REGIONE CAMPANIA

Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano

Legge 02/12/2015

GORI

PATTO PER LA CAMPANIA - SETTORE PRIORITARIO "AMBIENTE"
INTERVENTO STRATEGICO
"PIANO DELLA DEPURAZIONE E SERVIZIO IDRICO INTEGRATO"

Delibera Giunta Regionale della Campania n°732 del 13/12/2016



COMUNE DI SIANO
OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA RETE FOGNARIA

GORI

UNITA' INVESTIMENTI,
INGEGNERIA E SERVIZI

INGEGNERIA
Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

Gruppo di progettazione
ing. Giuseppina Riccio
ing. Mauro Bracale
ing. Tiziana Catalano

INT. 7266

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato: N1

Scala: /

Titolo:

Disciplinare descrittivo e prestazionale - Opere civili

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Febbraio 2021			
1	Verifica progetto	Maggio 2021			

Esecuzione delle Opere	Prestazioni Specialistiche	Il Progettista	Il R.U.P.
		ing. Domenico Cesare	ing. Domenico Tizzano

Il presente progetto è protetto a termini di legge.

INDICE

CAPO 1 - CONDIZIONI GENERALI 4
ART.1. NORME DI APPLICAZIONE 4
ART.2. QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE 13
CAPO 2 – MATERIALI DA COSTRUZIONE 15
ART.3. GENERALITÀ 15
ART.4. FORNITURA DIRETTA DI MATERIALI DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE 16
ART.5. ACQUA 16
ART.6. GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA 16
ART.7. POZZOLANE, PIETRE NATURALI, TUFI 17
ART.8. LATERIZI 18
ART.9. CUBETTI DI PIETRA 18
ART.10. CALCI AEREE, GESSO E LEGANTI IDRAULICI 18
ART.11. TERRENI PER SOPRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI 19
ART.12. DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO 20
ART.13. MATERIALI FERROSI E METALLI 20
ART.14. LEGNAMI 21
ART.15. ASFALTI E BITUMI 21
ART.16. COLORI E VERNICI 22
ART.17. VERNICIATURA E ZINCATURA 23
ART.18. PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE 23
ART.19. PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI 26
ART.20. SIGILLANTI, ADESIVI 27
ART.21. PRODOTTI E MATERIALI PER PARETI ESTERNE 28
ART.22. PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA) 29
ART.23. IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE 30
ART.24. MALTE E CONGLOMERATI 34
ART.25. MALTA CEMENTIZIA BICOMPONENTE PER LA FINITURA DEL CALCESTRUZZO 36
ART.26. MALTA CEMENTIZIA MONOCOMPONENTE PER LA FINITURA DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO 37
ART.27. MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAME A SECCO 37
ART.28. MURATURE DI PIETRAME CON MALTA 38
ART.29. PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETRAME 39
ART.30. MURATURA IN PIETRA DI TUFO 40
ART.31. MURATURE IN PIETRE TENERE 40
ART.32. MURATURE DI MATTONI 40
ART.33. PIETRA DA TAGLIO 41
ART.34. CALCESTRUZZI E CEMENTO ARMATO E MICROPALI 42
ART.35. ACCIAIO DA CARPENTERIE 45
ART.36. STRUTTURE PREFABBRICATE DI CEMENTO ARMATO 46
A. CAMERETTE DI ISPEZIONE E DI RACCORDO 47
B. POZZETTI RACCOLTA ACQUE STRADALI (CADITOIE) 48
ART.37. STRUTTURE DI ACCIAIO 49
ART.38. COPERTURE A LASTRONI 52

ART.39. RABBOCCATURE 52
ART.40. DEMOLIZIONI 52
ART.41. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO 53
ART.42. RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 72
ART.43. LASTRICATI - PAVIMENTI IN CUBETTI DI PORFIDO O PIETRA 72
ART.44. PAVIMENTAZIONI DIVERSE 73
ART.45. ACCIOTTOLATI E SELCIATI 74
ART.46. MATERIALE A SURROGA DEL BASOLATO VESUVIANO DI RECUPERO 74
ART.47. RILAVORAZIONE DEL BASOLATO DI RECUPERO E POSA IN OPERA 75
ART.48. SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE E COMPLEMENTARE, BARRIERE E SCIVOLI 76
ART.49. LAVORI IN FERRO 83
ART.50. LAVORI DA STAGNAIO 84
ART.51. LAVORI IN LEGNAME 84
ART.52. OPERE A VERDE 85
ART.53. LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI 89
ART.54. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI 90

CAPO 3 - MOVIMENTI DI MATERIE E TUBAZIONI 90
ART.55. GENERALITÀ 90
ART.56. COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI DELL'ENTE APPALTANTE 91
ART.57. TRACCIAMENTI 91
ART.58. SCAVI IN GENERE 92
ART.59. SCAVI DI SBANCAMENTO 93
ART.60. SCAVI DI FONDAZIONE E SUBACQUEI, E PROSCIUGAMENTI 93
ART.61. RILEVATI E RINTERRI 95
ART.62. PARATIE O CASSERI 96
ART.63. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 96
ART.64. DRENAGGI 97
ART.65. TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI IN GENERE 99
ART.66. TUBAZIONI IN ACCIAIO 101
ART.67. TUBAZIONI DI GHISA 112
ART.68. TUBAZIONI IN PVC RIGIDO 126
ART.69. PEZZI SPECIALI 131
ART.70. TUBAZIONI IN POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRA DI VETRO (PRFV) 131
A. GIUNZIONI PER CONNESSIONE DI TUBO 133
ART.71. MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI 138
ART.72. ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI 143
ART.73. PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA 144
ART.74. RINTERRO 147

CAPO 4 - OPERE DI PROTEZIONE SCAVI 147
ART.75. PARATIE E DIAFRAMMI 147
ART.76. SISTEMI DI BLINDAGGI 148
ART.77. PARATIE COSTRUITE IN OPERA 150
ART.78. PALIFICAZIONI 150

ART.79. PALI COSTRUITI IN OPERA. 150
ART.80. DISPOSIZIONI VALEVOLI PER OGNI PALIFICAZIONE PORTANTE 152
ART.81. TRATTAMENTI COLONNARI – DEEP MIXING 152

CAPO 1 - CONDIZIONI GENERALI

Art.1. NORME DI APPLICAZIONE

Nell'esecuzione delle prestazioni previste dal presente disciplinare tecnico, saranno osservati:

Normativa generale per la realizzazione di opere pubbliche

- Decreto Legislativo, n. 50/2016 e s.m.i. – "Codice dei contratti pubblici e s.m.i.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" e s.m.i. ;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. – "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 2017, n. 31 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata".
- Decreto Legislativo aprile 2006, n. 152 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale";
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164".
- Decreto del Presidente della Repubblica 19 aprile 2012, n. 236 – "Regolamento recante disciplina delle attività della Difesa in materia di lavori, servizi e forniture a norma dell'articolo 196 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163";

Strutture in cemento armato, e metalliche

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" di cui alla legge n. 1086 del 5.11.1971 (G.U. n. 321 del 21.12.1971).
- L. 02/02/1974, n° 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge Regionale della Campania 7 gennaio 1983, n. 9. "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico".
- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. 16/02/2007 – "Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione".

