a due bicchieri, a flangia e bicchiere, a maschio e flangia (bout)	Fino a 450 mm (incluso)	± 20
	Oltre 450 mm	± 30
Tubi e pezzi speciali a flangia	Tutti i diametri previsti	± 10
(*) per i tubi successivamente tagliati la tolleranza é ridotta a ± 20 mm		

Sarà ammessa fino al 10% del numero totale di tubi a bicchiere di ciascun diametro, la fornitura di tubi extra-lunghezza normale di fabbricazione.

Le diminuzioni di lunghezza consentite, in tal caso, sono di m 0,50-1,00-1,50-2,00.

### **Rivestimenti**

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno deve possedere i seguenti requisiti:

- essere continuo e ben aderente;
- asciugare rapidamente e non squamarsi;
- resistere senza alterazioni sensibili sia alle elevate temperature della stagione calda sia alle basse temperature della stagione fredda.

Per tubazioni DN 60-400 mm. con una lega di zinco-alluminio 400 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione ricoperto da una vernice epossidica azzurra secondo la UNI EN 545/2003, in alternativa con uno strato di zinco puro di 200 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione ricoperto da uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resine sintetiche compatibile con lo zinco, secondo la Norma UNI EN 545/2003.

Per tubazioni 450-2000 mm con uno strato di zinco puro di 200 g/m<sup>2</sup> applicato per metallizzazione ricoperto da uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resine sintetiche compatibile con lo zinco, secondo la Norma UNI EN 545/2003

#### Rivestimento interno

Tutti i tubi e i pezzi speciali, di norma, dovranno essere protetti all'interno con rivestimento che possieda i requisiti seguenti:

- essere continuo e ben aderente;
- asciugare rapidamente e non squamarsi;
- non contenere alcun elemento solubile nell'acqua da convogliare, né alcun costituente capace di modificare i caratteri organolettici dell'acqua ed alterarne la potabilità.

Il rivestimento protettivo all'interno dei tubi sarà del tipo cementizio applicato per centrifugazione; all'interno dei pezzi speciali potrà essere del tipo bituminoso.

Il rivestimento cementizio deve essere eseguito con malta cementizia d'altoforno, applicata per centrifugazione secondo le norme ISO 4179-87 ed UNI EN 545/2003, idonea a venire a contatto con liquidi alimentari ed essere conforme alle caratteristiche previste dal D.M n° 174 del 06 aprile 2004, dal D.L. n° 31 del 02 febbraio 2001 ed essere conformi a quanto previsto dal DPR 236 del 1988.

L'indurimento della malta deve essere fatto in condizioni controllate in un deposito riscaldato con atmosfera satura di vapore acqueo, al fine di eliminare il rischio di fessurazioni o disgregazioni.

### **Prova di tenuta**

La prova di tenuta dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione mediante prova di pressione interna, su tutti i tubi e pezzi speciali non rivestiti.

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla UNI EN 545/2003,

paragrafo 6.5.2, prospetto 14.

Qualora i controlli e le prove di accettazione fossero effettuate in periodo successivo a quello di fabbricazione, su singole partite già pronte per la consegna, la prova idraulica sarà ripetuta su un quantitativo non maggiore del 10% del numero di elementi costituenti le singole partite; qualora però le prove non diano esito positivo, la percentuale sarà aumentata a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

***Prova dei tubi***

La prova di tenuta dei tubi sarà effettuata con l'acqua alle seguenti pressioni:

- per DN fino a 300 (incluso): 50 atm;
- per DN superiori a 300 e sino a 600 (incluso): 40 atm;
- per DN superiori a 600 e fino a 1.000 (incluso): 30 atm.

## **Art. 9 - Prove di tenuta dei condotti**

### **9.1 CONDOTTI DI FOGNATURA**

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.

Tale prova é a completo carico dell'appaltatore.

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**

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.

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.

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.

### **9.2 PROVE A PRESSIONE DI TUBAZIONI IN OPERA PER ACQUEDOTTO E FOGNATURA**

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.

In casi particolari o su richiesta dell'impresa o su ordine della Direzione Lavori si eseguiranno le prove con le tubazioni completamente interrate.

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 rinterro delle tubazioni prima di effettuare le prove a pressione.

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.

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.

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.

Terminate le prove l'appaltatore dovrà esibire il certificato di potabilità rilasciato dall'Autorità Sanitaria competente.

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.

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.

### ***Tubazioni in acciaio o ghisa***

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.

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.

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.***

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili.

Ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi e dei giunti stessi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti i rubinetti, sfiati, ecc., onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di 1 kg/cm<sup>2</sup> al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio a 20 gradi centigradi.

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.

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.

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

### ***Tubazioni in polietilene***

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.

Le condizioni di prova sono:

a.i. pressione: 1,5 volte la pressione di esercizio del tubo

a.ii. durata: 12 ore.

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.

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.

La variazione di pressione per ogni 10 gradi centigradi si dovrà valutare il massimo fra 0,5 e 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Nella redazione del bollettino di prova si dovrà riportare:

a.iii. temperatura di inizio prova ed eventuali variazioni di temperatura;

a.iv. pressioni di prova;

a.v. volume di acqua aggiunto nel corso della prova ed intervalli di pompaggio;

a.vi. durata della prova ed osservazioni.

#### b) Prova principale

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/cm<sup>2</sup>/ora.

## **Art. 10 - Prove di tenuta dei manufatti**

Per le prove di tenuta idraulica delle vasche e dei serbatoi si provvederà al riempimento fino al massimo carico idraulico accidentale con acqua pulita che dovrà essere mantenuta a livello costante per tre giorni, quindi si procederà all'ispezione visiva delle pareti ed alla misurazione dell'assorbimento.

La prova sarà ritenuta valida se all'ispezione non venga notato alcun trafilamento di liquido e calcolato l'assorbimento risulti inferiore nel tempo di 24 ore, ad un volume pari a 10 litri/metro quadro di superficie di calcestruzzo bagnato qualunque sia l'area libera soggetta ad evaporazione.

Per tutte le spese per le prove e per gli eventuali interventi di miglioria per rientrare nei limiti di accettazione saranno a carico dell'Appaltatore e ciò fino ad accettazione definitiva.

## **Art. 11 - Verifiche di fognature**

La verifica delle fognature e altre condotte di nuova costruzione verrà eseguita con il sistema dell'ispezione televisiva dall'interno. Le tratte da ispezionare saranno quelle ordinate dalla D.L. anche fino al raggiungimento del 100% dell'estesa eseguita.

Detta ispezione avverrà per mezzo di attrezzature particolari in grado di rilevare a mezzo di telecamera semovente lo stato della fognatura con tutte le prescrizioni segnate nel presente Capitolato.

Detta verifica si affiancherà e completerà la prova di tenuta idraulica e sarà onere di Impresa già compensato nei prezzi di esecuzione delle opere.

## **Art. 12 - Ispezione televisiva**

Nei tratti indicati dall'Amministrazione le condotte eseguite dovranno essere ispezionate con apposite apparecchiature televisive.

L'ispezione dovrà documentare: lo stato di pulizia all'interno delle condotte, le anomalie riscontrabili (rottture, perdite dai giunti, anelli di giunzione staccati, salti di fondo, immissioni laterali, presenza di radici, ecc.) la posa e l'accoppiamento delle tubazioni, lo stato dei giunti e degli anelli di guarnizione, lo stato degli innesti al fine di verificare la tenuta delle giunzioni, la pendenza di fondo e la presenza di eventuali rottture o intasamenti.

Il risultato di tale ispezione dovrà essere registrato su nastro video-riproducibile o su supporto digitale dove dovrà essere inserita la data, il nome della condotta e tutti quei riferimenti necessari ad una individuazione planimetrica della tratta ispezionata, nonché il diametro della condotta e il numero di riferimento dei pozzetti. Dei tratti caratteristici verranno registrate fotografie a colori in formato standard, le stesse verranno allegate alla relazione tecnica descrittiva che dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori corredata del nastro o supporto digitale di cui sopra, tutto in duplice copia.

I video e le fotografie dirette dovranno essere effettuati con attenzione alle seguenti specifiche:

- fotografie dirette devono essere prese per:
  2. difetti puntuali come connessioni o giunti difettosi, posizionamenti, fessurazioni, fratture, mattoni mancanti o non ben posizionati, deformazioni, collassi strutturali, cedimenti di fondo, mancanza di malta, tubazioni rotte;
  3. difetti continui: a partire dall'inizio del difetto ogni 5 m. La sequenza delle foto dovrà essere convenientemente inferiore a 5 m nel caso di ulteriori difetti incontrati;
- la macchina fotografica ed il sistema di illuminazione devono essere in grado di fornire un risultato chiaro, a fuoco ed accurato delle condizioni interne della condotta e dei giunti tra i vari elementi;
- la regolazione fuoco-diaframma dovrà garantire una profondità di campo dai punti più prossimi ad infinito;
- l'illuminazione dovrà consentire le operazioni in tutte le condotte fornendo una profondità di campo adeguata alle dimensioni della tubazione indagata;
- il nastro o il supporto magnetico dovrà garantire un'ottima qualità di immagine con profondità di campo da 15 cm a infinito;
- l'illuminazione dovrà essere uniforme attorno alle condotte senza perdite di contrasto o ombre;
- la telecamera di ripresa dovrà procedere a velocità non superiore a 0.20 m/s;
- le fotografie e le riprese video saranno fornite a colori;

- le fotografie dovranno chiaramente riportare sul retro la posizione di scatto (almeno il numero del pozzetto iniziale e finale del tratto considerato), la direzione lungo la quale avviene l'ispezione, le caratteristiche geometriche del tratto, la data;
- tutte le fotografie relative ad un collettore saranno archiviate in apposito contenitore in sequenza da valle verso monte. La presenza di ogni pozzetto sarà specificata dall'inserzione di un cartellino di divisione;
- le fotografie così archiviate dovranno essere accompagnate dai relativi nastri video riproducibili.

A lavoro concluso dovrà essere fornita in duplice copia, la seguente documentazione:

- relazione tecnico descrittiva;
- raccolta di videocassette o dischetti;
- raccolta di fotografie;
- planimetria schematica nella quale verranno individuati:
  4. caratteristiche delle condotte (dimensioni, materiale);
  5. posizione e dimensioni delle camerette d'ispezione;
  6. posizione e dimensioni degli allacciamenti;
  7. punti singolari (anelli di giunzione staccati, tratti dissestati, rotture ecc.)

### **Art. 13 - Lavaggio e disinfezione delle condotte per acquedotto**

Ad avvenuta ultimazione di tronchi funzionali dell'acquedotto si farà luogo al lavaggio ed alla disinfezione delle tubazioni.

Si procederà ad un energico lavaggio preventivo con scarico libero alle estremità delle condotte: in punti intermedi successivamente verrà introdotto ipoclorito sodico, in congrua soluzione, nella condotta medesima che resterà piena senza prelievo alcuno d'acqua per la durata minima di 24 ore.

Si passerà infine ad un ulteriore accurato lavaggio con acqua e scarichi aperti. Dopo tale procedimento la condotta potrà essere messa in esercizio, salvo le eventuali ulteriori disposizioni da parte della Direzione Lavori, nonché il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimica e batteriologica, presso gli istituti previsti dalla Legge, per l'accertamento della potabilità dell'acqua stessa. Le spese per l'acqua di lavaggio, per la disinfezione e per le analisi saranno a carico dell'Impresa.

### **Art. 14 - Pezzi speciali per condotte di acquedotto**

Qualora si rendesse necessaria la sagomatura od il taglio delle tubazioni per creare curve, Te ed in generale pezzi speciali, si dovranno eseguire tagli e saldature in modo che la superficie interna delle tubazioni non presenti rugosità prodotte dai processi di lavorazione e la sezione dovrà apparire circolare a vista e cioè senza tracce di schiacciamento. Ciò anche al fine di non aumentare le perdite di carico specialmente nelle curve, per le quali in particolare si dovrà procedere all'esecuzione di una serie di tagli secondo le sezioni normali dell'asse del tubo, all'incurvamento dello stesso ed alla successiva saldatura.

Ad operazione eseguita le curve dovranno apparire continue e di raggio non inferiore a 5 volte il diametro del tubo.

Al fine di garantire una buona conservazione del tubo si dovrà effettuare un nuovo rivestimento interno come quello delle condotte, esternamente le condotte saranno rivestite con manicotti termoretraibili.

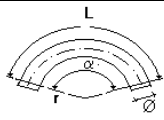
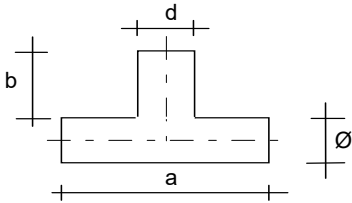
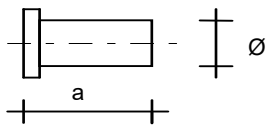
Infine si dovrà ripristinare il rivestimento esterno in modo accurato ed a regola d'arte.

Le estremità lisce dei pezzi speciali dovranno avere le dimensioni esterne uguali a quelle delle corrispondenti testate dei tubi, per l'applicazione dei giunti a manicotto o Gibault secondo le prescrizioni, caso per caso, della Direzione Lavori.

Tutti i pezzi speciali dovranno avere un foro filettato da 1/2" con tappo per poter eventualmente inserire anche a distanza d'anni un manometro o altro apparecchio.

Nelle condotte in acciaio i pezzi speciali saranno di norma collegati con flange alle tubazioni, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori

In definitiva i pezzi speciali dovranno essere eseguiti rispettando le dimensioni fissate nella seguente tabella.

DENOMINAZIONE	SIMBOLO	DIMENSIONI IN mm
CURVE		$R = 5 \varnothing$ $L = \left( \frac{\alpha}{360} \times 2 \pi r \right)$
TE		$A = \varnothing + 400$ $b = \frac{d + 400}{2}$
BOUT		$a = \varnothing + 100$

### Art. 15 - Apparecchiature idrauliche

Nei punti che saranno indicati dalla Direzione Lavori, durante l'esecuzione delle opere, verranno collocate saracinesche di arresto.

Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte fra due rami di opposta pendenza, ovvero all'estremità di una condotta isolata, quando questa è in continua discesa.

Le saracinesche in genere saranno di regola, salvo diversa disposizione della Direzione Lavori, collocate entro pozzetti o camere in muratura ed ancorate ad apposito basamento di muratura o di conglomerato cementizio contrastante la spinta trasversale all'asse della condotta che si verifica durante lo scarico.

Le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro delle tubazioni sulle quali sono inserite, mentre quelle di scarico avranno i diametri conformi ai disegni di progetto.

Le saracinesche saranno collegate alle tubazioni con raccordi metallici a flangia, la quale sarà unita alla saracinesca con interposizione di una guarnizione dello spessore minimo di 3 mm. Per le saracinesche da collocarsi in pozzetti od in camere di manovra valgono le indicazioni dei disegni di progetto; per quelle invece da installarsi nel sottosuolo dovrà essere curato in modo speciale che il piede della saracinesca appoggi solidamente su un blocchetto di calcestruzzo, l'asta di manovra sia di appropriata lunghezza, il chiusino stradale poggi rigidamente su una piastra di calcestruzzo con foro di passaggio centrale per il tubo protettore, così da evitare che si affondi sotto l'azione dei carichi.