- D.M. 09/03/2007 – “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei vigili del fuoco”
- Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni - D.M. del 18 gennaio 2018.

Caratteristiche dei materiali

- "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" di cui al decreto del 03.06.1968 del Ministero dei LL.PP..
- "Prove di aderenza su barre di acciaio ed aderenza migliorata" di cui alle norme C.N.R. - UNI 10020/71.
- "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo" di cui alle norme C.N.R. UNI 10016/68;
- "Solai misti - cemento armato" di cui alle C.N.R. - UNI 10017/68.
- "Resistenza al fuoco" di cui alla circolare n. 91 del Ministero dei LL.PP..
- "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" di cui alla Legge n. 595 del 26.05.2965.
- "Norme per l'accettazione dei leganti idraulici" di cui al decreto del 3.1.1972 del Ministero dei LL.PP..
- Testo Unitario, Norme tecniche per le costruzioni- D.M. del 14 gennaio 2008;
- Testo Unico dell’edilizia – D.P.R. del 6 giugno 2001, n. 380.

Architettura tecnica

- "Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà tecniche, geometriche e di ventilazione, di illuminazione delle costruzioni edilizie" di cui alla circolare n. 1769 del 30.4.1966 del Ministero dei LL.PP..
- "Modificazioni alla Istruzioni Ministeriali del 20.06.1968 relative all'altezza minima ed ai requisiti igienico - sanitari principali dei locali di abitazione" di cui al decreto del 05.07.1975 del Ministero dei LL.PP..
- Testo Unico dell’edilizia – D.P.R. del 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.

Sicurezza sul lavoro ed Antinfortunistica

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 così come modificato ed integrato dal D.lgs 106 del 3 agosto 2009 ”Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Allegati di cui al Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. ”Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Prevenzione incendi

- Decreto ministeriale 03 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 151 del 01.08. 2011 recante "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'art. 49, comma 4-quater del decreto legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 210, n. 122";
- DECRETO 5 agosto 2011, Procedure e requisiti per l'autorizzazione e l'iscrizione dei professionisti negli elenchi del Ministero dell'interno di cui all'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- Decreto Ministeriale 9 aprile 1994 coordinato con il D.M del 6 ottobre 2003 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico alberghiere";
- Decreto del ministero dell'Interno 9 agosto 2016 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico - alberghiere, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Circolare n. 36 MI.SA. del 11 dicembre 1985 – prevenzione incendi: chiarimenti interpretativi di vigenti disposizioni e pareri espressi dal Comitato centrale tecnico scientifico per la prevenzione incendi su questioni e norme di prevenzione incendi;
- Chiarimenti Servizi Vigili del Fuco nota n. prot. P959/4101 sott. 106/17 del 15.09.2000 – Rilascio certificato prevenzione incendi per le attività di cui al D.M. 16.02.1982 gestite dall'Amministrazione della Difesa;
- D.M. 12.04.1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi";
- D.M. 10.03.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D.M. INTERNO 9 MARZO 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del corpo nazionale dei Vigili del Fuoco;
- D.M. INTERNO 16 FEBBRAIO 2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;
- UNI 12845 – Sistemi automatici a sprinkler
- UNI 9795 – sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio;
- UNI 10779 Impianti di estinzione incendi – reti idranti – progettazione, installazione ed esercizio.

- UNI 11292 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio;
- Norme UNI per i singoli componenti.
- Norme CEI per i componenti elettrici.

Impianti elettrici e impianti per ascensori- montacarichi e gru

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 e successive modifiche ed integrazioni;
- "Norme per gli impianti elettrici" di cui alla legge n. 186 dell'01.03.1968.
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 il “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2 Impianti di messa a terra.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori.
- CEI 23-14 Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori.
- CEI 23-25 Tubi per istallazioni elettriche - Parte 1°: Prescrizioni generali.
- CEI 23-26 Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi ed accessori.
- CEI 23-28 Tubi per istallazioni elettriche - Parte 2°: Norme particolari per tubi – Sezione uno – Tubi metallici. • CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico rigido.
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portatavi e portapparecchi.
- CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portatavi e portapparecchi per soffitto e parete.
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- CEI 20-20 Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- EN 61558-1 CEI 96-3 Sicurezza dei trasformatori delle Unità di Alimentazione e similari. Parte prima - Prescrizioni generali e prove.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici - Parte 1° in regime permanente.
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l’incendio
- CEI 20-32 Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilenpropilenica ad alto modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione nominale non superiore a 1kV.
- CEI 23-12 Prese a spine per usi industriali.
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione -Parte 1° Prescrizioni generali e prove.

- CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione - Parte 2°requisiti particolari – Apparecchi di illuminazione di emergenza.
- CEI 34-23 Apparecchi di illuminazione – Parte 2°: requisiti particolari – Apparecchi fissi per uso generale.
- CEI 110-2 Limiti e metodi di misura delle caratteristiche delle lampade fluorescenti e degli apparecchi di illuminazione relative ai radiodisturbi.
- CEI 34-31 Apparecchi di illuminazione – Parte 2°: requisiti particolari. Apparecchi di illuminazione da incasso.
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assemblate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.) – Parte 1° Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).
- CEI 85-3/11 Strumenti di misura elettrici indicatori analogici ad azione diretta e relativi accessori.
- CEI 13-12 Strumenti di misura elettrici ad azione indiretta.
- CEI 17-3 Contatori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1200V in corrente continua.
- CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata a tensione nominale non superiore a 100V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200V.
- CEI 17-11 Interruttori di manovra sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200V.
- CEI 23-18 Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari.
- CEI 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici.
- CEI 20-37 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione.
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a baso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - Parte 1° Tensione nominale Uo/U non superiore a 0.6/1kV.
- D.M. 37/08 Norme di sicurezza sugli impianti
- UNI EN 12464-1 Illuminotecnica – Illuminazione di interni con luce artificiale
- d.Lgs.81/08 Sicurezza negli ambienti di Lavoro
- UNI EN 54 Componenti dei sistemi di rilevazione automatica d'incendio
- CEI EN 62305 (CEI 81-10) Protezione delle strutture contro i fulmini

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- L.R. n°17 del 27/03/2000 Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso
- UNI EN 1838:2014 Illuminazione di emergenza
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1 Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenze
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- Circolari UTOV M_D/GGEN/05/711/J/04/03/EL/09 DEL 20.03.2009 e n. 561 del 14.03.2010 sugli impianti di sollevamento;
- Attuazione in ambito Ministero Difesa del R.D. 635/40 (Allegato D) recante Regolamento per l'esecuzione del T.U. delle Leggi di P.S. e delle norme CEI 64-2 CEI 81-10/1 4 relative agli impianti elettrici ed agli impianti di protezione contro scariche atmosferiche in luoghi dove sono presenti sostanze esplosive 2007.

Impianti idrosanitari

- Norma UNI 9182/2014 – Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI EN 12056-1 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni
- UNI EN 12056-2 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
- UNI EN 12056-5 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso
- UNI-CTI 8065 - Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile

Impianti di climatizzazione estate inverno, impianto di riscaldamento ed impianto per la produzione acqua sanitaria

- D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini dell'ottenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10

- Direttiva 2002/91/CE Rendimento energetica in edilizia
- D.Lgs 192/2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia
- D.Lgs 311/2006 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.P.R. 59/2009 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia
- Direttiva 2010/31/UE Prestazione energetica nell'edilizia
- D.Lgs 28/2011 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D.L. 63 del 4/6/2013 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.
- D.P.R. 74/2013 Regolamento recante definizione dei generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici
- Legge 90/2013 Conversione, con modificazioni, del decreto legge 63 del 4/6/2013
- UNI/TR 11328-1:2009 Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI 8065:1989 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI EN 12098-4:2005 Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 4: Ottimizzatore delle fasi di avvio-interruzione per impianti elettrici di riscaldamento
- UNI EN 12828:2005 Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN 14336:2004 Impianti di riscaldamento negli edifici - Installazione e messa in servizio dei sistemi di riscaldamento ad acqua calda

- UNI EN 14337:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione e installazione di sistemi di riscaldamento elettrico diretti
- UNI EN 15251:2008 Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica
- UNI EN 15316-2-1:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti
- UNI EN 15316-2-3:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti
- UNI EN 15316-3-1:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 3-1: Impianti per la produzione di acqua calda
- UNI EN 15316-3-2:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 3-2: Impianti per la produzione di acqua calda
- UNI EN 15316-3-3:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 3-3: Impianti per la produzione di acqua calda
- UNI EN 15316-4-2:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell' impianto - Parte 4-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, pompe di calore
- UNI EN 15316-4-3:2008 Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell' impianto - Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici
- UNI 10349:1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI 10351:1994 Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI/TS 11300-1:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI/TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

- UNI/TS 11300-3:2010 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2012 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
- UNI EN ISO 14683:2008 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi
- semplificati e valori di riferimento
- UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 7345:1999 Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni

<u>Tutela ambientale e Antinquinamento</u>

- Dlgs n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. recante “Norme in materia ambientale”;
- Decreto del ministero della Difesa 22 ottobre 2009 – Procedure per la gestione dei materiali e dei rifiuti e la bonifica dei siti e delle infrastrutture direttamente destinati alla difesa militare ed alla sicurezza nazionale;
- DPR 13 giugno 2017 n. 120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del Decreto legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164;
- D.M. 06/09/1994 “Norme relative alla cessazione dell’impiego dell’amianto”.
- D.Lgs. n.152 del 11/5/1999 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.
- D.Lgs. n. 209 del 22 maggio 1999 "Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili"
- D.Lgs. n. 258 del 18 agosto 2000 “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento”;

- "Direttive per la disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature" di cui alla deliberazione del 30.12.1980 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- Decreto Ministero dell'Industria del 16.05.1996 n°392 - Regolamento recante norme tecniche relative all'eliminazione degli oli usati.

Inquinamento acustico

- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 – "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – "Determinazione dei valori limite nelle sorgenti sonore";
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 – "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- Decreto Ministero Ambiente 16 marzo 1998 – "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 194 – "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale";

Circolari UTOV

- Circolare_Applicativa 462 del 2002;
- Circolare Ascensori e Montacarichi_1999;
- Circolare ex Gas, Polveri, Combustibili 2005;
- Circolare ex Sostanze esplosive 2002;
- Circolare Apparecchi in pressione 2002;
- Regolamento impianti iperbarici a terra 2004.

Dovranno altresì essere rispettate tutte le norme tecniche in vigore attinenti la realizzazione delle opere (architettoniche, strutturali, impiantistiche, di sicurezza, igienico sanitarie…) ed ogni altra norma tecnica specifica vigente al momento dello svolgimento della prestazione richiesta.

Art.2. QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi della normativa vigente.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la Stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione appaltante in sede di collaudo.
L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal Capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
La Direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente

siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile del procedimento.

CAPO 2 – MATERIALI DA COSTRUZIONE

Art.3. GENERALITÀ

i materiali da costruzione devono corrispondere alle prescrizioni indicate negli articoli seguenti e possedere i requisiti di accettazione stabiliti dalle norme vigenti. Per la demolizione dei lavori a causa di materiali difettosi e per le relative verificazioni del Direttore lavori, si applica quanto previsto dalla normativa vigente.
I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della Direzione lavori, siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Quando la Direzione lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti e i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'appaltatore. La variazione dei luoghi di provenienza potrà essere ordinata dal Direttore lavori quando per qualsiasi ragione sia necessario o convenga ricorrere ad altre località per l'estrazione dei materiali; in questo caso potranno, se occorre, essere determinati i relativi nuovi prezzi a norma delle previsioni del Capitolato. In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento e invio di campioni a istituto sperimentale debitamente riconosciuto. L'appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel sito indicato dal Direttore lavori ed eventualmente messo a disposizione dell'appaltatore. Detti campioni saranno muniti di sigilli e firma del Direttore lavori e dell'appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art.4. FORNITURA DIRETTA DI MATERIALI DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE

La Stazione Appaltante ha la facoltà di eseguire forniture dirette di materiali o di scorporarli dall'appalto, senza che per questo l'Impresa possa chiedere alcun compenso, a qualsiasi titolo o ragione.

Art.5. ACQUA

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

Art.6. GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

Gli inerti (sabbia, ghiaia, e pietrisco), naturali o di frantumazione, da impiegarsi per la formazione dei calcestruzzi dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato e, per il cemento armato, alla conservazione delle armature. Le ghiaie e i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive. La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose e organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa e avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.
La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione lavori in base alla destinazione, al dosaggio e alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro. Per i lavori di notevole importanza, l'appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione lavori i normali controlli. In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie, questi dovranno essere da 40 a 71 mm (trattenuti dal crivello 40 UNI e passanti da quello 71 UNI n. 2334) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno, da 40 a 60 mm (trattenuti dal crivello 40 UNI e passanti da quello 60 UNI n. 2334) per volti o getti di un certo spessore, da 25 a 40 mm (trattenuti dal crivello 25 UNI e passanti da quello 40 UNI n. 2334) per volti o getti di limitato spessore. Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni. Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione e al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione

non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività. Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempre che siano provenienti da rocce di qualità idonea. I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme vigenti di accettazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti dal crivello 10 UNI; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI n. 2332. Di norma, si useranno le seguenti pezzature: 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate; 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello); 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fiuidi; 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati; 5) graniglia normale da 5 a 20 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi; 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi. Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata. Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

Art.7. POZZOLANE, PIETRE NATURALI, TUFI

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza, dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti. Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta. Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui dovranno essere assoggettate e avere un'efficace adesività alle malte. Saranno escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasi e di perfetta lavorabilità. Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta, uniforme e resistente; saranno escluse quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci.