Sulle saracinesche, pezzi speciali di collegamento ed accessori, a posa ultimata sarà data una mano di catrame liquido. Con le saracinesche sarà fornito un conveniente numero di chiavi di manovra. La posizione degli sfiati sarà quella risultante dai profili di posa esecutivi approvati dalla Direzione Lavori e saranno posti in opera in appositi pozzetti, oppure a seconda delle necessità in cassette di acciaio zincato o inox AISI 316, munite di apertura a tenuta stagna.

Essi saranno collegati all'estradosso delle tubazioni con tubi di acciaio zincato e collare d'attacco o giunti a presa precostituita, o apposito Te di derivazione a seconda dei diametri e delle prescrizioni della Direzione Lavori. Dovranno risultare a quote convenienti entro il pozzetto in modo da poter facilmente ispezionare e manovrare la valvola ed il rubinetto d'intercettazione.

Tra la condotta di linea e lo sfiato dovrà essere inserita una saracinesca d'intercettazione.

### Art. 16- Attraversamenti

Gli attraversamenti subalvei saranno costruiti con tubazioni in acciaio, protetti da tubo in acciaio di doppia area, disposti secondo il profilo stabilito dalla Direzione Lavori sulla base di quello presentato dall'impresa e secondo i

tipi di progetto.

La trincea da ricavare nell'alveo dei corsi d'acqua per alloggiarvi la condotta dovrà essere aperta con l'impiego di attrezzi adatti alla profondità da raggiungere ed offrire un piano di appoggio continuo tale da evitare alla condotta stessa (varata in un unico pezzo) qualsiasi sollecitazione, che potrebbe compromettere l'integrità della sua struttura.

Le prove a pressione dell'attraversamento saranno fatte prima del varo, prima del reinterro ed a opera ultimata. Il varo della tubazione subalvea sarà fatto con particolare attrezzatura e con i dovuti accorgimenti per evitare che durante la sua sospensione e durante il varo stesso fino alla posizione definitiva, il tubo possa inflettersi, deformarsi, strappare i giunti e piegarsi per effetto del peso proprio o di eventuali reazioni dell'acqua o del terreno.

Il rinterro sarà fatto con ghiaia mista allo scopo di non investire la tubazione con materiale atto a causare sollecitazioni alla stessa. Ogni attraversamento subalveo sarà completato con i blocchi di ammaraggio e con branche metalliche opportunamente sagomate verso terra fino agli appositi raccordi con la tubazione. Spetta all'impresa di ottenere a sue spese tutte le autorizzazioni per impiantare e condurre i cantieri necessari all'attuazione delle opere. Sono pure a carico dell'assuntore dei lavori gli oneri per mantenere il deflusso delle acque e della navigabilità, nonché tutti gli imprevisti che possono verificarsi durante i lavori per piene di corsi d'acqua, per frane, instabilità delle trincee, per onerosità maggiori o diverse da quelle progettate. Gli attraversamenti di corsi d'acqua su manufatti esistenti si effettueranno con tubazioni metalliche in acciaio, termicamente protette con rivestimenti in coppelle di poliuretano spessore 50 mm e lamierino e tubo protettivo conformemente al progetto seguendo le disposizioni della Direzione Lavori; spetta all'impresa di ottenere a sue spese dagli Enti competenti, l'autorizzazione per l'esecuzione del lavoro e di attenersi alle prescrizioni degli stessi affinché siano rispettate le condizioni statiche dei manufatti.

Il raccordo fra le opposte condotte e l'attraversamento dovrà essere disposto in modo da assorbire gli eventuali cedimenti delle prime in confronto alla rigidità che viene ad assumere il secondo. Gli attraversamenti aerei di corsi d'acqua saranno effettuati con tubazioni in acciaio sostenute da travate e tralicci reticolari chiuse a scatola con lamiera di protezione in acciaio zincato con parte superiore apribile; ai tralicci sarà applicata una speciale zincatura a freddo, mentre le rimanenti parti metalliche verranno colorate con vernice brillante bituminosa ad alluminio, previa antiruggine, sia esternamente che internamente. La tubazione verrà ancorata alla struttura portante con apposite graffe in posizione e numero adeguato per garantire l'assoluta indeformabilità del tubo stesso.

La protezione termica di tali condotte sarà realizzata con materiale isolante posto alla rinfusa entro il cassonetto protettivo e con apposite coppelle di materiale coibente.

Si fa presente inoltre che le prove a pressione per gli attraversamenti dovranno essere eseguite anche su richiesta degli Enti che concedono la concessione all'attraversamento stesso.

## **Art. 17 - Pozzetti per apparecchiature**

I pozzetti di calcestruzzo, per l'alloggio delle apparecchiature in genere saranno costruiti in numero e posizione, che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte, anche su condotte esistenti, nei punti indicati su ordine della Direzione Lavori: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi di contratto e nei disegni. La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni; il calcestruzzo della platea e delle pareti avrà resistenza caratteristica  $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$ , quello della soletta di copertura  $R_{ck} = 300$ . La soletta sarà armata con ferro tondo omogeneo del diametro 10-12 mm ad armatura incrociata calcolata a piastra, in appoggio perimetrale, con il sovraccarico determinato dal passaggio di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando, fra quelli possibili, il caso più sfavorevole. In particolare, nella sagomatura dei ferri e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo a chiave, con piastrone e cornice in ghisa, portante superiormente a vista le scritte dell'acquedotto. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano stradale, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio minima conforme ai disegni di progetto e dovrà consentire in ogni caso l'estrazione dell'organo di manovra contenuto nel pozzetto stesso (saracinesca, ecc.) e dovrà pure resistere ai sovraccarichi citati. La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di almeno 20 cm di pietrisco ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza utile indicata. Sulla stessa soletta dovranno essere annegati, a filo strada o campagna, i chiusini di ghisa per le manovre



dall'esterno delle saracinesche con apposita chiave a croce.

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

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

## **Art. 18 - Demolizioni**

### ***MURATURE E FABBRICATI***

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligatoria, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

### ***DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO***

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale,

avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

## **Art. 19 - Murature**

### ***INTONACI ED APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO***

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

#### ***Intonaci eseguiti a mano***

Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato in una volta sola.

#### ***Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)***

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di kg 500 di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80÷90 cm dalla medesima.

La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30÷40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

## **APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

## **Art. 20 - Calcestruzzi**

### **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA UTILIZZARSI PER LA PRODUZIONE DEL CALCESTRUZZO**

#### **Cementi**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

#### **Controlli sul cemento**

##### Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto precedente.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestati di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

##### Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

##### Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5. La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

##### Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni

legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di K
CEM I	32.5 N, R	0,2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N,R	0,4
CEM IIA	32.5 N, R 42.5 N,R	0,2
CEM IIIA	32.5 N, R 42.5 N,R	0,2
CEM IVA	22.5 N, R 42.5 N,R	0,2
CEM VA	32.5 N, R	0,2
	42.5 N, R	

#### Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 2.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

fumo di silice  $\leq 7\%$  rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $\leq 0,45$   $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $> 0,45$   $k = 2,0$  eccetto  $k = 1,0$  per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento +  $k \cdot$  quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

#### Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2600 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 2.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica sempre maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo posseda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 2.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tab. 3.2 – Percentuali di impiego di aggregati di riciclo (D.M. 14/01/2008)

Origine del materiale di riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo Cls e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Da calcestruzzi > C45/55	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15%

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

#### **Acqua di impasto**

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

#### **Additivi**

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà

verificarne l' idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione.

Tab. 3.3 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	RcK min.	a/c max.	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	30	0,50	X		X	X	X
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	X
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

\*WR/SF: Fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: Additivi riduttori di ritiro, IC inibitori di corrosione.

### Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm \_ Ø \_ 40 mm), rotoli tipo B450C (6 mm \_ Ø \_ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri \_ 16mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm \_ Ø \_ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm \_ Ø \_ 12 mm) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-01-2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

### Requisiti

#### Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente

Tab. 3.4 – Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

Tipo di analisi	CARBONIO <sup>a</sup> %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO <sup>b</sup> %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

a = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.  
B = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

#### Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Tab. 3.5 – Proprietà meccaniche secondo D.M. il 14/01/2008

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\leq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\leq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1,15 \beta$ $\geq 1,35 \beta$
Agt(%)	$\geq 7,5 \beta$
$f_y/f_y, \text{nom}$	$\leq 1,25 \beta$
$\alpha$ valore caratteristico con $p = 0,95$ $\beta$ valore caratteristico con $p = 0,90$	

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive.

Tab. 3.6 – Proprietà aggiuntive

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec. (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D. Lgs. 230/1995 e D.Lgs 241/200
Controllo radiometrico	
*In campo elastico **In campo	

#### Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/01/2008, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

Tab. 3.7 – Diametri del mandrino ammessi per la prove e raddrizzamento

Diametro nominale (d) mm.	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	A4d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5d
$16 < \emptyset \leq 25$	8d
$25 < \emptyset \leq 40$	10d

#### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

#### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

Tab. 3.8 – Prova carico ciclico in relazione al diametro

Diametro nominale (d) mm.	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5d	$\pm 4$
$16 < 25$	10d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15d	$\pm 1,5$

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

#### Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/01/2008.

Tab. 3.9 – Diametri nominali e tolleranze

Diametro nominale mm.	Da 6 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

#### Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/01/2008. Il valore dell'area relativa di nervatura  $f_p$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.3.2.10.5 del D.M. 14/01/2008. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso uno dei Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

Tab. 3.10 – Valori dell'indice  $f_p$  in funzione del diametro

Diametro nominale (d) mm.	$f_p$
$5 \leq \emptyset \leq 6$	$\geq 0,035$
$6 < \emptyset \leq 12$	$\geq 0,040$



Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

mmmm In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell' "Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

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

Controllo di accettazione

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Tab. 3.11 – Valori limite per prove acciaio

Caratteristica	Valore limite	Note
fy minimo	425 N/mm2	(450 – 25) N/mm2

fy massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	≥450x(1,25+0,02) N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≤ 6,0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	1,3 < ft/fy < 1,37	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Tab. 3.11 – Valori limite per prove acciaio

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
≥ 16 mm	4
> 16 mm	7

#### Deposito e conservazione in cantiere

Mmm Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

## **CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLA STATO FRESCO E INDURITO**

### **Le classi di resistenza**

Mmmm Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008 e s.m.i.. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

### **Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati**

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(aagr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura sup.re a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agr} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

Kcv ; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e .2.2);

### **Lavorabilità**

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNIEN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;

La misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo

l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L.:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice)
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

### **Acqua di bleeding**

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

### **Contenuto d'Aria**

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 5.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di Sali disgelanti).

### **Prescrizioni per la durabilità**

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4).;
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- Dmax dell'aggregato;
- copriferro minimo.

### **Tipi di Conglomerato Cementizio**

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (tabella 3.1), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

Tab.4.1 – Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.

(UNI 11404 – prosp. 1)	(UNI 11404 – prosp. 4)
---------------------------	------------------------

Tip o	Campi di impie go	Classi di esposizione ambient ale	Classe resisten za C (X/Y)	Rappor to a/c max	Conten uto minimo di cement o kg/m <sup>3</sup>	Conten uto di aria (sole per classi XF2, XF3 e XF4)	D MA X mm	Classe di consisten za del getto – solo se necessari o	Coprife rro nomina le

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

### **QUALIFICA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

**Il caso 1)** si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/01/2008 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

**Il caso 2)** è trattato dal D.M. 14/01/2008 al punto 11.2.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;

calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;

calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolare l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

### **POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO**

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (vedi tabella).

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 -30
S2	20 - 25

S3	15-20
S4	10 – 15
S5	5 – 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita di compattazione (salvo indicazioni specifiche della Direzione Lavori)

Tabella – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

### **Tolleranze Esecutive**

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

posizionamento rispetto alle coordinate di progetto:	$S = \pm 3.0\text{cm}$
dimensioni in pianta :	$S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
dimensioni in altezza (superiore)	$S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
quota altimetrica estradosso	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

posizionamento rispetto alle coordinate agli allineamenti di progetto:	$S = \pm 2.0\text{ cm}$
dimensione in pianta (anche per pila piena):	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
spessore muri, pareti, pile cave o spalle:	$S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
quota altimetrica sommità:	$S = \pm 1.5\text{ cm}$
verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$	$S = \pm 2.0\text{ cm}$
verticalità per $H > 600\text{ cm}$	$S = \pm H/12$

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

spessore:	$S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
quota altimetrica estradosso:	$S = \pm 1.0\text{ cm}$

Vani, cassette, inserterie:

posizionamento e dimensione vani e cassette:	$S = \pm 1.5\text{ cm}$
posizionamenti inserti (piastre boccole):	$S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

### **Casseforme**

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

### Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

### Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite 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 prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

### Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

### Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno 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, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

### **Getti a faccia vista**

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla DD.LL., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.



## **STAGIONATURA**

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

## **CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie. Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

### **CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE**

#### **Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

#### **Zona di prelievo**

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

## **Art. 21 - Pavimentazioni**

### **GENERALITÀ**

In linea generale, salvo diversa disposizione della D.L., la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la D.L., in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la D.L., in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della D.L. circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4,50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

## **STRATI DI FONDAZIONE**

### **Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

### **Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi**

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Passante % totale in peso</b>
Crivello 71	100
Crivello 40	75 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%; equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) di cui al successivo comma.

- e) indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 – 35;

f) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

#### **Modalità esecutive**

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i \cdot P_c \cdot (100 - x)}{100 \cdot P_c - x \cdot d_i}$$

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;  
x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

### **Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

E' ammessa la miscelazione degli aggregati lapidei impastati direttamente in cantiere con apposite attrezzature (autobetoniere) per l'esecuzione del misto cementato di riempimento degli scavi lungo le strade provinciali.

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- A) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- B) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Passante % totale in peso</b>
crivello 40	100
crivello 30	80 - 100
crivello 25	72 - 90
crivello 15	53 - 70
crivello 10	40 - 55
crivello 5	28 - 40
setaccio 2	18 - 30
setaccio 0,4	8 - 18
setaccio 0,18	6 - 14
setaccio 0,075	5 - 10

C) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;

D) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30 - 60;

E) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

#### Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti. E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

#### Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

#### **Studio della miscela in laboratorio**

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

## **Modalità esecutive**

### Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

### **Posa in opera**

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.



### **Protezione superficiale**

Appena completati il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

### **Requisiti di accettazione**

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n°5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso. Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

### **STRATO DI BASE**

#### **Generalità**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

#### **Inerti.**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

### **Legante.**

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

TABELLA "BITUMI DI BASE"	BITUME "A"	BITUME "B"	
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 85	85 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	£ 70	£ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	£ +8 / £ 281	£ + 10 / £ 283

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

indice di penetrazione =  $20 u - 500 v / u + 50 v$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

### **Miscela**

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Passante % totale in peso</b>
Crivello 40	100
Crivello 30	80 , 100
Crivello 25	70 , 95
Crivello 15	45 , 70
Crivello 10	35 , 60
Crivello 5	25 , 50
Setaccio 2	20 , 40
Setaccio 0,4	6 , 20
Setaccio 0,18	4 , 14
Setaccio 0,075	4 , 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

### **Formazione e confezione delle miscele.**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

### ***Posa in opera delle miscele.***

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

### **Generalità**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

### **Inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

### **- Per strati di collegamento (BINDER):**

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

### **- Per strati di usura:**

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953, ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 , 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 , 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

#### **Legante**

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto 1.2.1.2 della presente Sezione.