Art.8. LATERIZI

I mattoni pieni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale), e di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 kg/cmq. Essi devono essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta e omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi; non essere eccessivamente assorbenti. I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35°C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di -10°C, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto. I mattoni forati, le volterrane e i tavelloni dovranno avere una adeguata resistenza alla compressione. Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; le tegole piane non dovranno avere difetto alcuno nel nasello. Le tegole dovranno avere una adeguata resistenza alla compressione e all'urto e risultare impermeabili sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore.

Art.9. CUBETTI DI PIETRA

I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle vigenti norme di accettazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Art.10. CALCI AEREE, GESSO E LEGANTI IDRAULICI

Le calci aeree e idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti. La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi e infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature, almeno 15 giorni prima. La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.
L'estinzione della calce viva dovrà eseguirsi con i migliori sistemi conosciuti e secondo le prescrizioni del Direttore lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura nelle quali sarà mantenuta coperta con uno strato di arena. Il gesso dovrà essere di recente

cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a cm2 , scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti ben riparati dall'umidità. I leganti idraulici e cioè le calci idrauliche (naturali o artificiali), gli agglomeranti cementizi (a lenta o a rapida presa) e i cementi (normali, ad alta resistenza e alluminosi) dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno o in sili e comunque in modo da restare perfettamente riparati dall'umidità.

Art.11. TERRENI PER SOPRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria, i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida a una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica a una fase liquida (limite di fluidità L.L.), nonché l'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.), da stabilirsi per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni. Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione lavori, si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board): a) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela sabbia e argilla; dovrà interamente passare al setaccio da 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10 dovrà essere passante dal 55 al 90% al setaccio n. 20 A.S.T.M., passante dal 35 al 70% al setaccio n. 40 A.S.T.M. e passante dal 10 al 25% al setaccio n. 200 A.S.T.M.; a) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia e argilla; dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200; b) negli strati di fondazione di cui ai precedenti punti a) e b), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i 2/3 di essa; c) strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia e argilla; valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al punto a); d) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia e argilla; deve essere interamente passante al setaccio da 25 mm e per almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200; e) negli strati superiori di cui ai punti d) ed e), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai 2/3 della frazione passante al n. 40. Inoltre, è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio), che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto a un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare per gli strati inferiori non

inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Art.12. DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) e avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie), in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

Art.13. MATERIALI FERROSI E METALLI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, nonché dalle vigenti norme UNI e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti: Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità. L'acciaio trafilato o laminato nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, la prima varietà deve essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature od alterazioni, deve essere saldabile e non suscettibile di perdere la tempra, e alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare, con aspetto sericeo. L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto. L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà soddisfare le seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafila) e il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cmq. Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 giorni di stagionatura non inferiore a kg/cmq 250; questa resistenza è riducibile a 200 kg/cmq quando la tensione nell'acciaio sia limitata a 2.200 kg/cmq. Le caratteristiche e le modalità degli acciai ad aderenza migliorata saranno di quelle indicate nel D.M. 1 aprile 1983. La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente

lavorabile con la lima e con lo scalpello, di fattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea e modellata, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità e altri difetti capaci di menomarne la resistenza. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I metalli vari (piombo, zinco, stagno, rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni) dovranno essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Art.14. LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni vigenti in materia, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.
Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente 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 conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati e a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

Art.15. ASFALTI E BITUMI

L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle miniere più reputate; sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente dalla distillazione del carbon fossile, e il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104 a 1205 kg. I bitumi debbono soddisfare le vigenti norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Per i trattamenti superficiali e a semipenetrazione, si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati e tappeti, si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per i conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40; per l'asfalto colato il tipo B 20/30. Il bitume asfaltico proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, sarà molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame vegetale. I bitumi liquidi debbono soddisfare le vigenti norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima. Le emulsioni bituminose debbono soddisfare le vigenti norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali del Consiglio Nazionale delle Ricerche. I catrami debbono soddisfare le vigenti norme per l'accettazione dei catrami par usi stradali del Consiglio Nazionale delle

Ricerche. Per i trattamenti si usano i tre tipi C 10/40, C 40/125 e C 125/500. La polvere asfaltica deve soddisfare le vigenti norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Gli oli minerali da impiegare nei trattamenti in polvere di roccia asfaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire: da rocce asfaltiche o scisto-bituminose; da catrame; da grezzi di petrolio; da opportune miscele dei prodotti suindicati. Gli oli avranno caratteristiche diverse a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti. Se d'inverno, si ricorrerà al tipo A; se d'estate, al tipo B. Le caratteristiche degli oli da impiegare con polveri di roccia asfaltica di provenienza abruzzese sono le seguenti:

CARATTERISTICHE Tipo A (invernale)

Viscosità Engler a 25° Acqua Distillato fono a 200°C Residuo a 330 °C Punto di rammollimento del residuo (palla e anello) Contenuto in fenoli 3/6 max 0,5% max 10% (in peso) min 25% (in peso) 30/45 max 4% 4/8 max 0,5% max 5% (in peso) min 30% (in peso) 35/70 max 4%

Le caratteristiche degli oli da impiegare con polveri di roccia asfaltica di provenienza siciliana sono le seguenti:

CARATTERISTICHE Tipo B (estivo)

Viscosità Engler a 50° Acqua Distillato fono a 230°C Residuo a 330 °C Punto di rammollimento del residuo (palla e anello) Contenuto in fenoli max 10 max 0,5% max 10% (in peso) min 45% 55/70 max 4% max 15 max 0,5% max 5% (in peso) min 5% (in peso) 55/70 max 4%.
Tutti i tipi suindicati potranno, in caso di necessità, essere riscaldati a una temperatura non eccedente i 60°C.
In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento e invio di campioni a istituto sperimentale debitamente riconosciuto. L'appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel sito indicato dal D.L. ed eventualmente messo a disposizione dell'appaltatore. Detti campioni saranno muniti di sigilli e firma del D.L. e dell'appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art.16. **COLORI E VERNICI**

L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte e amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente in 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1% e alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93. L'acquaragia (essenza di trementina) dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15°C sarà di 0,87. La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%. Il minio, sia di piombo (sesquiossido di piombo) che di alluminio (sesquiossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, ecc.). Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli olii, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente. Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Le vernici speciali eventualmente prescritte dal Direttore lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.

Art.17. VERNICIATURA E ZINCATURA

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.
Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati: potranno essere invece zincati a caldo.

Art.18. PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE

Generalità

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti.

Classificazione su metodo di formatura ed assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma.

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle greificate" dal R.D. 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm2 (25 kg/cm2) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma **UNI EN 87**) per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori;

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

Prodotti in pietre naturali

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni.

Si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma **UNI 9379** - Edilizia. Pavimenti lapidei. Terminologia e classificazione.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).
Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm.
L'accettazione avverrà secondo l'art. 39. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.
Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Mattonelle di asfalto

Dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto:

- 4 N/m (0,40 kg/m minimo);
- resistenza alla flessione: 3 N/mm2 (30 kg/cm2 minimo);
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

Prove di accettazione

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta. Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro. La prova di usura si esegue su due provini i cui risultati vengono mediati. La prova di gelività si effettua su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo. Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali autorizzati.

Accessibilità

Per pavimentazione antisdrucciolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetto non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.
Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.
Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione ed i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.
Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli, essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.
I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro; i grigliati ad elementi paralleli devono comunque essere posti con gli elementi ortogonali al verso di marcia.

Art.19. PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI

Caratteristiche

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) dell'edificio. Prima dell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti. Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti ed i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla Direzione dei lavori per definire le opere. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc., in tal caso, a discrezione del Direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore.
I prodotti per rivestimenti si distinguono:
Stato fisico:
- fluidi o pastosi (intonaci - vernicianti - ecc.).

Collocazione:
- per esterno;
- per interno.

Collocazione nel sistema di rivestimento:
- di fondo;
- intermedi;
- di finitura.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Prodotti fluidi o in pasta

Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.
Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e le caratteristiche seguenti:
- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI; per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Prodotti vernicianti
I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.
Si distinguono in:
- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:
- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO2;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto esecutivo od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Art.20. SIGILLANTI, ADESIVI

Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc..
Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:
- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme vigenti. In loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.
Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).
Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.
Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:
- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Art.21. PRODOTTI E MATERIALI PER PARETI ESTERNE

Generalità

Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di queste parti di edificio.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione s'intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed a loro completamento alle prescrizioni di seguito elencate:

a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla norme:

UNI 8942-1 *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*

UNI 8942-2 *Prodotti di laterizio per murature. Limiti di accettazione.*

UNI 8942-3 *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*

b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma **UNI 8942** (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei lavori;

c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.). I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione dei lavori.

Art.22. PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)

Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Tegole e coppi in laterizio

Tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza od a completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm2 di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza ± 3%; larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi;

c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;

e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 *N*.

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme **UNI 8626 e 8635**, in particolare alla **UNI EN 1304,** Tegole di laterizio per coperture discontinue - Definizioni e specifiche di prodotto.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da *a)* ad *f)* ed eventuali istruzioni complementari.

Art.23. IMPERMEABILIZZAZIONI E COPERTURE PIANE

Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

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

Membrane

Le membrane si classificano in base:

1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);

2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);

3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);

4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

Prodotti forniti in contenitori

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
2) asfalti colati;
3) malte asfaltiche;
4) prodotti termoplastici;
5) soluzioni in solvente di bitume;
6) emulsioni acquose di bitume;
7) prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alla norma **UNI 8178** - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

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

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);

- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Membrane destinate a formare strati di protezione

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alle varie parti della norma **UNI 8629** (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente lettera *a)* utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente lettera *b)* devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo lettera *c)*.

a) I tipi di membrane considerati sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o

inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);

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

b) Classi di utilizzo:

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

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

c) Le membrane di cui alla lettera *a)* sono valide per gli impieghi di cui alla lettera *b)* purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma **UNI 8898** (varie parti):

Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) a secondo del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche ed i valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle norme:

Art.24. **MALTE E CONGLOMERATI**

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

a) Malta comune

Calce spenta in pasta ..... 0,25 ÷ 0,40 mc

Sabbia ..... 0,85 ÷ 1,00 >>

b) Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo).

Calce spenta in pasta ..... 0,20 ÷ 0,40 >>

Sabbia ..... 0,90 ÷ 1,00 >>

c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura).

Calce spenta in pasta ..... 0,35 ÷ 0,45 >>

Sabbia vagliata ..... 0,800 >>

d) Malta grossa di pozzolana.

Calce spenta in pasta ..... 0,22 >>

Pozzolana grezza ..... 1,10 >>

e) Malta mezzana di pozzolana.

Calce spenta in pasta ..... 0,25 >>

Pozzolana vagliata ..... 1,10 >>

f) Malta fina di pozzolana.

Calce spenta in pasta ..... 0,28 >>

Pozzolana vagliata ..... 1,05 >>

g) Malta idraulica.

Calce idraulica ..... 4,00 q

Sabbia ..... 0,90 mc

h) Malta bastarda.

Malta di cui alle lettere a), e), g) ..... 1,00 mc

Agglomerante cementizio a lenta presa..... 1,50 q

i) Malta cementizia forte.

Cemento idraulico normale ..... 6,00 q

Sabbia ..... 1,00 mc

l) Malta cementizia debole.

Agglomerante cementizio a lenta presa..... 3,00 q

Sabbia ..... 1,00 mc

m) Malta cementizia per intonaci.

Agglomerante cementizio a lenta presa..... 6,00 q

Sabbia ..... 1,00 mc

n) Malta fina per intonaci.

Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo staccio fino

o) Malta per stucchi.

Calce spenta in pasta ..... 0,45 >>

Polvere di marmo ..... 0,90 >>

p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana.

Calce comune ..... 0,15 >>

Pozzolana..... 0,40 >>

Pietrisco o ghiaia..... 0,80 >>

q) Calcestruzzo in malta idraulica.

Calce idraulica..... 2,00 q

Sabbia ..... 0,40 mc

Pietrisco o ghiaia..... 0,80 >>

r) Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi, ecc.

Cemento..... 2,50 q

Sabbia..... 0,40 mc

Pietrisco o ghiaia..... 0,80 >>

s) Conglomerato cementizio per strutture sottili.

Cemento..... 3,50 q

Sabbia..... 0,40 mc

Pietrisco o ghiaia..... 0,80 >>

Quando il Direttore lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni del medesimo. I materiali, le malte e i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse, della capacità prescritta dal Direttore lavori, che l'Impresa sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione. La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita. L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente. Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa e avviluppato di malta per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nelle NTC. 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.