#### **Miscela**

- 1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Passante % totale in peso</b>
Crivello 25	100
Crivello 15	65 , 100
Crivello 10	50 , 80
<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Passante % totale in peso</b>
Crivello 5	30 , 60
Setaccio 2	20 , 45
Setaccio 0,4	7 , 25
Setaccio 0,18	5 , 15
Setaccio 0,075	4 , 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973).
  - Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 , 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.
- 2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	--
Crivello 15	90 – 100	100
Crivello 10	70 – 90	70 – 90
Crivello 5	40 – 55	40 – 60
Setaccio 2	25 – 38	25 – 38
Setaccio 0,4	11 – 20	11 – 20
Setaccio 0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio 0,075	6 – 10	6 – 10

Il legante bituminosotipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (ad esempio quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10% ± 2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### **Controllo dei requisiti di accettazione.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **Formazione e confezione degli impasti**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

#### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da kg 0,3 a kg 0,6 per ogni 100 kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (D %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."



## **TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

### **Generalità**

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

### **Trattamento con emulsione a freddo.**

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi kg 2 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di kg 1 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

### **Trattamento con bitume a caldo**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 kg/m<sup>2</sup> di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m<sup>3</sup> 1,20 per 100 m<sup>2</sup>, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

### ***Trattamento a caldo con bitume liquido.***

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 , 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l' 80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957 .

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 kg/m<sup>2</sup> previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

#### **SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

#### **FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

## **CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE**

### **Generalità**

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti; la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, irrettamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

### **Inerti**

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

### **Legante**

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

### **Miscela**

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$Pn = (P1n \pm 0,2)$$

dove P1n è:

$$P1n = Pt - (Pv \times Pr)$$

in cui:



da N.s.

### ***Formazione e confezione delle miscele.***

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C , 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

### ***Posa in opera delle miscele.***

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

### ***PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA***

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

### ***Materiali***

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 - 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

### ***Posa in opera***

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connesure, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

### ***Sigillature dei giunti***

Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione. Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica scopatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità.

Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti, colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri adatti attrezzi, il bitume caldo, avente penetrazione 30 , 40.

## **SPECIFICA DI CONTROLLO**

### ***Disposizioni generali***

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

## **STRATI DI FONDAZIONE**

### ***Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato***

#### ***Prove di laboratorio***

Accertamenti preventivi:

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

- α) granulometria compresa del fuso riportato al punto 1.1.1.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- β) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- χ) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- δ) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- ε) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

ϕ) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm$  2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

γ) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1979).

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35.

#### Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio riportate al punto 2.1.1.1.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

#### Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0,15 – 0,25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

### **Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

#### Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

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

#### Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) granulometria compresa nel fuso riportato al punto 1.1.2.1.1 ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971);
- b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso; equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30- 60;



d) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

#### Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### Acqua

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

#### Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio, riportate nel punto 2.1.2.1.1.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

#### Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

1. Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
2. Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0,15 – 0,25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.
3. Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

### **STRATO DI BASE**

#### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

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

#### Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.2.1.1.
- b) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
- c) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) superiore a 50;
- d) granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti:
  - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 100%
  - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 90%

#### Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.2.1.2 del presente Capitolato.

#### Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità andranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991; La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

#### Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

#### Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 -1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

#### Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

### **STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

#### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

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

#### Inerti

##### **Per strati di collegamento (BINDER):**

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, con perdita in peso inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

##### **Per strati di usura:**

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, con perdita in peso inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953, ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 , 5 mm necessario per

la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 , 8% di bitume ad alta percentuale di asfaltini con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

#### Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 , 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

#### Studio della miscela in laboratorio

L' Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

##### 1) Strato di collegamento (binder):

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 , 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

##### 2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.  
Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo indicato dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.5 del presente Capitolato.

#### Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.6 del presente Capitolato.

### **CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE**

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

## **Art. 22 - Profilati e le lamiere per parapetti, grigliati, tubi e strutture**

Quando richiesto dalla specifica voce di elenco prezzi, dovranno essere in acciaio inossidabile conforme alla classificazione AISI indicata in E.P o sugli elaborati progettuali o, eventualmente, dalla Direzione Lavori. Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme: UNI 3666/65, 4008/66, 4009/66, 4261/66, 4262/66, 4263/65, 4530/73, 5687/73, 5890/66, 5891/66, 6375/68, 6376/68.

Ad ogni modo per tutti i materiali ferrosi l'impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.

Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e il materiale presenti evidenti difetti, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio potrà rifiutare in tutto o in parte la partita fornita.

## **Art. 23 - Sottoservizi**

L'impresa effettuerà, prima dell'inizio dei lavori, la ricerca, la localizzazione planimetrica ed altimetrica e la salvaguardia da ogni rottura degli eventuali sottoservizi esistenti: cavi Telecom, Genio Militare, Nato, Sirti, Enel, condotte fognarie, idriche, metanodotto, ecc.

## **Art. 24 - Opere in ferro**

Per tutti i lavori od opere in ferro od altro metallo, infissi compresi, dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme di cui al relativo articolo del capitolo i del presente capitolato speciale.

Nel caso di opere o strutture portanti l'impresa dovrà eseguire e sottoporre alla approvazione degli organi tecnici dell'Amministrazione i calcoli di resistenza e lo sviluppo completo del progetto di tali opere o strutture firmate da un Ingegnere di sua fiducia assumendo con ciò la responsabilità piena ed incondizionata del progetto stesso e della sua esecuzione, senza che tale responsabilità possa mai venire meno a seguito dell'esame e della approvazione degli organi tecnici della Amministrazione.

L'impresa, per forniture di una certa importanza, dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvvigionati giungessero all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza. Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove, che sono a completo carico dell'Impresa, nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche senza che l'impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina.

L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anche esse in officina, il tutto a spese dell'impresa stessa.

Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

Il ferro e gli altri metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatore.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite (ringhiere, cancellate, infissi, ecc.); saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma se in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassata alla mola.

Fanno carico all'Impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente, ed inoltre gli scalpellamenti, la muratura di tasselli e grappe e di tutte le ferramenta accessorie a mura quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, ecc.; la rincocciatura, la ripresa dell'intonaco, la stuccatura e quanto altro occorre per dare l'opera pronta per l'opera del pittore.

La posa in opera suddetta è, di regola, compresa e compensata con i prezzi previsti in elenco per le opere in ferro od altro metallo.

## **Art. 25 - Segnaletica stradale**

### ***DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI***

#### ***Generalità***

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le linee continue e intermitteni, nonché tutti i simboli (frecce, scritte, zebra ecc.) da eseguire sull'intero nastro stradale, in corrispondenza degli allacciamenti, bivi e innesti.

Essa va inoltre uniformata ai tipi e alle disposizioni indicate nel "Nuovo Codice della Strada", decreto legislativo 30/04/1992, n. 285, nel "regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" D.P.R. 16/12/92 n. 495 e normativa seguente.

Le linee bianche o gialle continue o discontinue, avranno un modulo tra vuoto o pieno da stabilirsi di volta in volta dalla Direzione Lavori di segnaletica orizzontale.

La striscia e le scritte dovranno risultare a campo omogeneo e di uniforme luminosità, per la durata di mesi 9 (nove) dalla data del Verbale di Ultimazione dei Lavori.

### **Qualità, prove e controlli del materiale**

Le vernici rifrangenti debbono essere del tipo con perline di vetro premiscelate e debbono essere costituite da pigmento di biossido di zinco per la vernice bianca e cromato di piombo per la vernice gialla. Il liquido portante deve essere del tipo oleoresinoso, con parte resinosa sintetica.

I solventi e gli essiccanti debbono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio. Le perline rifrangenti dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e, per almeno il 90% del totale, dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali o saldati insieme.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni kg di vernice premiscelata dovrà essere compresa tra il 30% ed il 40% e le sfere dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio ASTM % in peso

passanti al setaccio n. 70 = 100%

n 140 = 15—55%

n.230 = 0—10%

Il contenuto di biossido di zinco per vernice bianca non dovrà essere inferiore al 12% in peso e quello del cromato di piombo per vernice gialla non inferiore al 10% in peso.

Il potere coprente della vernice deve essere quello indicato nella descrizione dei prezzi unitari.

La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione, deve avere resistenza all'usura sia del traffico che degli agenti atmosferici, e deve presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

La Società appaltatrice si riserva il diritto di prelevare senza preavviso dei campioni di vernice all'atto della sua applicazione e di sottoporre tali campioni ad analisi e prove che ritenga opportuno effettuare a suo insindacabile giudizio; le spese relative saranno a carico dell'impresa Esecutrice.

### **Caratteristiche tecniche ed organizzative per l'esecuzione della segnaletica orizzontale**

L'impresa si uniformerà a sue spese e sotto la propria responsabilità a tutte le disposizioni che verranno impartite per assicurare la viabilità stradale. In particolare i lavori potranno essere eseguiti in qualunque periodo di tempo e l'impresa appaltatrice sarà unica responsabile del risultato, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche e dallo stato di manutenzione del piano viabile stradale all'atto dell'esecuzione del lavoro.

L'impresa appaltatrice dovrà mettere a disposizione per l'esecuzione della segnaletica non meno di due squadre operative completamente attrezzate autonomamente per l'esecuzione dei lavori ed ogni squadra dovrà disporre di personale operativo in quantità non inferiore a tre unità.

La segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita di norma a mezzo di macchine traccia-linee con compressori a spruzzo appositamente attrezzati.

È consentito l'uso di macchine traccia-linee semoventi automatiche con manovratore a bordo, solo se preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

La quantità di vernice da impiegare per unità di superficie dovrà essere quella occorrente affinché la segnaletica, a giudizio insindacabile della stazione appaltante, sia perfettamente visibile sia di giorno che di notte, indipendentemente dallo stato di manutenzione del piano viabile stradale (usura, rugosità, deformazioni localizzate, ecc.) e per la durata della garanzia di cui al successivo Art. E.I.4. L'Amministrazione appaltante si riserva di controllare e verificare, a mezzo di proprio personale dipendente, la quantità di Vernice che verrà impiegata.

All'occorrenza l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla pulizia della sede stradale, ove necessario, prima della spruzzatura della vernice; tale onere è comunque compreso nel prezzo unitario offerto.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, si riserva la facoltà di scelta del tipo di vernice da usare, fra quelli che verranno indicati dall'impresa offerente, senza che con ciò la ditta appaltatrice possa accampare diritti di sorta o richiedere maggiori compensi rispetto a quelli pattuiti.

La Direzione Lavori potrà prescrivere l'esecuzione differenziata nel tempo di alcune parti della segnaletica di progetto senza che l'impresa possa sollevare eccezioni di sorta, né pretendere compensi diversi da quelli stabiliti.



### **Manutenzione e garanzia**

La segnaletica eseguita sia in prima che in seconda spruzzatura dovrà essere perfettamente efficiente per un periodo non inferiore a giorni 180 (centottanta) dalla data di esecuzione e ciò indipendentemente dall'epoca in cui la stessa viene eseguita.

Qualora a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, in qualsiasi momento del periodo di garanzia fosse necessario provvedere al rifacimento o ripassatura della segnaletica che si rendesse inefficiente, l'impresa dovrà provvedervi senza diritto ad ulteriori compensi oltre a quelli contenuti nel prezzo unitario contrattuale.

L'impresa dovrà pure provvedere a proprie cure e spese al rifacimento di quella segnaletica che risultasse non conforme alle prescrizioni del vigente Nuovo Codice della Strada ed a tutta la normativa vigente in materia.

in particolare, si richiama quanto disposto nelle circolari del Ministero dei LL.PP. n. 13460 dell'1/9/1964 e n. 9420 del 20/10/1967 e nel D.M. n. 156 del 27/4/90 e successiva normativa in materia.

## **Art.26 Blindaggi degli scavi, palancole metalliche tipo Larssen o similari**

Nei prezzi di elenco relativi alle palancole metalliche sono compresi e compensati:

- la manodopera, macchinari ed attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro;
- il noleggio compreso il trasporto, l'infissione, l'estrazione, sfridi e quant'altro occorre per dare il lavoro completo e funzionante.

Le paratie metalliche con palancole tipo Larssen, i pannelli metallici o con casseri autoaffondanti saranno compensate a mq secondo quanto previsto nelle singole voci di elenco.

### **26.1 ARMATURA CON CASSONE A STRASCICO**

L'armatura a cassa chiusa viene utilizzata per il sostegno delle pareti dello scavo e per l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Il cassone metallico è trascinato, dalla macchina operatrice, dalla posizione di scavo da ritombare alla posizione di scavo da sostenere e salvaguardare. Tale lavorazione sarà compensata a metro quadrato di parete di scavo effettivamente salvaguardata, ma solo per scavi di altezza superiore a m 1,20.

### **26.2 BLINDAGGIO DEGLI SCAVI A CASSA CHIUSA**

Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli. Esse saranno dotate di distanziatori metallici regolabili nel numero e delle dimensioni ricavate da calcolo e quindi variabili a seconda della natura dei terreni e delle profondità di scavo da contrastare e dalla necessità del mantenimento del traffico laterale ai medesimi.

Il blindaggio verrà compensato a metro quadrato di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta.

### **26.3 PALANCOLE METALLICHE TIPO LARSEN**

Per blindaggio s'intende quell'intervento atto a sostenere le pareti degli scavi ed a preservare l'incolumità del personale addetto alle lavorazioni. Esso sarà costituito da travi-guida metalliche a semplice, doppio o triplo binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelli scorrevoli.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con sistemi normalmente in uso o se si rendesse necessario sia per la natura dei terreni e/o per la vicinanza di fabbricati, con l'uso di attrezzature ad alta frequenza che diminuiscano le vibrazioni nei terreni circostanti l'opera in costruzione. I magli dovranno essere di peso non inferiore al peso delle palancole più cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri, prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo permesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, avverrà anche con l'ausilio di pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'Impresa.

#### **26.4 PALANCOLE METALLICHE**

L'infissione delle palancole sarà effettuata con sistemi normalmente in uso o se si rendesse necessario sia per la natura dei terreni e/o per la vicinanza di fabbricati, con l'uso di attrezzature ad alta frequenza che diminuiscano le vibrazioni nei terreni circostanti l'opera in costruzione, i magli dovranno essere di peso non inferiore al peso delle palancole più cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola.

A tale scopo gli incastri, prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo permesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, avverrà anche con l'ausilio di pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'impresa.

Saranno valutate a metro quadrato per una superficie pari alla profondità di scavo aumentata di un metro.

Per quanto concerne lo sviluppo perimetrale ai soli fini contabili si considera quello del manufatto aumentato di 1 metro.

Nel relativo prezzo di elenco si intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferro, ferramenta, ecc. ed ogni sfrido relativo, per ogni spesa per lavorazione, apprestamento e collocamento in opera di longarine e filagne di collegamento, per infissioni di pali, tavoloni o palancole (quali che siano le difficoltà risultanti all'atto pratico per tale lavoro) per rimozioni, perdite, - qualunque ne sia l'entità - guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso. In particolare resta precisato che nessun compenso sarà concesso per danni di qualunque genere - sia al cantiere che ai lavori - derivanti da piogge eccezionali, piene di fiumi, ecc..

Nel prezzo è altresì compensato il costo delle palancole di cui, al termine dei lavori, non sarà possibile effettuare l'estrazione, oltre ad ogni onere per il taglio delle palancole di cui non sarà possibile l'estrazione eseguito ad un'altezza tale da non recare ostacolo alle strutture adiacenti od eventuali passaggi, nonché tutti gli oneri per la rimozione e successiva sistemazione del terreno.

L'Impresa è responsabile dell'effettiva tenuta della parete dello scavo e la lunghezza di infissione delle palancole dovrà essere tale da garantire tale tenuta.