Art.25. MALTA CEMENTIZIA BICOMPONENTE PER LA FINITURA DEL CALCESTRUZZO

La regolarizzazione superficiale di tutte le superfici in calcestruzzo interne al manufatto fognario la conseguente protezione delle stesse, dovrà essere effettuata mediante applicazione a spatola di malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, microsilicati, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali, polimeri sintetici in dispersione acquosa. il prodotto dovrà essere applicato nello spessore massimo per strato, di 2-3mm e, successivamente, rifinito con frattazzo di spugna. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Massa Volumica dell'impasto: 2000(kg/mc)
- pH: 12.5
- Viscosità Brookfield: 600.00 mPa*s (albero 6 - giri 5)

- Durata dell'impasto: 60'(a +23°C)
- Tempo di asciugamento superficiale: 20'(a +23°C)
- Aderenza al supporto: 2,5 N/mmq (rottura del supporto)
- Resistenza all'abrasione: 1.6g (Abrasimetro Taber,
- mola H-22,
- peso 500g dopo 200giri)
- Consumo: 2 kg/mmq (per mm di spessore)

Art.26. MALTA CEMENTIZIA MONOCOMPONENTE PER LA FINITURA DEL CALCESTRUZZO AMMALORATO

La ricostruzione volumetrica del calcestruzzo armato ammalorato dovrà essere effettuata mediante applicazione di uno o più strati di malta cementizia tissotropica fibrorinforzata. L'applicazione dovrà essere effettuata con metodo tradizionale a cazzuola oppure a spruzzo con idonea intonacatrice. Le superfici in calcestruzzo, oggetto della ricostruzione o del rivestimento, dovranno essere fortemente irruvidite e, per riporti di malta superiori a 2 cm, si dovrà prevedere anche l'inserimento di reti di contrasto.
La malta dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
- peso specifico dell'impasto 2,1-2,2 kg/dmc - spandimento 40-80% (UNI 7044/72) - resistenza a compressione ≥60 MPa (a 28 gg) - resistenza a flessione ≥9 MPa (a 28 gg) - modulo elastico statico a compressione 27.000-31.000 Mpa - adesione al supporto ≥2 Mpa - adesione su "cunei autostrade" ≥5,5 - consumo (per cm di spessore) 18,5 kg/mq (se utilizzato puro); 14,5 kg/mq (se utilizzato in miscela con il 30% di ghiaietto 6÷8 mm).

Art.27. MURATURE E RIEMPIMENTI IN PIETRAME A SECCO

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro; scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con l'accuratezza della costruzione alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta del Direttore lavori vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolarmente disposte, anche a più ordini, per lo scolo delle acque. I riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o

cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Art.28. MURATURE DI PIETRAME CON MALTA

La muratura a getto («a sacco») per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, quest'ultima in proporzione non minore di 0,45 mc per metro cubo di muratura. La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta. La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi: tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata e aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi. Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Impresa dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname in guisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, e in ogni caso sarà sua cura adottare tutti i mezzi necessari perché le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta. La muratura di pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e allettati di malta. Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose e ove occorra, a giudizio del Direttore lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente e alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessure fra due corsi consecutivi. Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco, e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico a faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati. Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno il

nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro. Le facce viste delle murature in pietrame che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

Art.29. **PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETRAME**

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini del Direttore lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni: - con pietra rasa e teste scoperte (a opera incerta); - a mosaico greggio; - con pietra squadrata a corsi pressoché regolari; - con pietra squadrata a corsi regolari. Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (a opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 0,25 m e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie. Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa. Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri. Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. Il Direttore lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà mai essere minore di 20 cm. In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm e le connessure avranno larghezza non maggiore di 1 centimetro. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi

in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Art.30. **MURATURA IN PIETRA DI TUFO**

Per le murature da eseguire con pietra di tufo entro terra, le pietre che dovranno mettersi in opera aderenti alle facce verticali dei corsi dovranno essere lavorate a faccia piana, come pure dovranno essere spianate quelle che dovranno appoggiare sul fondo dei cavi. La muratura dovrà elevarsi a corsi orizzontali non inferiori a 20 cm, avendo cura che le pietre nel grosso del muro siano sempre piazzate con la faccia maggiore orizzontale e collocate in opera con interstizi tali da potervi compenetrare la malta. Gli interstizi che non si potessero colmare con la sola malta verranno colmati anche con piccoli frammenti di pietra. Superiormente a ciascun filare verrà poi steso uno strato di malta. Per le murature da eseguirsi fuori terra, dette a paramento visto, le pietre saranno di altezza non minore di 18 cm e di lunghezza non maggiore del doppio, lavorate con la mannaia su cinque facce. Le medesime si disporranno in modo che una venga posta per il taglio lungo e l'altra di seguito per il lato corto, in guisa che ne risulti un muramento dentato. Negli strati superiori le pietre si piazzeranno in modo che le connessure non corrispondano mai al piombo, ma sulla metà quasi della pietra inferiore. Per la parte interna del muro si seguiranno le norme già indicate per la muratura entro terra. Il fronte dei muri dovrà in ogni caso essere spianato a traguardo.

Art.31. **MURATURE IN PIETRE TENERE**

Le murature in pietre tenere, quando ammesse dal contratto, devono eseguirsi regolarmente in conci o strati orizzontali. I conci devono essere lavorati e riquadrati diligentemente nelle facce che rimangono scoperte. Impiegandosi pietre tagliabili con l'ascia, i conci debbono essere squadrati su tutte le facce e disposti e uniti fra loro in modo che costituiscano tutta la grossezza del muro. I riempimenti nell'interno sono vietati nel modo più assoluto. In tutti i casi, i filari devono avere una perfetta ricorrenza e i giunti verticali alternati da un corso all'altro; all'atto dell'esecuzione i conci devono essere convenientemente innaffiati.

Art.32. **MURATURE DI MATTONI**

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro

e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (a seconda della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.
In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.
Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

Art.33. **PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio nella costruzione delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto ed essere lavorata, a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi: - a grana grossa; - a grana ordinaria; - a grana mezzo fina; - a grana fina. Per pietra da taglio a grana grossa s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati in modo che le connessure fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 millimetri per la pietra a grana ordinaria e di 3 millimetri per le altre. Prima di cominciare i lavori, qualora la Stazione appaltante non abbia già provveduto in proposito e in precedenza dell'appalto, l'appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature o gli ammanchi si verificassero al momento della posa in opera o dopo e sino al collaudo. Le forme e le dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati

all'appaltatore o alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera, secondo gli originari letti di cava. Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta. La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta idraulica o di cemento, secondo le prescrizioni del presente Disciplinare descrittivo prestazionale e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe o arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi. Le connessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