Nel prezzo di elenco si è tenuto conto di tali circostanze e le modalità di contabilizzazione che prevedono la valutazione a metro quadrato per una superficie pari alla profondità di scavo aumentata di un metro valgono solo ai fini contabili essendo inteso che nel prezzo è compresa l'altezza di infissione necessaria per garantire l'effettiva tenuta della parete dello scavo, nonché le sbadacchiature tutte, specie in testa ed al fondo, comprese quelle a perdere.

### **Art.27 Protezione da fenomeni di corrosione**

#### **27.1 NORME GENERALI**

L'Appaltatore dovrà attenersi durante la posa in opera delle condotte a tutte le prescrizioni tecniche di seguito riportate.

Qualora il collaudo secondo le norme previste non risultasse favorevole è fatto obbligo all'Appaltatore, ferma restando ogni altra norma contrattuale relativa a penalità per ritardata consegna, di portare la struttura nelle condizioni richieste per un collaudo favorevole.

## 27.2 PROTEZIONE PASSIVA

Per protezione passiva si intende l'insieme delle opere da attuare in fase di costruzione ed interrimento delle condotte metalliche allo scopo di prevenire su esse fenomeni di corrosione e predisporle nelle migliori condizioni per la successiva realizzazione della protezione catodica.

La protezione passiva prevede in particolare: l'isolamento elettrico trasversale delle condotte dall'ambiente di posa, l'isolamento elettrico longitudinale da ogni opera estranea alle condotte interrate ed infine il sezionamento elettrico longitudinale di queste ultime.

L'isolamento elettrico trasversale delle condotte verrà realizzato attenendosi alle seguenti prescrizioni:

- controllare le varie barre di tubo ed asportare il rivestimento nelle zone in cui esso risulti distaccato dalla superficie metallica;
- ripristinare il rivestimento in tutte le zone della condotta dove esso sia stato asportato o risulti comunque danneggiato;
- rivestire perfettamente tutti i giunti saldati fra tubo e tubo;
- controllare con opportuno detector la perfetta integrità del rivestimento delle condotte prima dell'interramento e ripristinare, o rinforzare, il rivestimento nei punti a bassa resistenza elettrica;
- nei casi di incrocio con altre strutture metalliche interrate rinforzare il rivestimento per almeno un paio di metri a monte ed a valle dell'incrocio stesso ed evitare in ogni caso, con la interposizione sul punto di incrocio di opportuni distanziatori isolanti, che possa successivamente alla posa in opera per fenomeni di assestamento, verificarsi il contatto fra le strutture incrociantisì;
- isolare verso terra tutti i pezzi speciali inseriti lungo le condotte (ad esempio valvole, sfiati d'aria, ecc.) con materiale di tipo adatto e tale da presentare notevole aderenza alle superfici metalliche, elevate caratteristiche meccaniche, alto isolamento elettrico ed infine forte resistenza ad ogni agente aggressivo presente nei terreni;
- curare che nello scavo non vi sia presenza di sassi aguzzi, materiali putrescibili od altri elementi estranei capaci di deteriorare il rivestimento sia durante la posa in trincea, sia durante il successivo assestamento;
- curare che durante la posa in trincea non si verifichi danneggiamento al rivestimento e ripristinarlo in caso di avaria accidentale;
- curare che il terreno di riporto per reinterro sia omogeneo ed esente da sassi aguzzi e che non contenga materiali putrescibili e provvedere ad un sufficiente costipamento di esso.

L'isolamento longitudinale delle condotte interrate verrà realizzato inserendo giunti isolanti in corrispondenza dei punti sotto elencati anche se essi non sono stati specificatamente contrassegnati nella planimetria del progetto esecutivo, dopo segnalazione al Direttore dei Lavori e sua approvazione:

- subito a monte di ogni serbatoio di carico dell'acquedotto;
- subito a valle di ogni pozzo di prelievo d'acqua;
- subito a valle di ogni stazione di pompaggio;
- su ogni adduttrice o derivazione laterale che debba essere comunque esclusa dall'impianto di protezione catodica;
- su ogni derivazione di utenza, nelle reti di distribuzione acqua.

Il rivestimento dei giunti ed il ripristino del rivestimento danneggiato debbono essere eseguiti possibilmente con materiale dello stesso tipo del rivestimento esistente od in alternativa con altro materiale avente caratteristiche non inferiori a quelle del rivestimento base, dopo aver pulito con spazzola metallica la superficie nuda ed averla cosparsa di adatto primer.

Il riscoprimto tra rivestimento di apporto e quello esistente deve essere tale da evitare soluzioni di continuità. Il sezionamento elettrico delle condotte interrate verrà realizzato nei punti indicati nella planimetria del progetto esecutivo o comunque, dopo approvazione del Direttore dei Lavori, anche in quelli corrispondenti alle seguenti posizioni:

- a monte ed a valle di ogni attraversamento ferroviario tenendo conto delle specifiche prescrizioni delle FF.SS.;
- a monte ed a valle di quegli attraversamenti tranviari nei quali i binari risultassero fortemente anodici o catodici rispetto al terreno;

- a monte ed a valle di ogni stazione di ripompaggio;
- a monte ed a valle di attraversamenti fluviali;
- a monte ed a valle di ogni importante organo di manovra capace di mettere a terra la struttura. Salvo diversa prescrizione l'Appaltatore é libero nella scelta del tipo di giunto isolante da impiegare purché risponda alle seguenti caratteristiche:
- essere di tipo prefabbricato e monolitico;
- essere adatto a sostenere, senza che si manifestino variazioni delle sue caratteristiche meccaniche ed elettriche, prove cicliche di collaudo con fondelli saldati alle estremità e per nulla contrastati ad una pressione massima di esercizio aumentata di 10 atm;
- presentare una resistenza in aria non inferiore a 5 MOhm;
- presentare dopo le prove di collaudo idraulico, una tensione di perforazione in aria non inferiore a 2,5 kV;
- presentare una resistenza dopo immersione in acqua e quindi a superficie interna ed esterna bagnate non inferiore ai seguenti valori in funzione dei diametri:
 

✓	fino a diametro 3"	300	kOhm
✓	da 3"1/2 a 10"	250	kOhm
✓	da 19" a 20"	200	kOhm
✓	oltre 20"	150	kOhm
- presentare una resistenza a giunto pieno di acqua in funzione dei diametri non inferiore ai seguenti valori per giunti per acquedotti ed a 1/3 di tali valori per giunti per gasdotti ed oleodotti:
 

✓	fino a diametro 1"	6000	Ohm
✓	da 1"1/4 a 3"	1300	Ohm
✓	da 3"1/2 a 5"	1000	Ohm
✓	da 6" a 10"	500	Ohm
✓	da 12" a 16"	250	Ohm
✓	da 18" a 22"	120	Ohm
✓	oltre i 22"	50	Ohm

Salvo diversa prescrizione tecnica i giunti isolanti dovranno essere interrati come la tubazione, dopo essere stati accuratamente rivestiti con materiale di rivestimento di qualità e caratteristiche meccaniche ed elettriche non diverse da quelle del rivestimento delle tubazioni.

Verranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- su chiusura delle due prese elettriche dei giunti di sezionamento verrà fissato un cavetto elettrico rivestito ed i capi estremi di tali cavetti verranno portati in un chiusino di ghisa di diametro 100;
- la prescrizione di cui sopra verrà anche attuata per giunti di isolamento quando questi vengono posati interrati, ad esclusione di quelli per l'isolamento delle derivazioni d'utenza;
- i giunti per eventuali derivazioni di utenza gas da ripristinare verranno sempre posati all'esterno delle utenze stesse e lungo la colonna montante o subito prima che la derivazione fuoriesca dal terreno;
- nel caso di condotte principali in ghisa il giunto verrà posato subito all'attacco della derivazione alla condotta principale;
- tutta la derivazione d'utenza per la parte interrata e per almeno un metro dal tratto fuori terra dovrà essere rivestita;
- in ogni caso, oltre il rivestimento del giunto, quando esso é interrato occorrerà provvedere a rinforzare il rivestimento della condotta almeno per due metri a monte ed a valle del giunto;

- per i giunti aerei é sufficiente rivestire soltanto il giunto.

### **27.3 COLLAUDO ELETTRICO DELLA PROTEZIONE PASSIVA**

Il collaudo elettrico della protezione passiva verrà effettuato da un collaudatore prescelto dalla Stazione Appaltante ed ove per particolari situazioni elettriche non saranno e spressamente stabilite differenti condizioni, il collaudo stesso consisterà in una prova di protezione catodica, durante la quale e dopo due ore dall'inizio dell'alimentazione, in tutti i punti della struttura si dovranno avere potenziali di protezione, misurati con elettrodo impolarizzabile Cu-Cu SO<sub>4</sub>, non inferiori a - 0,85 V con i seguenti valori massimi di densità di corrente:

- reti di distribuzione 1 mA/m<sup>2</sup>
- adduttrici 0,5 mA/m<sup>2</sup>

### **27.4 PROTEZIONE CATODICA**

Per impianto di protezione catodica sulle condotte metalliche interrato si intende ogni sistema elettrico capace di opporsi ai fenomeni di corrosione (spontanea ed indotta), sia modificando (drenaggio semplice e drenaggio unidirezionale) gli esistenti campi di correnti continue (correnti vaganti) che interessano l'elettrolita (terreno) in cui la condotta é immersa, sia imponendo (drenaggio forzato su dispersore) a detto elettrolita un campo di correnti continue ed in ambedue i casi in maniera tale che lo scambio di corrente fra elettrolita e condotta metallica avvenga sempre per questa e per tutta la sua estensione superficiale in senso catodico.

Qualora il progetto esecutivo non preveda un particolare sistema di protezione catodica Appaltatore dovrà scegliere il sistema più idoneo per una protezione integrale tenendo conto che, ove possibile, sono da preferire i drenaggi diretti ed unidirezionali opportunamente regolati anche se limitatamente a parti dell'intero sviluppo delle condotte.

La realizzazione dell'impianto di protezione catodica potrà essere affidato dall'Appaltatore ad altra ditta specializzata nel campo, su benestare della Direzione Lavori.

### **27.5 COLLAUDO DELLA PROTEZIONE CATODICA**

Il collaudo elettrico della protezione catodica dovrà essere effettuato da un collaudatore prescelto dalla Stazione Appaltante.

Detto collaudo consisterà in misure elettriche di d.d.p. tubo-terra registrate per almeno 24 ore in punti opportunamente prescelti lungo la struttura interrata e sarà dichiarato favorevole se, per tutta la durata delle registrazioni sui predetti punti, si saranno mantenuti potenziali di protezione in valore assoluto non inferiore a 0,9 V.

## **Art.28 Attraversamenti**

### **28.1 NORME GENERALI**

Tutti gli attraversamenti previsti nel presente progetto sono da considerarsi opere specialistiche e pertanto il progettista dovrà curare con particolare attenzione il progetto esecutivo specificando tutti i particolari costruttivi necessari; il progettista dovrà redigere inoltre una apposita relazione illustrando la tecnologia adoperata e specificando le modalità di lavorazione e di sorveglianza dell'avanzamento dei lavori.

In caso di assenza o di incompletezza di tale relazione il progetto esecutivo non verrà approvato dalla stazione appaltante.

Oltre a quanto specificato nei successivi paragrafi durante i lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare giornalmente alla Direzione Lavori un rapporto di avanzamento corredato dei dati significativi del lavoro svolto (avanzamento, materiali adoperati, forze di tiro, materiali asportati ecc.) e completo di segnalazione di eventuali situazioni anomale verificatesi.

Nell'ambito dei controlli che la Direzione Lavori avrà la facoltà di far eseguire a cura e spese dell'Appaltatore sono comprese anche ispezioni televisive delle tratte interessate, al fine di verificare la qualità del lavoro e la pulizia della condotta.

## **28.2 SIFONE IN SUBALVEO**

Gli attraversamenti in subalveo mediante sifone saranno di norma realizzati in presenza di corsi d'acqua di modesta portata.

Vista la modesta entità della portata fluente, si scaverà trasversalmente alla sua sezione una trincea per permettere la posa di un sifone costruito fuori opera che colleghi le due sponde opposte del corso d'acqua; al di sotto dell'alveo di corsi d'acqua il sifone verrà posato ad una profondità tale (1.5 ml minimo di coprimento) da garantire la protezione della condotta dalle erosioni dovute al flusso dell'acqua ed impedire lo scalzamento della condotta.

Tali attraversamenti verranno effettuati con tubazioni di tipologia stabilita in progetto e disposte secondo il profilo in esso indicato.

La trincea da realizzare nell'alveo dei corsi d'acqua per alloggiarvi la condotta dovrà essere eseguita con l'impiego di attrezzatura adatta alla profondità ed offrire spazio sufficiente perché alla condotta stessa, varata in unico pezzo, siano evitate sollecitazioni di appoggio sul fondo, che potrebbero compromettere l'integrità della sua struttura.

Il rinterro sarà eseguito con i materiali indicati nel progetto esecutivo, studiati allo scopo di rivestire la tubazione con materiale incomprimibile atto a non causare sollecitazione sulla stessa.

Il varo della tubazione destinata all'attraversamento in subalveo sarà eseguito con attrezzatura e con dovuti accorgimenti tali da evitare che durante la sua sospensione e durante il varo stesso, sino al posizionamento definitivo, il tubo possa inflettersi, deformarsi, strappare i giunti o piegarsi per effetto del peso proprio o di eventuali reazioni dell'acqua o del terreno.

L'Appaltatore dovrà assicurare costantemente il libero deflusso delle acque, eventualmente con l'ausilio di pompe, per cui nessun tipo di mezzo, opera fissa o provvisoria, se non autorizzata dall'Ente gestore del corso d'acqua, dovrà impedire o ostacolare tale deflusso a meno di non provvedere alla realizzazione di un sistema di by-pass, a carico dell'Appaltatore, dimensionato sulla portata ordinaria del corso d'acqua stesso.

Sono a carico dell'Appaltatore, oltre gli oneri per mantenere il deflusso delle acque e della navigabilità, anche tutti gli imprevisti che possono verificarsi durante i lavori per piene dei corsi d'acqua, per frane, instabilità di trincee, per onerosità maggiori o diverse di quelle previste.

Le difese ed i rivestimenti di sponda dovranno essere conformi al progetto e comunque eseguiti secondo le disposizioni dell'Ente gestore del corso d'acqua.

### **Rivestimenti con pali e roccia**

Per il legname eventualmente impiegato dovrà essere rispettata la norma della buona qualità ed omogeneità del materiale fornito e la messa in opera secondo i disegni di progetto e la buona regola d'arte.

Analogamente per i materiali inerti e lapidei si dovrà attenere alle disposizioni dell'Ente gestore del corso d'acqua ed alla buona regola d'arte.

La posa in opera del materiale lapideo per il rivestimento di sponda dovrà essere effettuata iniziando dal piede della banchina e procedendo verso la sommità.

E' essenziale curare che i blocchi di pezzatura maggiore siano prescelti per essere posti a contatto con il terreno precedentemente rifilato e quelli di minore pezzatura impiegati per la chiusura degli interstizi, in maniera da ottenere l'uniformità della superficie rivestita.

Il pietrame dovrà essere della pezzatura prescritta nel progetto, di struttura omogenea e compatta, non gelivo, pesante e privo di cappellaccio di cava.

Le operazioni dovranno essere eseguite senza arrecare danno alle arginature, rimanendo tassativamente escluso il rotolamento sulle scarpate arginali e spondali non protette da apposite apparecchiature.

Particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza alle altre strutture di riva quali chiaviche, fondazioni dei ponti, ecc., e nei tratti di raccordo con le sezioni verticali esistenti.

In tutti questi casi l'Appaltatore dovrà preventivamente sottoporre alla Direzione Lavori la tipologia e le modalità di esecuzione del lavoro.

La faccia a vista del rivestimento delle scarpate e delle banchine, per le parti delle opere che emergono dalle acque, verrà eseguita in modo che, ad opera compiuta, il paramento appaia quello di un muro secco, risulti indeformabile, idoneo al transito per i piani di banchina e ben raccordato ai punti adiacenti.

### **Rivestimenti con lastre in cls gettate in opera**

I rivestimenti di sponda con lastre in cls gettate in opera delle dimensioni previsti dal progetto avverrà previa predisposizione su letto di posa perfettamente spianato di getto di magrone o su strati di ghiaione e previa predisposizione dell'armatura secondo quanto indicato nei disegni di progetto.

Il getto dovrà avvenire all'asciutto per tratti di lunghezza non superiore ai 4 ml; il calcestruzzo dei getti delle lastre verrà separato da un giunto trasversale effettivo, esteso all'intero spessore del calcestruzzo.

I getti dovranno essere vibrati ed in particolare il paramento dovrà essere rifinito con lisciatura di cemento puro e con l'uso del vibratore a piatto.

La superficie finita dovrà risultare perfettamente regolare.

Particolare cura dovrà essere rivolta ai getti nel periodo di presa e di maturazione, proteggendoli contro l'essiccamento con innaffiature, copertura con carta, terra ed altro materiale idoneo.

Tutti i giunti dovranno essere muniti di un sigillo costituito da un nastro di gomma o di materiale sintetico, annegato nei due lembi nei getti per almeno 8 cm per parte, atto a garantire la sigillatura perfetta dei giunti stessi e la durata nel tempo.

La fessura residua fra le lastre verrà stuccata con mastice bituminoso.

Per tutti i manufatti da realizzare in conglomerato cementizio, il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo dovrà essere fatto sottoponendo a prove presso un laboratorio ufficiale un numero di provini secondo le prescrizioni di Capitolato, secondo le norme per i calcestruzzi e le prescrizioni della Direzione Lavori.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a spese dell'Appaltatore, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

### **Rivestimenti con materassini metallici flessibili**

Il rivestimento di sponda mediante la posa di materassini metallici flessibili dovrà avvenire proteggendo la sponda per una fascia di almeno 10 ml in asse con la condotta.

I materassini metallici flessibili avranno dimensioni di 4.00 x 2.00 x 0.23 ml, riempiti con pietrame di fiume o cava, ottenuto con rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale tessuta con trafilato in ferro zincato (secondo UNI 3598, UNI 10218) di diametro pari a 2.2 mm ricoperto con rivestimento plastificato in PVC di spessore 0.5 mm (diametro tot 3.2 mm).

### **28.3 PRESSOTRIVELLA**

L'esecuzione di attraversamenti con la tecnica della pressotrivella permette il superamento di interferenze quali rilevati stradali, autostradali, ferroviari e di corsi d'acqua.

Operativamente verranno inizialmente realizzati due pozzi ai lati della trivellazione da realizzare, uno di spinta e l'altro di arrivo, posti a distanza idonea dal ciglio del rilevato stesso o dall'unghia arginale del canale o dal corpo stradale e comunque minimo secondo quanto dettato dalle norme.

Si dovranno adottare i sistemi più idonei per il sostegno delle pareti di entrambi i pozzi, anche palancoando, e di dovranno mantenere gli stessi all'asciutto impiegando le attrezzature che si rendessero necessarie (quali pompe di aggotamento e impianto well-point).

Si dovrà avere cura nel realizzare all'interno del pozzo di spinta un muro reggispinta (che potrà essere costituito con palancoato metallico o con un getto di cls contro terra secondo quanto stabilito in sede progettuale o in seguito alla indicazioni della D.L.) e qualora fosse richiesta, data l'entità della pressotrivellazione, si dovrà provvedere all'esecuzione di un soletta d'appoggio armata per la macchina trivellatrice.

Dette opere provvisoriale dovranno essere rimosse al termine del lavoro.

L'infissione della tubazione avverrà mediante macchina di tipo oleodinamico o altro metodo di perforazione e trascinarsi della tubazione, purché approvate dalla D.L..

La livelletta della tubazione è stabilita dai disegni di progetto.

E' invece stabilito che le tolleranze altimetriche non superino, partendo da monte, valori superiori ad un centimetro in diminuzione della pendenza prescritta e superiori a due centimetri in aumento della stessa, valutati su ogni 10 metri di tubazione.

La perforazione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, avverrà anche in presenza di trovanti, seguendo il tracciato planimetrico e le quote stabilite dal progetto o dalla D.L., compresi:

- l'esecuzione dello scavo di alloggiamento dell'attrezzatura (pozzo di lavoro e di arrivo) e tutte le opere per l'installazione ed il funzionamento del cantiere;
- l'esecuzione e successiva demolizione di muri di contropinta;

- il trasporto, varo, posizionamento e rimozione a fine lavoro delle macchine per l'esecuzione della pressotrivellazione;
- la pressotrivellazione con trivelle meccaniche od idrauliche del terreno con inserimento di adatte tubazioni in acciaio con rivestimento esterno bitumato (tubi guaina);
- la fornitura e posa in opera di collari distanziatori in materiale plastico per l'isolamento fra tubo guaina e tubo da inserire;
- l'asporto del materiale di risulta ed il suo conferimento a discarica con ogni onere compreso;
- i ripristini necessari.

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore:

- la fornitura dell'acqua di lavoro;
- l'approvvigionamento di energia;
- gli impianti di ventilazione eventualmente necessari;
- gli aggettamenti;
- gli eventuali calcoli statici approvati dall'Ente interessato all'attraversamento;
- le prove sui materiali.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere alla messa in sicurezza della pressotrivellazione dalla penetrazione al suo interno di terreno e acqua di falda, mediante la posa di idonee piastre metalliche a copertura dei fori d'entrata e d'uscita, qualora non sia prevista l'immediata rifinitura delle camerette a monte e a valle della pressotrivellazione stessa.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte, comprese la fornitura e l'installazione delle presse di spinta, dei macchinari e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta idraulica delle tubazioni.

Sarà pure a carico dell'Appaltatore la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e di tutte le apparecchiature utilizzate, nonché dei materiali residui e la perfetta sistemazione dell'area d'intervento.

Gli elementi della tubazione dovranno avere le giunzioni a perfetta tenuta idraulica.

#### **28.4 SISTEMA OLEODINAMICO (SPINGITUBO)**

Lo spingitubo è una tecnologia no dig consistente in una trivellazione orizzontale con successiva infissione di tubi (controtubo).

Come tutte le tecnologie no dig permette la posa in opera di condotte interrato senza eseguire scavi a cielo aperto.

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare fiumi, torrenti, linee ferroviarie, strade ecc. e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere esistenti.

L'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà predisporre il relativo progetto esecutivo secondo le norme vigenti da parte degli enti proprietari dei sedimi da attraversare.

Lo spingitubo sarà eseguito a partire dalla fossa di spinta debitamente predisposta, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi e della lunghezza di spinta.

La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta pressione a raggi laser e comunque saranno accettati scostamenti in + o in - non maggiori dello 0.2%.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24.11.1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

#### **Indagine del sito e analisi dei sottoservizi esistenti**

L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale.

Per l'analisi dei sottoservizi, e per la mappatura degli stessi, soprattutto in ambiti urbani fortemente densi, è consigliabile l'utilizzo del sistema "Geo-radar". Invece in ambiti suburbani, dove la presenza di sottoservizi è minore, è possibile, mediante indagini da realizzare c/o gli enti proprietari dei sottoservizi quali: Consorzi di



Bonifica, ENEL, Telecom, Soc. Telefoniche, Soc. del Gas, Enti proprietari dell'Acquedotto, ecc., sapere anticipatamente l'ubicazione dei sottoservizi esistenti.

### **Realizzazione della camera di spinta**

La prima vera e propria fase è quella della realizzazione della camera di spinta, che si rende necessaria per la posa al suo interno dell'attrezzatura di perforazione e spinta del tubo camicia. Le dimensioni della camera saranno specificate nel progetto definitivo/esecutivo.

Inoltre la camera di spinta dovrà presentare la "parete di spinta" il più possibile verticale, per permettere un'ottimale azione di spinta; sarà interamente scavata nel terreno adiacente il tracciato della perforazione e nel caso di materiale incoerente dovrà essere opportunamente messa in sicurezza, in casi estremi è possibile l'utilizzo di casseri metallici autoaffondanti o palancolati, posizionati precedentemente allo scavo.

Nel caso di presenza di acqua di falda sarà necessario inoltre realizzare sul fondo un getto di magrone, lasciando in un angolo una sorta di "pozzetto di aspirazione" per il posizionamento di un sistema di pompaggio per il continuo "aggottamento" dell'acqua di falda.

### **Scavo e spinta tubo camicia**

La seconda fase della perforazione sarà il posizionamento del primo anello di tubo, chiamato anche "tubo camicia" che può essere considerato una sorta di "contenitore" poiché al suo interno conterrà il vero tubo di impianto.

Il passo successivo sarà quello di realizzare lo scavo al suo interno unitamente alla contestuale spinta dello stesso.

Il primo anello di tubo camicia, nei diametri ampi superiori a 1400 mm, presenta sempre uno scudo di protezione che anticipa di pochi mm il sistema di scavo.

Nel presente progetto è prevista la posa di tubi camicia in calcestruzzo di diametro superiore a 1400 mm.

### **Realizzazione dei due pozzetti di ispezione**

La normativa vigente impone la realizzazione di due pozzetti di ispezione a monte e a valle nella realizzazione di attraversamenti di strade e/o ferrovie D.M. n° 2445 del 23/02/1971.

Particolare minuzia in fatto di prescrizioni impongono le Ferrovie dello Stato per la salvaguardia delle proprie reti ferroviarie.

Infatti nel caso in cui il tubo di impianto presentasse delle perdite, la fuori uscita dei liquidi e o gas sarebbe convogliata verso i pozzetti di ispezione, scongiurando così il dilavamento del terreno al di sotto del tubo camicia, cosa molto grave per la staticità nonché sicurezza della sede stradale e/o ferroviaria.

Inoltre la presenza dei pozzetti renderebbe molto agevole l'ispezione interna per eventuali opere di manutenzione.

## **28.5 SISTEMA "PIPE JACKING" O "MICROTUNNELLING"**

Da utilizzarsi per gli attraversamenti ortogonali od obliqui di fiumi, torrenti, linee ferroviarie ecc. o per la realizzazione di condotte interrate, anche in sede stradale, in presenza di sottoservizi.

### **1) Definizioni:**

microtunnelling: tecnica miniaturizzata d'attacco in galleria con contemporanea messa in opera sotterranea di condotte, con tolleranza di posa garantita ( $\pm 25$  mm in verticale,  $\pm 50$  mm in orizzontale) avente le seguenti caratteristiche:

- guida mediante testa snodata azionabile in continuo dall'esterno;
- controllo remoto da cabina posta all'esterno;
- scavo mediante scudo chiuso a testa fresante a piena sezione;
- rilevamento posizione scudo mediante raggio laser su mira fotosensibile o bersaglio ripreso da telecamera, in grado di trasmettere in continuo le informazioni alla cabina di comando;
- allontanamento del materiale di scavo generalmente idraulica (coclea per piccoli diametri con limitazioni relative al tipo del terreno ed alla lunghezza delle tratte).

controtubo: struttura permanente di sostegno e di rivestimento del foro.

pozzo: struttura permanente o provvisoria che consente di raggiungere la quota di posa per le operazioni di spinta e recupero.

allontanamento a coclea: lo smarino è trasportato dalla testa di scavo verso il pozzo di spinta mediante una coclea, azionata indipendentemente dalla testa.

allontanamento idraulico: lo smarino è portato a giorno mediante circolazione idraulica di tipo chiuso dei fanghi o dell'acqua in funzione della natura del terreno.

bilanciamento della spinta del terreno: sostegno della spinta del terreno mediante controllo e contrasto della pressione sulla testa di scavo esercitata dal terreno e dalla falda eventualmente presente.

## **2) Descrizione delle fasi operative**

### **a. Preparazione del cantiere**

Per la preparazione dei siti dovranno prevedersi i seguenti lavori:

- Strade e piste d'accesso (se necessarie).
- Rimozione d'ostacoli e spostamento di sottoservizi (se necessario).
- Abbassamento (eventuale) della falda nelle aree dei pozzi senza modificare la struttura del terreno.
- Drenaggi (nelle aree allagabili).
- Preparazione aree per container e stoccaggio materiali.
- Preparazione aree per deposito smarino.
- Installazione del sistema.

### **b. Esecuzione del pozzo di spinta ed installazione attrezzature**

- Costruzione delle pareti dei pozzi, secondo la tipologia prevista in progetto.
- Scavo del pozzo ed eventuale irrigidimento delle pareti mediante centinature interne.
- Protezione delle aree di scavo con idonea recinzione.
- Costruzione della platea di fondazione per l'appoggio della struttura di spinta e dei tubi da porre in opera.
- Installazione degli elementi per la guida dell'attrezzatura di perforazione.
- Installazione dell'attrezzatura di spinta.
- Installazione dell'attrezzatura di perforazione.
- Installazione delle linee d'alimentazione e di recupero dello smarino (linea slurry), delle attrezzature e delle strumentazioni varie di controllo.
- Apertura del foro nella parete frontale.
- Messa in opera dell'anello di guida e della guarnizione di tenuta.
- Installazione del sistema di traguardo laser.

### **c. Esecuzione del microtunneling**

#### Scavo del foro d'alloggiamento

Lo scavo del foro d'alloggiamento della tubazione dovrà avvenire mediante l'avanzamento di uno scudo cilindrico a cui è applicata frontalmente una fresa rotante a piena sezione. Lo scudo fresante dovrà essere guidato dall'esterno attraverso un'idonea consolle di guida e controllo.

Durante la fase di scavo vi dovrà essere un afflusso continuo d'acqua, eventualmente additivata con fanghi bentonitici, all'interno della testa fresante con una pressione tale da controbilanciare l'eventuale spinta idrostatica esterna.

La scelta dell'impiego d'acqua, miscela acqua-bentonite o altri additivi sarà determinata dall'Appaltatore, e approvata dalla Direzione Lavori, in funzione delle caratteristiche del terreno perforato, dalla necessità di non provocare collassi o cavità e delle caratteristiche tecniche della linea di recupero dello smarino.

#### Immissione degli elementi di tubo nel terreno

Per l'avanzamento degli elementi di tubo sarà utilizzata un'unità di spinta collocata all'interno del pozzo di partenza.

Tale unità sarà composta da martinetti idraulici montati su un telaio metallico, da un anello di spinta mobile, posto davanti ai martinetti idraulici, e da una parete di spinta fissa posta dietro i martinetti.

Quando un elemento sarà completamente spinto nel terreno, i martinetti idraulici e l'anello di spinta saranno ritratti per l'inserimento di un nuovo elemento.

Il nuovo elemento sarà calato all'interno del pozzo e incastrato all'estremità dell'elemento precedente, dopodiché sarà ripresa la spinta.

Per ridurre l'attrito tubo-terreno può essere impiegato, come lubrificante esterno, fango bentonitico a scelta della Direzione Lavori ed in funzione delle caratteristiche del terreno.

E' fatto esplicito divieto all'Appaltatore di impiegare come additivi oli o grassi.

#### Trasporto a giorno dello smarino

Il materiale scavato, miscelato con acqua o fango per formare una miscela fluida (slurry), dovrà essere evacuato attraverso un sistema di riciclo e portato in un'unità di separazione. In tale unità sarà trattato per ottenere la separazione delle parti solide dalla miscela, che sarà riutilizzata poi nello slurry.

#### Stazioni di spinta intermedie

La stazione intermedia si compone degli elementi speciali di tubo (maschio e femmina), dei martinetti di spinta e dei collegamenti idraulici alla centrale di potenza. Per evitare cedimento delle tubazioni potranno essere installate una o più stazioni intermedie di spinta, che saranno azionate quando il valore della spinta si avvicina al carico massimo ammissibile sulla parete del tubo.

Le stazioni intermedie saranno installate tra due elementi del tunnel e, mentre la parte idraulica sarà rimossa al termine della spinta, i tubi maschio e femmina saranno portati a stretto contatto tra loro per dare continuità alla galleria.

#### Iniezioni d'intasamento

In caso di presenza di tubazioni esistenti, la cui demolizione sia compatibile con le caratteristiche della fresa, si dovrà procedere al loro riempimento con materiale successivamente asportabile, quali miscele di sabbia, ghiaia, cenere e cemento.

La medesima procedura dovrà essere adottata in caso di cavità rintracciate durante la fase d'indagine o scoperte durante la fase di perforazione.

Al termine delle operazioni di spinta potranno essere effettuate iniezioni d'intasamento a bassa pressione nel terreno circostante la tubazione.

Tali iniezioni saranno realizzate tramite apposite valvole precedentemente predisposte a 120° nello spessore degli elementi prefabbricati ad un intervallo variabile tra tre e cinque tubi.

#### **d. Controlli e misurazioni**

##### Rilievi preliminari

Prima dell'inizio dell'escavazione e della realizzazione d'ogni pozzo di spinta e di ricevimento (o d'arrivo) l'Appaltatore, senza per questo essere esentato dagli altri obblighi previsti dal Capitolato Generale, dovrà:

- stabilire almeno quattro punti fissi, cui appoggiare il controllo topografico dei pozzi, per facilitare l'esecuzione dei lavori sotterranei e la realizzazione a regola d'arte degli stessi;
- eseguire il controllo del profilo longitudinale di progetto appoggiandosi ai medesimi punti fissi;
- eseguire indagini geotecniche con i sistemi ritenuti più idonei e dopo aver concordato con la Direzione Lavori opportuno programma, al fine di determinare le caratteristiche dei terreni da attraversare ed i parametri per il calcolo statico dei pozzi e dei tubi;
- eseguire indagini elettriche, se compatibili con le quote di lavoro, per l'individuazione di cavità od ostacoli dannosi alla perforazione;
- registrare le quote al fine di consentire controlli a posteriori in caso di cedimenti del suolo o dei tubi;
- registrare e supportare con documentazione fotografica le condizioni di tutte le proprietà, delle strade e dei percorsi sopra e lungo ciascuna tratta interessata dal microtunnelling;

##### Rilievi durante i lavori

Durante l'esecuzione della tratta tra due pozzi, l'Appaltatore dovrà controllare quotidianamente la corrispondenza della quota di posa con quella di progetto appoggiandosi ai punti fissi in precedenza determinati. Durante l'escavazione d'ogni pozzo di spinta l'appaltatore, senza per questo essere esentato dagli altri obblighi previsti dal Capitolato Generale, dovrà produrre il diario giornaliero, supportato da documentazione fotografica, riportante ogni significativa variazione nelle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati, nelle proprietà, nelle strade e percorsi sopra e lungo ciascuna tratta interessata dal microtunneling.

##### Controllo delle operazioni di scavo

Il controllo delle operazioni di scavo e d'avanzamento del tunnel dovrà avvenire da una sala comandi posta nell'area del cantiere, in prossimità del pozzo di spinta, e dovrà permettere all'operatore di conoscere, in qualsiasi momento, tutte le informazioni operative e geometriche, connesse con l'avanzamento dello scudo.

#### Controllo direzionale e protocollo di lavoro

Devono essere misurati i seguenti parametri:

- forza di spinta
- momento torcente
- deviazioni verticale
- deviazione orizzontale
- angolo di rollio
- pendenza
- lunghezza

I valori dei parametri dovranno essere riportati in un protocollo; detto protocollo dovrà riportare anche la data e le notizie relative alle condizioni del suolo e della falda.

Per la misurazione della deviazione verticale possono essere utilizzati strumenti ottici, attrezzature laser o livelli a bolla; per la misura della deviazione orizzontale strumenti ottici, attrezzature laser o giroscopi, per la misura della pendenza e dell'angolo di rollio inclinometri.

Gli strumenti di misurazione e di controllo devono essere installati in modo da risultare ben separati dalle pareti del pozzo la cui la posizione potrebbe essere modificata a seguito dell'azione delle forze di spinta per l'avanzamento.

#### Controllo dei cedimenti superficiali

L'Appaltatore è tenuto obbligatoriamente a controllare l'andamento degli eventuali cedimenti superficiali durante l'esecuzione dei lavori a mezzo di strumentazione di precisione.

La Direzione Lavori prescriverà le procedure per il controllo dei cedimenti superficiali, e L'Appaltatore ne assumerà l'onere.

#### ***e. Trasporti a discarica e ripristini***

L'Appaltatore dovrà trasportare a discarica il materiale di risulta proveniente dall'esecuzione del lavoro e dovrà caratterizzare chimicamente i fanghi, in base alla vigente normativa sui rifiuti, ai fini della loro classificazione e per il loro smaltimento in discarica autorizzata.

Alla conclusione dei lavori l'Appaltatore provvederà allo sgombero delle aree, oggetto del microtunnelling, ed al ripristino delle stesse nello "status quo ante".

### **3) Dati forniti dall'Appaltatore**

L'Appaltatore, sulla scorta degli elaborati di progetto, dovrà predisporre la seguente documentazione integrativa:

- indagini geotecniche di dettaglio ritenute necessarie e complete del dato dell'andamento della falda;
- indagini conoscitive di cavità ed ostacoli non visibili;
- planimetria e sezioni con indicate le caratteristiche geometriche della tubazione e lo spessore della stessa;
- descrizione delle modalità d'esecuzione del lavoro; in particolare dovrà precisare il sistema di tenuta idraulica dei giunti tra elementi di tubazione, il sistema d'alimentazione e trasporto dello smarino, il tipo e le caratteristiche dell'anello di tenuta idraulica nella sezione d'inizio perforazione, le caratteristiche della testa di perforazione utilizzata;
- verifiche statiche dei tubi impiegati sia in fase di posa che in fase definitiva;
- schema per il controllo dei cedimenti del terreno e dei fabbricati vicini.

## **28.6 TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA E TELEGUIDATA. (T.O.C.)**

### **Generalità**

Lo scopo del presente articolo è quello di fornire le prescrizioni ed i controlli, cui si deve attenere l'Appaltatore per l'esecuzione di attraversamenti mediante il metodo della Trivellazione Orizzontale Controllata e Teleguidata. Mediante l'utilizzo della tecnologia TOC è possibile la posa di tubazioni sotterranee flessibili, siano esse in acciaio o in polietilene, per l'attraversamento di strade, autostrade, fiumi, canali, piste di decollo di aeroporti, ferrovie, e dei centri urbani, evitando lo scavo a cielo aperto e quindi l'interruzione del servizio delle infrastrutture di superficie. La tecnologia non richiede alcuno scavo e alcuna interruzione del flusso idrico o del traffico.

Essa permette di posare le tubazioni alle profondità volute, nelle posizioni più protette svincolandosi completamente dalla eventuale problematica legata alle difficoltà o all'impossibilità di scavo e al livello di falda.

Ciò grazie alla possibilità di direzionare la perforazione seguendo traiettorie curvilinee per evitare gli ostacoli presenti nel soprassuolo o nel sottosuolo.

Con questa tecnologia la posa della tubazione risulta molto veloce e soprattutto sicura sia in termini di risultati che in termini di cantiere.

Le operazioni di posa in opera delle tubazioni flessibili mediante la tecnologia della trivellazione orizzontale controllata si dividono in 3 fasi principali:

### **1. Esecuzione del foro pilota**

Dopo aver provveduto al corretto allineamento della perforatrice ed al suo ancoraggio al suolo, in modo da evitare eventuali spostamenti della slitta durante le fasi della lavorazione, viene avvitata su di un'asta la testa di perforazione.

All'interno della testa viene posta una sonda di emissione che trasmette all'operatore, mediante onde magnetiche o segnali via cavo, i parametri fondamentali per la corretta esecuzione della perforazione tramite un sofisticato sistema di guida.

I parametri più significativi trasmessi dalla sonda, e quindi elaborati da un computer in superficie, sono i seguenti: profondità e posizione della testa sul piano orizzontale, direzione e angolo di inclinazione della testa sul piano verticale, tempo, temperatura della sonda, eventuale autonomia delle batterie, eventuale angolo azimutale, ecc..

Sulla testa di perforazione, nella parte terminale, è ricavato un foro per l'iniezione dei fluidi (fanghi bentonitici) che, passando attraverso le aste, vengono pompati a pressione e quindi riciclati nel sottosuolo.

La funzione dei fanghi di perforazione è molteplice: sostenere il foro, asportare il materiale di risulta, raffreddare la sonda, coadiuvare l'azione di perforazione durante l'esecuzione del foro pilota, limitare lo sforzo durante il varo della condotta grazie al suo potere lubrificante.

In casi particolari legati alla natura del terreno può essere indispensabile l'utilizzo di eventuali "additivi specifici" da miscelare con i fanghi sopraccitati, come ad esempio in presenza di acque salmastre o salate, in presenza di sabbia, in presenza di falda in pressione nel sottosuolo, ecc..

I fluidi di perforazione che sfogano nella buca di partenza o di arrivo vengono separati dal materiale asportato mediante decantazione e quindi riciclati nella perforazione stessa attraverso il gruppo di pompaggio. Successivamente verranno smaltiti mediante espurgo e conferimento nei centri idonei a questo scopo.

L'avanzamento iniziale rettilineo della perforazione (rotazione e spinta delle aste) può essere variato posizionando l'utensile di perforazione della testa (scalpello o getto d'acqua o tricono in caso di perforazione con motore a fanghi) su una data ora, a seconda della direzione desiderata, tramite la sola spinta delle aste o la sola rotazione del tricono senza rotazione delle aste.

E' dunque possibile durante la perforazione procedere con una catenaria la cui geometria è dettata dagli ostacoli da attraversare, dal tipo e dalle dimensioni del materiale della tubazione da infilare (raggio di curvatura ammissibile), delle aste di perforazione utilizzate.

Per recuperare la posizione iniziale di spinta, qualora non fosse necessaria l'alesatura del foro, basterà svitare la testa di perforazione (o mandrino) dall'asta e riportarla, appena spinta, a ritroso nella posizione iniziale ed aggiungere, avvitandola, una nuova asta di perforazione.

### **2. Alesatura**

Una volta terminato il foro pilota viene tolta la testa di perforazione ed al suo posto viene montato un alesatore che ha il compito di allargare il foro e di stabilizzarlo grazie anche all'utilizzo dei fanghi bentonitici.

Questa operazione viene svolta in senso opposto al foro pilota: l'alesatore viene trascinato sempre in perforazione (rotazione e tiro) dalla buca di arrivo fino alla perforatrice.

Dietro all'alesatore vengono collegate le aste di perforazione mediante uno snodo "swivel" che permette all'alesatore di ruotare senza che ruotino le aste; il diametro dell'alesatore ed il numero dei passaggi da eseguire dipende: dalla natura del terreno, dal diametro del tubo da posare e dalla potenza della macchina utilizzata.

Da ciò si deduce comunque che questa operazione può essere eseguita più volte, ogni volta cambiando l'alesatore e aumentando di conseguenza il diametro del foro.

Durante questa fase i fanghi bentonitici servono essenzialmente per asportare il materiale di risulta e stabilizzare il foro.

### **3. Posa della tubazione**

Raggiunto il diametro di alesatura ottimale si passa alla fase conclusiva della perforazione: la posa della tubazione. In questa fase dietro all'alesatore viene collegata la tubazione prevista dal progetto che viene tirata nel foro. Anche durante la posa vengono utilizzati i fanghi bentonitici i quali, oltre a stabilizzare il foro, lubrificano la tubazione e ne facilitano la posa.

La condotta da posarsi dovrà essere pre-allestita in opera e dovrà essere realizzata mediante saldatura testa/testa di barre di lunghezza di almeno 12 ml, in acciaio Fe 510 rivestito internamente ed esternamente.

Verrà inoltre sistemata su apposite rulliere per limitare lo sforzo e preservare i rivestimenti esterni della tubazione durante il trascinamento all'interno del foro.

E' preferibile eseguire la posa in un'unica soluzione, senza arrestarsi per attendere la saldatura della tubazione. Possono comunque

essere fatte delle eccezioni qualora lo spazio e le condizioni ambientali del cantiere lo permettano e dopo aver valutato la situazione particolare del lavoro.

L'inserimento della tubazione nel foro d'uscita della trivellazione richiede una catenaria di varo che dovrà essere sostenuta da appositi mezzi affinché non si oltrepassino i raggi di curvatura ammissibili della condotta per questa fase.

#### **Descrizione delle aree di cantiere**

Il cantiere per l'esecuzione della TOC limita l'occupazione temporanea alle sole due zone di partenza e di arrivo della perforazione. Gli ingombri di cantiere sono ovviamente dipendenti dalle caratteristiche geometriche e geologiche dell'attraversamento e quindi dal tipo ed dalle dimensioni della perforatrice.

Nel cantiere di partenza sono presenti le seguenti attrezzature: slitta di trivellazione generalmente sistemata su un mezzo cingolato o gommato, unità di controllo e comando della trivellazione, deposito aste di perforazione, punto di approvvigionamento idrico (presa da acquedotto, pozzo, ecc.), vasca fanghi di perforazione, unità di ricircolo e miscelazione dei fanghi, pompa dei fanghi, bentonite, gruppo di generazione energia elettrica, container adibiti magazzino, ufficio e baracca di cantiere, buca di ingresso trivellazione e recupero fanghi di perforazione, bacino di decantazione fanghi.

Nel cantiere di uscita sono invece presenti le seguenti attrezzature: buca di uscita trivellazione e recupero fanghi di perforazione, eventuale bacino di decantazione fanghi (in alternativa è possibile ricircolare la bentonite direttamente nel cantiere di perforazione mediante una tubazione), tubazione preventivamente assemblata e pronta al varo montata su rulli per facilitarne il tiro, mezzi d'opera per il sostegno della catenaria di varo, deposito aste di perforazione.

#### **Dimensionamento della catenaria e della macchina di perforazione**

Il dimensionamento della catenaria di perforazione prende in considerazione l'ubicazione planoaltimetrica dagli ostacoli da attraversare, la natura geologica del terreno, il tipo e le dimensioni del materiale della tubazione da infilare (raggio di curvatura ammissibile), il tipo di aste di perforazione utilizzate.

L'ubicazione planoaltimetrica dell'attraversamento e degli ostacoli è preliminarmente da rilevare con un preciso rilievo topografico dell'area.