Art.34. CALCESTRUZZI E CEMENTO ARMATO E MICROPALI

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa. Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo, esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di scavi molto larghi, il Direttore lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti. Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che il Direttore lavori prescriverà, e usare la diligenza necessaria a impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza. Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che il Direttore lavori stimerà necessario. Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Impresa dovrà attenersi strettamente alle NTC 2018 concernenti le opere stesse e quelle a struttura metallica. Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e ben distribuiti nella massa. Gli impasti devono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato e cioè devono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. Per ogni impasto si devono misurare dapprima le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco e in seguito aggiungendo l'acqua con ripetute aspersioni, continuando a rimescolare l'impasto finché esso non assuma l'aspetto di terra appena umida. Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua non affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 cm. Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare, per quanto possibile, la formazione di vani e di ammanchi. I casseri occorrenti per le opere di getto devono essere sufficientemente robusti da

resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura. Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati. La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione lavori e comunque non superiore a 15 cm e ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni, da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo 20 cm). Quando sia necessario vibrare la cassaforma, è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto o anche più). I pervibratori vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione di vuoti; nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/secondo; lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile. Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm). Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica. La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura; con malta in difetto si hanno precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori. La vibrazione non deve prolungarsi troppo; di regola essa viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua. Man mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura. Le riprese devono essere, per quanto possibile, evitate. Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; ove la presa sia iniziata o fatta, si deve raschiare la superficie stessa e, prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data. In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata. Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici di contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita dai tratti o segmenti stessi, è assoggettata. Le pareti dei casseri di contenimento del getto di conglomerato possono essere rimosse soltanto quando il conglomerato abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente. Per lavori da eseguirsi con smalto cementizio in

presenza di acqua marina, si devono usare tutte le cure speciali atte a impedire la penetrazione di acqua di mare nella massa cementizia. Per il cemento armato da eseguirsi per opere lambite dalle acque marine ovvero da eseguirsi sul litorale marino ovvero a breve distanza dal mare, l'armatura metallica dovrà essere posta in opera in modo da essere protetta da almeno uno spessore di 4 centimetri di calcestruzzo e le superfici esterne delle strutture in cemento armato dovranno essere boiaccate. Per il cemento armato precompresso si studieranno la scelta dei componenti e le migliori proporzioni dell'impasto con accurati studi preventivi di lavori. Per le opere in cemento armato precompresso devono essere sempre usati, nei calcestruzzi, cementi ad alta resistenza con le prescritte caratteristiche degli inerti da controllarsi continuamente durante la costruzione, impasti e dosaggi da effettuarsi con mezzi meccanici, acciai di particolari caratteristiche meccaniche, osservando scrupolosamente le norme di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086 e al decreto ministeriale 9 gennaio 1996 e successive integrazioni e modifiche. Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'appaltatore spetta sempre la completa e unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e dei tipi di esecutivi che le saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni. L'appaltatore dovrà perciò avere sempre a disposizione, per la condotta effettiva dei lavori, un ingegnere competente per lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata di essi. Detto ingegnere, qualora non sia lo stesso assuntore, dovrà però, al pari di questo, essere munito dei requisiti di idoneità. Nella calcolazione dei ponti, i carichi da tenere presenti sono quelli indicati dal decreto ministeriale 2 agosto 1980 e dalla circolare del Ministero dei Lavori pubblici 11 novembre 1980, n. 20977 nonché dal decreto ministeriale 4 maggio 1990 e dalla circolare del Ministero dei Lavori pubblici 25 febbraio 1991, n. 34233, ovvero dalle successive integrazioni e modifiche. Solo dopo intervenuta l'approvazione da parte della Direzione lavori, l'appaltatore potrà dare inizio al lavoro, nel corso del quale si dovrà scrupolosamente attenere a quanto prescritto dalla Direzione lavori. Spetta in ogni caso all'appaltatore la completa e unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato. Le prove verranno eseguite a spese dell'appaltatore e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati dalla normativa vigente. Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto. L'appaltatore dovrà avere a disposizione per la condotta effettiva dei lavori un ingegnere competente per i lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata dei lavori medesimi. Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza della legge 2 febbraio 1974 e del decreto del Mistero dei Lavori pubblici 16 gennaio 1996 e successive integrazioni e modifiche. Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico libero professionista iscritto all'albo, e che l'Impresa dovrà presentare - ove mancanti tra gli allegati di progetto - al Direttore lavori entro il termine che le verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto e allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. L'esame e verifica da parte del Direttore lavori dei progetti delle varie

strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dal Direttore lavori nell'esclusivo interesse dell'Ente Appaltante, l'Impresa stessa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenze essi potessero risultare. Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia; l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e fratazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro. Per quanto concerne i micropali afferenti le paratie di protezione degli scavi, dovranno essere realizzati a semplice cementazione inserendo entro una perforazione di piccolo diametro una armatura metallica e dovranno essere solidarizzati mediante il getto di malta cementizia. L'armatura dovrà essere costituita da tubi in acciaio senza saldature; la cementazione sarà eseguita a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro. In particolare, la realizzazione di ciascun micropalo, perfettamente verticale, dovrà essere eseguita con attrezzatura a rotazione, con tubo forma a corona rotante, con prisma di widia e dovrà essere realizzato mediante armatura con tubo di ferro S235 di idoneo diametro e spessore e, successivamente, cementato mediante getto a bassa pressione di malta di resistenza caratteristica C20/25, dosata a 6.00 ql di cemento tipo 425 per mc di sabbia fino a un volume effettivo di getto non superiore a tre volte quello teorico del preforo. Il getto a bassa pressione dovrà essere effettuato mediante controtubo e speciale testina di tenuta.

Art.35. **ACCIAIO DA CARPENTERIE**

Le forniture degli elementi in acciaio da carpenteria, dovranno essere accompagnate dai DDT(Documenti di Trasporto). I DDT dovranno riportare almeno:
- I dati identificativi del centro di trasformazione;
- Il tipo di acciaio costituente le strutture che dovrà corrispondere a quelle previste nella relazioni sui materiali;
- Il peso delle strutture.

Ai DDT dovranno ed essere allegati (11.1-11.3.1.4 11.3.1.5-11.3.1.7 NTC 2008 e successivo DM 17-01-2018):
- Certificazione acciaio
- Attestati di qualificazione delle acciaierie o certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale dei lavori pubblici (nel caso di prodotti non marcati CE);
- Certificazione relativa ai bulloni;
- Certificazione relativa al centro di trasformazione
- Attestazione di dichiarazione di attività rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale o equivalente;
- Attestati da parte del centro di trasformazione di aver eseguito le prove interne, compreso i test di verifica sulla saldabilità degli acciai utilizzati ed i controlli non distruttivi sulle saldature e relativi certificati di controllo (rif.11.3.4.5 NTC 2018).

Art.36. STRUTTURE PREFABBRICATE DI CEMENTO ARMATO

Descrizione delle lavorazioni

Strutture prefabbricate: Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera. I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal decreto 3 dicembre 1987 e precisamente: in serie "dichiarata", o in serie "controllata".

Posa in opera: Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione. Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Unioni e giunti: Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni. Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni. I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole. I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili. Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Appoggi: Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati. Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a (8 + l/300) cm, essendo "l" la luce netta della trave in centimetri. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito. Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

Montaggio: Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocita di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non

influenti le forze dinamiche di urto. Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto. In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità. L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del: – peso proprio; – vento; – azioni di successive operazioni di montaggio; – azioni orizzontali convenzionali. L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi. Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme. La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

Specificazione delle prescrizioni tecniche

Requisiti per materiali e componenti: Per l'acqua, la calce, il cemento, gli agglomerati cementizi, le pozzolane e i gessi, vedere l'articolo sulle murature. Per il calcestruzzo e l'acciaio in barre tonde, vedere l'articolo sulle strutture in cemento armato.