Analogamente la natura geologica del terreno deve essere opportunamente indagata per avere precise informazioni sulla natura e sulla resistenza dei terreni attraversati.

Il profilo della catenaria prevede tali proprietà caratteristiche:

- inclinazione della slitta di perforazione generalmente compresa tra il 4 e 15°
- tratto rettilineo inclinato di discesa della lunghezza minima di 10-15 metri (in funzione al tipo di aste di perforazione utilizzate) per raggiungere rapidamente le profondità di progetto

- tratto curvilineo di raccordo avente raggio di curvatura minimo da determinarsi in funzione del diametro e del materiale della tubazione e tale da limitare lo sforzo indotto dalla deformata permanente alla tubazione. Per la sollecitazione permanente si rende accettabile un tensione inferiore ad 1/3 della tensione ammissibile del materiale (raggio di curvatura minimo pari a circa 1000 volte il diametro della tubazione in acciaio da tirare).
- tratto rettilineo sub-orizzontale (se necessario) per attraversare l'ostacolo.
- tratto rettilineo di risalita con inclinazione generalmente compresa tra il 4 e 9°. La limitazione dell'inclinazione di risalita è condizionata dalla fase di varo della tubazione.

Un'inclinazione elevata comporterebbe infatti una catenaria di varo difficilmente sostenibile con mezzi di cantiere ordinari o comunque con opere limitate provvisorie.

Per la catenaria di varo si possono ammettere raggi di curvatura minori di quella di posa in quanto lo sforzo conferito dalla deformata è comunque limitato nel tempo.

Per tale sollecitazione si rende accettabile un tensione inferiore a 1/2 della tensione ammissibile del materiale (raggio di curvatura minimo pari a circa 500 volte il diametro della tubazione in acciaio da tirare).

Il dimensionamento del macchinario di perforazione, ovvero della sua capacità di tiro della tubazione nella fase di posa, dipende fondamentalmente dallo sforzo che si dovrà compiere per varare la tubazione e cioè dal suo peso e dall'attrito.

I parametri che più influenzano questi fattori sono:

- natura geologica del terreno
- materiale e dimensioni della tubazione da infilare (e quindi del peso della tubazione)
- geometria della catenaria di attraversamento
- rapporto di circolazione dei fanghi

Essendo questi parametri difficilmente correlabili per le numerose variabili a cui sono soggetti, per la determinazione del tiro necessario vengono comunemente utilizzate le seguenti relazioni di natura empirica:

- Metodo VI (Vermeer International): esso calcola lo sforzo necessario al tiro della tubazione preassemblata nelle fasi più significative del varo.

I parametri significativi considerati da tale metodo sono i seguenti: lunghezza della condotta, peso condotta a tubo pieno e a tubo vuoto, coefficiente d'attrito tubo-terreno (0.4÷0.5), coefficiente d'attrito tubo-fango di perforazione (0.1), coefficiente d'attrito tubo-rulli di varo (0.2).

Nella fase iniziale del varo, in corrispondenza alla sezione di uscita della trivellazione, la forza di tiro è pari allo sforzo per mettere e mantenere in movimento la tubazione preventivamente assemblata sui rulli.

Nella fase centrale del varo, in corrispondenza alla sezione di mezzeria, la forza di tiro è pari alla somma dell'attrito tubo-rulli per metà lunghezza tubazione e dell'attrito tubo-fango e dell'attrito per l'altra metà della tubazione.

Nella fase finale del varo, in prossimità della sezione di inizio perforazione, la forza di tiro è pari all'attrito tubo-fango e all'attrito tubo-terreno per l'intera lunghezza della tubazione. Il valore maggiore fra quelli considerati coincide con il tiro minimo che deve avere il macchinario di perforazione. con riferimento alla figura:

A = macchinario di perforazione

B = sezione iniziale perforazione (finale del varo)

C = sezione di mezzeria lunghezza di perforazione e di varo

D = sezione finale perforazione (iniziale del varo)

E = tubazione preassemblata su rulli

- Metodo DCA (Drilling Contractors Association) i cui valori empirici sono stati interpolati con delle relazioni lineari e quindi riportati in un grafico che da il tiro necessario in funzione del diametro della tubazione in acciaio e della sua lunghezza.

– Per il calcolo definitivo della capacità di tiro della macchina perforatrice consigliata si considera il valore più cautelativo aumentato di un coefficiente di sicurezza pari ad almeno il 30%.

– Nella tabella seguente sono schematicamente indicate le caratteristiche geometriche principali. Nella seconda sono riassunti i principali parametri di dimensionamento della catenaria di trivellazione.

Nella terza parte è indicato lo sforzo massimo necessario per il varo della condotta (calcolato secondo il metodo VI) ed il tiro che avere il macchinario di trivellazione (coefficiente di sicurezza del 30%). Nell'ultima parte sono indicate le dimensioni del cantiere di trivellazione e del cantiere di varo tubazione.

### **Caratteristiche della condotta**

I tubi dovranno avere estremità lisce atte alla saldatura di testa, rivestiti esternamente in polipropilene di spessore 6 mm di colore totalmente bianco con elevata resistenza alla penetrazione, estruso a banda laterale a tre strati, secondo norme UNI 10220/03 e DIN 2460/92, ed internamente con malta cementizia applicata per centrifugazione secondo le norme DIN 2614/90 ovvero secondo le EN 10298/06, spessore nominale 11 mm.

Esternamente le estremità lisce, a condotta costruita, verranno protette con manicotti termorestringenti adatti all'impiego con T.O.C., e fascia sacrificale e lo sguaino verrà sormontato per almeno 50 mm per parte.

I giunti saldati dovranno essere controllati nella misura del 100% mediante radiografia circolare a raggi gamma ad opera di ditta specializzata approvata dalla Direzione Lavori.

Le tubazioni saranno inoltre equipaggiate con un impianto di protezione catodica contro le correnti vaganti in grado di garantire, in ogni punto della struttura, un valore minimo assoluto di protezione di  $-0.85$  V verso terra, misurato rispetto all'elettrodo di riferimento standard Cu-CuSO<sub>4</sub>, di cui sarà dotato il posto di protezione catodica (P.P.C.) ed ogni cassetta di misura (nella quale verrà previsto un voltmetro interruttore) con protezione stagna, morsetti, cavi di collegamento alla tubazione e all'elettrodo di riferimento.

L'attraversamento sarà presidiato da due pozzetti, uno a monte e uno a valle, equipaggiati con valvole di intercettazione a farfalla, T di scarico/sfiato, chiusino e botole d'accesso (per agevolare le normali operazioni di manutenzione ordinaria), giunti di smontaggio, giunti dielettrici.

Sono altresì compresi nel prezzo di Appalto i vari oneri derivanti dalla ricerca, individuazione, scoprimiento, puntellamento ripristino e riparazione di cavi interrati, tubazioni, sottoservizi in genere, manufatti in cls, o acciaio, palancole o altro intercettati nella esecuzione dei lavori è compreso inoltre la protezione ed il puntellamento e l'eventuale riparazione di fabbricati manufatti o costruzioni in genere interessati dai lavori.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a risarcire qualsiasi danno provocato a cose, merci o persone dall'esecuzione dei lavori di sua competenza.

I lavori dovranno essere eseguiti come indicato negli elaborati grafici e descrittivi di progetto.

Al fine della contabilità la misura della condotta sarà fatta in proiezione orizzontale e sarà conteggiata la distanza da foro di entrata a foro di uscita e comunque non oltre le misure riportate negli elaborati di progetto.

### **Prescrizioni e controlli**

L'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori dovrà fornire quanto segue:

- a) eseguire le indagini geognostiche e geotecniche ed i rilievi topografici necessari per l'esecuzione del lavoro;
- b) eseguire il rilievo di cavi interrati, tubazioni, sottoservizi in genere, manufatti in cls., o acciaio, palancole o altro intercettati nella esecuzione dei lavori e di fabbricati manufatti o costruzioni in genere interessati dai lavori, dovrà inoltre verificare con i competenti uffici, per gli impianti in genere i programmi di realizzazione futuri al fine di evitare ostacoli e impedimenti a future realizzazioni;
- c) presentare una relazione che tratti almeno i seguenti punti:

#### - tipo e caratteristiche di:

- sistema direzionale;
- attrezzature di superficie (macchina di perforazione, miscelatore, pompe, ecc.);
- aste di trivellazione del foro pilota;
- testa di trivellazione;
- alesatori;

#### - modalità di:

- preparazione del sito ed installazione dell'impianto di trivellazione;
- procedure relative alle modalità di esecuzione della trivellazione orizzontale controllata e teleguidata, alla trivellazione del foro pilota, al pre-alesaggio e metodo di varo;



- programmi di calcolo per le operazioni di varo della condotta ed in particolare dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori:
- un programma che determini tutti i parametri limite necessari per le varie e successive operazioni;
- progettazione del foro pilota, tenendo conto dei diversi vincoli progettuali, e in particolare del raggio di curvatura minimo a regime della condotta, del raggio di curvatura minimo in fase transitoria durante il varo della condotta, della lunghezza massima tubazione posata, dello scostamento planimetrico entro l'area disponibile indicata in progetto, della distanza minima tra la tubazione e le eventuali strutture di sottoservizio.
- un programma per verificare il comportamento della colonna di varo durante le varie fasi operative (angolo di entrata del foro, carichi sulle grues, sollecitazioni sul tubo ecc.);
- sistema di controllo direzionale del foro pilota;
- le schede tecniche delle attrezzature utilizzate per l'esecuzione della trivellazione orizzontale e teleguidata;
- gli interventi previsti in caso di avaria di qualche organo principale durante l'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata e teleguidata.

L'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori dovrà provvedere a quanto segue:

- mettere in atto tutti gli accorgimenti onde evitare fuoriuscite in superficie del fango di perforazione;
- mantenere la perforazione entro le tolleranze previste dal progetto: raggio di curvatura minimo a regime della condotta, raggio di curvatura minimo in fase transitoria durante il varo della condotta, lunghezza massima tubazione posata, scostamento planimetrico entro l'area disponibile indicata in progetto, distanza minima tra la tubazione e le eventuali altre strutture di sottoservizio. (N.B. Non saranno di norma tollerati scostamenti superiori a quelli sopra riportati salvo approvazione specifica);
- verificare prima dell'esecuzione del tiro della condotta, i dati prodotti in automatico durante la realizzazione del foro pilota, relativi all'andamento altimetrico e planimetrico dello stesso. In particolare il sistema direzionale dovrà fornire in automatico la posizione della punta di perforazione in ogni momento lo si richieda e al massimo al termine di ogni asta, mediante la rilevazione in automatico dell'inclinazione sul piano verticale, e dell'azimuth (angolo sul piano orizzontale rispetto al Nord magnetico), e mediante la misurazione della distanza dal punto di ingresso.

Al fine di eliminare eventuali interferenze magnetiche dovrà essere utilizzato un sistema di protezione addizionale (true track) che consiste nel posizionamento di un circuito elettrico attorno alla traiettoria di perforazione.

A cura dell'Appaltatore la traiettoria del foro pilota sarà evidenziata graficamente e confrontata con la traiettoria di perforazione prevista in progetto esecutivo; tale elaborato grafico sarà messo a disposizione della Direzione Lavori prima dell'inizio delle fasi successive. In caso di scostamenti significativi dal tracciato previsto la Direzione Lavori potrà non autorizzare la prosecuzione della trivellazione e nel qual caso l'Appaltatore dovrà dar corso all'intervento secondo il tracciato del progetto esecutivo approvato.

Sarà onere dell'Appaltatore mettere a disposizione della Direzione Lavori rapporti giornalieri, ricavati dai sistemi di controllo computerizzati dell'avanzamento della trivellazione contenenti i dati necessari per consentire alla Direzione Lavori di:

- controllare che gli eventuali quantitativi di acqua di zavorra introdotti nella condotta per il controllo del galleggiamento, siano conformi a quelli previsti in progetto;
- evitare che durante la fase di tiro-posa vengano impiegati sforzi di tiro superiori a quelli che implicino tensioni maggiori a quelle massime previste in progetto;
- verificare in continuo, nel corso di tutte le fasi, i parametri fisici (densità e viscosità) del fango di perforazione ed il contenuto dei solidi del fango di ricircolo, per tenere sotto controllo l'andamento della perforazione e la stabilità del foro;

**produrre per ciascuna fase operativa le registrazioni dei valori relativi alla pressione dei fanghi ed i dati relativi alla torsione e tiro esercitati per ogni asta.**

## **CAPO 2. MISURA DEI LAVORI ED APPLICAZIONE DEI PREZZI UNITARI**

### **Art. 1 - Modalità di misurazione**

L'appaltatore dovrà tempestivamente richiedere la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni di cui successivamente non si potessero accertare la verifica e di tutto ciò che deve essere misurato o pesato prima di essere posto in opera.

Se talune quantità non venissero accertate in tempo debito l'appaltatore dovrà accettare la valutazione della Direzione Lavori. Ogni opera deve corrispondere nelle sue dimensioni a quelle prescritte; nel caso di eccesso si terrà come misura quella prescritta ed in caso di difetto, se l'opera é accettata si terrà come misura quella effettivamente rilevata. Le opere e le provviste sono appaltate a misura od a corpo secondo le indicazioni dell'elenco prezzi di contratto e delle presenti norme.

Nelle misurazioni e relativi computi si seguiranno i procedimenti geometrici che la Direzione Lavori riterrà più convenienti per la maggiore approssimazione delle misure stesse.

### **Art. 2 - Movimenti di terra**

Per la valutazione del volume degli scavi di sbancamento si userà il metodo delle sezioni ragguagliate.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto del piano di appoggio delle strutture di fondazione, per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento o del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato: saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo per qualunque armatura e puntellazione occorrente.

Gli scavi per la posa delle condotte saranno valutati od a metro lineare di scavo oppure a metro cubo, a seconda dei diametri ed a seconda di quanto stabilito nell'elenco prezzi. Per gli scavi valutati a metro lineare, saranno valutati i metri lineari di lunghezza effettiva della trincea lungo l'asse della condotta con i prezzi di elenco per qualsiasi profondità indipendentemente dalle altezze riportate nei disegni di progetto.

É inteso che qualsiasi puntellatura o sbadacchiatura sono a carico dell'Impresa e comprese nel prezzo dello scavo; qualsiasi altro tipo di armatura (a cassa chiusa o con cassone autoaffondante od altri) saranno pagati a parte su benessere della Direzione Lavori; questo vale anche per gli scavi valutati a metro cubo che saranno contabilizzati usando il metodo delle sezioni ragguagliate, tenendo presente che la larghezza di scavo massima é quella prevista negli articoli di elenco prezzi, per ogni singolo diametro, mentre la profondità considerata sarà quella riportata nei profili di posa che l'Impresa fornirà alla Direzione Lavori, previo naturalmente il controllo da parte di quest'ultima delle misure.

Gli scavi di sbancamento o di fondazione per la formazione del cassonetto in genere (scarifiche) saranno valutati a metro quadrato secondo quanto stabilito nel relativo prezzo di elenco.

### **Art. 3 - Ripristini**

La pavimentazione bituminosa sarà valutata a metro quadrato per lo spessore stabilito nell'elenco prezzi e per la larghezza prescritta dalla Direzione Lavori.

La fondazione stradale sarà valutata a metro cubo considerando lo spessore e la larghezza prescritta dalla Direzione Lavori.

La ghiaia da usare per il ripristino di strade manomesse dagli scavi sarà valutata a metro cubo considerando lo spessore e la larghezza prescritta dalla Direzione Lavori. La pavimentazione in misto granulometrico bitumato sarà misurata a metro cubo a costipamento ultimato, per lo spessore e la larghezza in precedenza fissati dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

### **Art. 4 - Murature varie e calcestruzzi**

Tutte le murature saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, spigoli, incassature per imposte, ventilatori, condutture d'acqua, gas, ecc..

Le murature in mattoni pieni e bimattoni ad una o più teste si misureranno a rustico, vuoto per pieno, con deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a mq 0,16.

Le murature in mattoni pieni e bimattoni ad una testa o con camera d'aria si misureranno al metro cubo "vuoto per pieno" al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore ad un metro quadrato a compenso di spalle, nonché eventuali intelaiature che la Direzione Lavori credesse di ordinare, allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete; analogamente saranno valutate le murature a camera d'aria e le lavorazioni a faccia vista.

Le murature in blocchetti di calcestruzzo forato spessore 13-20-25 si misureranno a metro quadrato vuoto per pieno con deduzione dei fori di superficie superiore a mq 1,00.

Le murature in laterizi forati, spessore cm 6-8-10 si misureranno a metro quadrato vuoto per pieno con deduzione dei fori superiori a mq 2,00.

I calcestruzzi per fondazioni, murature, gettati in opera saranno pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prese sul vivo del getto; sarà esclusa ogni eccedenza rispetto alle dimensioni prescritte ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

### **Art. 5 - Opere in cemento armato**

Il calcestruzzo per le opere in cemento armato, di qualsiasi natura e spessore, sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte a peso.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati cementizi armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri e casseforme, le armature di sostegno grandi e piccole, i ponteggi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, il getto, nonché la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata.

Le armature metalliche verranno conteggiate valutando le lunghezze risultanti dai disegni esecutivi di liquidazione e calcolando il peso secondo le tabelle del Manuale del Colombo, intendendosi compreso nel prezzo l'onere relativo agli sfridi, ecc..

### **Art. 6 - Intonaci e tinteggiature**

I prezzi degli intonaci sia interni che esterni saranno applicati alla superficie vuoto per pieno, con deduzione dei soli fori superiori a mq 3,00 a compenso degli spigoli, spalle, risalti, ecc. che non verranno pagati.

Varranno sia per superfici piane che curve.

Nella fattura degli intonaci é compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura di tracce di qualunque genere, la muratura di eventuali ganci al soffitto e le riprese contro i pavimenti, zoccolatura e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono per intonaci su qualsiasi tipo di muratura. Nei prezzi delle tinteggiature si intende compensato ogni mezzo d'opera, ponteggi, impalcature, ecc.; le tinteggiature interne ed esterne, per pareti e soffitti, saranno misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

### **Art. 7 - Manufatti**

Il prezzo a corpo per la fornitura in opera dei manufatti conformi ai tipi di progetto (camerette, ecc.) é comprensivo di qualsiasi onere per i movimenti di terra, delle murature, dei ferri d'armatura, degli intonaci, degli aggettamenti, delle stuccature, degli ancoraggi, delle scalette, dei sostegni, delle segnalazioni notturne e diurne e di tutte le altre forniture necessarie a dare finiti i lavori.

Per manufatti particolari non conformi ai tipi di progetto, questi saranno valutati a volume, vuoto per pieno, misurato all'interno del manufatto. Nel prezzo a metro cubo vuoto per pieno sono compresi tutti gli oneri sopra citati per i manufatti valutati a corpo.

## **Art. 8 - Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo (ringhiere parapetti, ecc.) saranno generalmente valutati a peso, a lavorazione completamente ultimata con pesatura diretta prima della posa in opera fatta in contraddittorio ed a spese dell'appaltatore

## **Art. 9 - Condotti di fognatura a gravità**

La lunghezza dei condotti sarà quella utile misurata in opera lungo l'asse e senza sovrapposizioni, dedotta la lunghezza dei manufatti (pozzetti, camerette, impianti di sollevamento, ecc.).

## **Art. 10 - Tubazioni per acquedotto e fognatura in pressione**

La lunghezza delle tubazioni e pezzi speciali in acciaio sarà quella utile misurata in opera lungo l'asse e senza sovrapposizioni della lunghezza utile non verranno detratte le lunghezze delle apparecchiature idrauliche. Per le condotte in ghisa e pezzi speciali ecc., dalla lunghezza utile non verranno detratte le lunghezze delle apparecchiature idrauliche, mentre verranno detratte le lunghezze degli attraversamenti eseguiti con condotte di altro materiale.

Nessun supplemento sarà riconosciuto all'impresa per la posa in opera di tubazioni in presenza di sbadacchiature, puntelli ed armature a cassa chiusa.

## **Art. 11 - Pezzi speciali**

Sono considerati pezzi speciali lungo le tubazioni in pressione in acciaio e/o ghisa solo i coni di riduzione ed i Te previsti per le derivazioni di scarico posti in opera sulle condotte in acciaio o ghisa e saranno valutati a kg: saranno pure valutate a peso le tubazioni e connessioni idrauliche situate entro i manufatti particolari o serbatoi.

Nel prezzo per i pezzi speciali sono inoltre compresi gli attacchi filettati per manometri da 1/2" e gli attacchi per gli sfiati con attacco manuale alle autobotti di espurgo.

## **Art. 12 - Apparecchiature idrauliche**

Le saracinesche di arresto o di scarico, gli sfiati o le valvole, i giunti Gibault ed ogni altra apparecchiatura che vada ad inserirsi nelle tubazioni sarà valutata a numero.

I compensi per guarnizioni, bulloni ed ogni altro materiale accessorio per il collegamento dei pezzi speciali, saracinesche e sfiati sono compresi in quelli delle rispettive forniture principali; negli stessi compensi è pure compresa la fornitura di un conveniente numero di chiavi di adeguata lunghezza per l'apertura e la manovra dei pozzetti, chiusini, saracinesche e sfiati.

## **Art. 13 - Attraversamenti - pozzetti**

Gli attraversamenti subalvei saranno oggetto di sovrapprezzo limitatamente alle sole tratte cadenti negli alvei di canali e fiumi non prosciugabili per le quali si rende necessario lo scavo subacqueo a mano o con mezzi meccanici escluse le tratte in scarpata o golena per le quali è possibile l'aggottamento e lo scavo in asciutto.

Gli attraversamenti di manufatti in muratura esistenti con tubi in acciaio o ghisa saranno valutati con il prezzo per la fornitura in opera delle tubazioni, con l'aggiunta dei sovrapprezzi di cui all'articolo di elenco, valutati a metro lineare misurati al vivo delle parti murarie manomesse. Gli attraversamenti aerei di corsi d'acqua verranno valutati con i prezzi seguenti:

- 1) fornitura e posa in opera delle tubazioni in acciaio e/o ghisa a metro lineare, compresi tutti i pezzi speciali;
- 2) fornitura a piè d'opera di travate metalliche reticolari complete di scatola in lamiera di ferro valutate a chilogrammo
- 3) varo di travate metalliche reticolari complete di scatola di ferro compreso ponteggi, natanti, sollevamento, ecc. valutate a chilogrammo per le diverse luci delle campate degli attraversamenti

4) fornitura di materiali isolanti per la protezione termica della condotta

a) granulato di pomice a metro cubo

b) lana di vetro valutata a chilogrammo.

Le precitate voci potranno essere conglobate in un'unica voce dell'elenco prezzi.

Spalle o pile di sostegno saranno valutate con i rispettivi prezzi di elenco.

Gli attraversamenti da eseguirsi a mezzo di trivellazione o con macchina spingi-tubi verranno compensati nel seguente modo: fornitura e posa in opera di condotte in acciaio al ml; fornitura e posa in opera di tubo protettore al kg; trivellazione del rilevato al ml; compresa ogni opera necessaria per il piazzamento delle attrezzature, la sua rimozione, il rinterro nonché il ripristino delle opere eventualmente manomesse dall'esecuzione del lavoro.

Il prezzo a mc vuoto per pieno per la fornitura in opera dei pozzetti di calcestruzzo lungo le condotte, conformi ai tipi di progetto, é comprensivo di qualsiasi onere per i movimenti di terra, fornitura del passo d'uomo in ghisa, delle murature, dei ferri d'armatura, degli aggettamenti, delle stuccature, degli intonaci, delle scalette, dei sostegni, degli ancoraggi, delle segnalazioni stradali diurne e notturne e di tutte le altre forniture necessarie per dare finiti i lavori.

### **Art. 14 - Mano d'opera**

Gli operai per i lavori in economia, saranno compensati per ogni ora di effettivo lavoro prestato: dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi; l'appaltatore é obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione Lavori. Nelle prestazioni di mano d'opera saranno eseguite le disposizioni stabilite dalle Leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

### **Art. 15 - Materiale in fornitura a pié d'opera od in cantiere**

Tutte le provviste dei materiali saranno misurate con metodi geometrici, salvo le eccezioni esposte nei vari articoli del presente capitolato. I prezzi di elenco per i materiali a pié d'opera, si applicano soltanto:

- a) alle provviste dei materiali a pié d'opera che l'appaltatore é tenuto a fare richiesta alla Direzione Lavori come ad esempio, somministrazioni per lavori in economia, somministrazioni di legnami per casseri, paratie, travature, ecc. alla cui esecuzione provvede direttamente l'Amministrazione Appaltante, la somministrazione di ghiaia o pietrisco;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione d'ufficio e nel caso di rescissione coattiva di scioglimento del contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accreditamento dell'importo relativo nelle situazioni provvisorie che non deve superare il 50% prima della messa in opera;
- d) alla valutazione delle provviste a pié d'opera che si dovessero rilevare dall'Amministrazione quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori. I detti prezzi per i materiali a pié d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi.

In detti prezzi di materiali é compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a pié d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Impresa.

### **Art. 16 - Materiali di riempimento degli scavi**

I materiali di riempimento degli scavi di trincea per la posa in opera di condotte, in sostituzione di materiale di scavo ritenuto non idoneo al reinterro da parte della Direzione Lavori, saranno valutati a metro cubo intendendosi che la larghezza ai fini contabili é quella coincidente con la larghezza di scavo indicata nei disegni di progetto e negli articoli di elenco, mentre l'altezza é quella stabilita dalla Direzione Lavori in funzione della natura e consistenza dei terreni attraversati, indipendentemente dal fatto che gli scavi abbiano larghezze effettive superiori a quelle indicate in progetto, essendo già compresa nel prezzo di elenco questa possibile circostanza.

## **Art. 17 - Segnaletica stradale**

I lavori eseguiti verranno determinati con metodi geometrici, a metro lineare o a metro quadrato, secondo le indicazioni dei singoli prezzi unitari.

Per le strisce longitudinali, di qualsiasi genere, verrà misurata l'estesa eseguita vuoto per pieno senza considerare le interruzioni inferiori a 5 metri lineari.

Per le varie zebature di attraversamento pedonale o strisce trasversali di arresto la misurazione dovrà riferirsi alla superficie effettivamente ricoperta, con esclusione di qualsiasi spazio non ricoperto.

Per i disegni particolari compresi i triangoli di dare la precedenza, le diciture e le iscrizioni varie verrà contabilizzato il rettangolo contenente l'intero simbolo o l'intera singola parola.

## **Art. 18 - Impianti di sollevamento e opere elettromeccaniche (a corpo)**

Per tutti i lavori per i quali è fissato nell'elenco prezzi di contratto un prezzo a corpo sono comprese tutte le forniture specificate ed anche quelle maggiori fornite ed opere non previste ma che si dovessero rendere necessarie per dare compiuti gli impianti a regola d'arte, in perfetto stato di funzionamento e rispondenti perfettamente ai requisiti prescritti.

Per quanto attiene le opere appaltate a misura la Direzione Lavori si riserva di adottare i procedimenti che riterrà più convenienti per la maggiore approssimazione delle misure stesse.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione Lavori si riserva di richiedere eventuali varianti che possono portare ad un maggior o minor lavoro il cui importo potrà essere valutato in base ai prezzi unitari di elenco.

La Ditta assuntrice da parte sua, durante l'esecuzione degli impianti non può introdurre variazioni al progetto senza averne ricevuta la autorizzazione per iscritto dalla Direzione Lavori.

Ogni contravvenzione a questa disposizione è a completo rischio e pericolo della Ditta stessa, che deve rimuovere o demolire le opere eseguite qualora l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, non creda di accettarlo, ed in caso di accettazione, la Ditta, senza alcun aumento del prezzo a corpo dell'appalto, è obbligata alla esecuzione delle eventuali opere accessorie e complementari che le siano richieste perché i lavori eseguiti corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Le opere e le provviste relative agli impianti di sollevamento e alle opere elettromeccaniche verranno contabilizzate per la formulazione degli stati di avanzamento in corso d'opera, in base ai prezzi a corpo secondo le indicazioni dell'elenco prezzi e sulla base delle norme di seguito definite.

Quando a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, relativamente a ciascuno dei singoli impianti saranno stati completati i lavori per la costruzione della vasca in cls verrà contabilizzato il 30% del prezzo a corpo pattuito per tali opere.

Quando a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, relativamente a ciascuna singola fornitura saranno stati completati gli approvvigionamenti a piè d'opera delle opere elettromeccaniche verrà contabilizzato il 30% del prezzo a corpo pattuito per tali opere.

Quando a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, le opere elettromeccaniche relativamente a ciascuna singola fornitura saranno state completamente montate e assemblate, verrà contabilizzato in aggiunta alla percentuale definita nel paragrafo precedente un ulteriore 30% del prezzo a corpo pattuito per tali opere.

Infine a seguito della verifica della ultimazione dei montaggi e delle prove di corretto funzionamento dei singoli macchinari o impianti, dell'avviamento e della piena regolarizzazione dell'impianto con l'applicazione delle norme vigenti in materia, in aggiunta alle percentuali definite nei precedenti paragrafi verrà contabilizzato per ciascuna voce il rimanente 10% del prezzo a corpo pattuito per tali opere.

## **Art. 19 - Prezzi d'appalto**

I prezzi unitari offerti dall'Impresa si intendono accettati dalla stessa in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio; in detti prezzi si riconoscono comprensivi tutte le spese inerenti e conseguenti all'esecuzione dei lavori secondo le prescrizioni del presente capitolato che si intendono richiamate per ogni prezzo.

È stabilito pertanto e l'offerente presentando l'offerta riconosce:

- che i prezzi offerti per fornitura di mano d'opera comprendono oltre alla mercede, anche l'utile dell'Impresa e le sue spese generali, l'uso e consumo di mezzi ed attrezzi, le spese di assicurazione e previdenza e quelle di

trasporto;

- che i prezzi offerti per la fornitura di materiale a pié d'opera comprendono anche l'utile dell'Impresa e le spese generali ed accessorie;
- che i prezzi offerti per lavori compiuti comprendono anche il sopra indicato utile, la quota per spese generali ed accessorie, per gli spessori, per gli sprechi e per tutti gli oneri derivanti dall'applicazione delle disposizioni del presente capitolato e contenute nei regolamenti, norme e decreti in esse citati; che essi comprendono inoltre tutti gli oneri per dare ogni singola opera completa e funzionante fornita di tutti gli accessori non menzionati e necessari per assicurare l'uso, l'efficienza e la durata e che comprendono infine le spese relative alla manutenzione delle opere fino al collaudo.