Modalità di prova, controllo, collaudo: La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinati dalle norme contenute nel D.M. LL.PP. del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989, n. 31104 e ogni altra disposizione in materia. Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

a. CAMERETTE DI ISPEZIONE E DI RACCORDO

Saranno prefabbricati in cls vibrato e armato, con dimensioni interne secondo indicazioni di progetto, base d'appoggio in cls magro spessore 10 cm, fondo sagomato, collegamento alle tubazioni eseguito tramite sigillatura con idonei additivi degli elementi.

Le camerette di ispezione e/o raccordo, realizzate secondo le dimensioni indicate negli elaborati grafici, saranno componibili interamente prefabbricate in calcestruzzo armato.

Le camerette saranno dimensionate in ogni elemento per sopportare i carichi dovuti al rinterro ed i carichi stradali (di I categoria), ed avranno chiusini di ispezione in ghisa a norma UNI EN 124– classe D400, aventi sezione minima corrispondente a quella di un foro di 600 mm di diametro. Lo spessore minimo delle pareti sarà di 150 mm.

Le camerette dovranno essere composte dai seguenti elementi:

- un elemento di base con canale di scorrimento liquami di altezza pari al 50% della condotta, pavimento circostante con pendenza verso il canale; canale interno con angolazioni come da progetto compresi i manicotti predisposti con guarnizioni dedicate al tipo di tubo utilizzato;
- eventuali elementi di prolunga cilindrici a sezione quadrata;
- un elemento di rialzo terminale a forma piana;

Le camerette dovranno essere a perfetta tenuta; il manufatto nel suo insieme dovrà soddisfare alle norme generali di collaudo della fognatura sulla quale è inserito. I pozzetti saranno dotati di gradini del tipo alla marinara in acciaio inossidabile, a sezione tonda non inferiore a 20 mm (o a sezione quadrata di dimensione equivalente), posti ad interasse verticale di 250-300 mm, inghisati in appositi fori predisposti in stabilimento e sigillati con resine epossidiche.
I calcoli statici delle camerette da installare saranno a cura e spese dell'Appaltatore che ne assumerà tutte le responsabilità inerenti e conseguenti.

b. POZZETTI RACCOLTA ACQUE STRADALI (CADITOIE)

I pozzetti stradali per la raccolta e lo scarico delle acque meteoriche, saranno costituiti da elemento monoblocco prefabbricato con elemento sifone. La tubazione di scarico sarà di norma realizzata con tubi e pezzi speciali in PVC DN 160 ÷200 mm, a norma UNI EN 1401-1, classe SN 8. I dispositivi di coronamento dei pozzetti saranno in ghisa sferoidale, costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, o da chiusini, per quelli da marciapiede. Ogni elemento dovrà portare impressi il nome del Fabbricante e la relativa classe d'appartenenza del chiusino cosi come previsto dalla normativa UNI EN 124. Le superfici di contatto tra griglia e telaio dovranno essere piane, sagomate in modo che la griglia appoggi con perfetta aderenza, si trovi a perfetto filo e non abbia giuoco alcuno con il telaio (tolleranza max mm 2). Normalmente e salvo casi particolari, i dispositivi di coronamento dovranno attenersi a quanto previsto dalla normativa UNI EN 124 e dovranno essere garantiti per un carico di prova di 250 kN (classe C 250 della norma UNI EN 124) se posti in cunetta e di 125 kN (classe B 125 della norma UNI EN 124) se posizionati sul marciapiede.

Posa in opera

I pozzetti per la raccolta delle acque meteoriche saranno posti in opera su sottofondo in cls a q.li 2,00 ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione del dispositivo di coronamento rispetto alla pavimentazione stradale. Prima della posa del manufatto, si spalmerà il sottofondo in cls con cemento liquido e qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato. Nella posa del manufatto, o dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Qualora ciò non sia possibile si dovrà porre particolare cura nell'esecuzione dei collegamenti, facendo in modo che le curve o le deviazioni risultino del più ampio raggio possibile, evitando l'uso di curve chiuse e preferendo la posa di sole curve aperte.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, il chiusino dovrà essere posato su anelli di conguaglio in cls prefabbricati, dello spessore occorrente. Se l'immissione avviene dal cordolo (bocca da lupo), dovrà essere realizzata tra il cordolo stesso e il pozzetto di raccolta una canalizzazione di raccordo di dimensioni pari alla bocca di presa e chiusa superiormente con una lastra in materiale lapideo oppure un apposito pezzo prefabbricato in cls, in alternativa potrà essere utilizzato uno spezzone di tubazione in PVC DN 200 mm, posizionato in modo tale da consentire il regolare deflusso delle acque.

Art.37. **STRUTTURE DI ACCIAIO**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", dalle circolari e dai decreti ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate. L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori: a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare; b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione. I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore a un mese. Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza

della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni. L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori. Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare: – per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua; – per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.; – per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo. La posa in opera degli inserti metallici e delle eventuali dime, deve avvenire contemporaneamente all'esecuzione dei getti dei calcestruzzi, quindi, come questi, può essere subordinata al programma di costruzione dell'edificio. Per inserti metallici si devono intendere gli elementi metallici di qualunque tipo, diametro e spessore da immorsare nei getti di calcestruzzo, nelle posizioni indicate nei disegni di progetto, sia in fondazione che in elevazione, come: – bulloni commerciali veri e propri (a testa esagonale, tonda, quadra, ecc.); – barre filettate ad un'estremità e diversamente piegate e/o sagomate all'altra; – barre filettate inserite in canotti tubolari in acciaio; – piastre, piatti, profilati, tondini con zanche di ancoraggio con estremità aperte a coda di rondine o con piegature; – tronchi speciali di tubazione di vario diametro sagomati come nei disegni di progetto. Sono inoltre considerati inserti metallici i tubi rettilinei in ferro, di vario diametro e lunghezza, da porre in opera nelle posizioni ed alle quote indicate nei disegni di progetto, attraverso il corpo di rilevati stradali e di argini in terra, a costituire guaine di protezione per il passaggio delle tubazioni di impianti. Per dime si devono intendere solo quei supporti precostruiti fuori opera, sia in struttura di profili o tubi metallici, sia in legno, destinati a mantenere fissati, nelle posizioni indicate dai disegni, i vari inserti durante l'esecuzione dei getti di calcestruzzo relativi particolari apparecchiature a esse assimilabili. Non sono considerate dime quelle opere, intese come fornitura e posa, comunemente in elementi di legno che, fissate alle casseforme dei getti, sono destinate a tenere in posizione gli inserti da immorsare nei basamenti in calcestruzzo di modesta importanza relativi a pompe, scambiatori, recipienti, plinti di strutture in genere di sostegno tubazioni ed apparecchiature di processo, di varia supportazione per tubazioni, scalette, passerelle, ecc. Non sono considerati dime quei supporti provvisori destinati a mantenere in posizione i tubi guaina durante la fase di formazione rilevato successiva alla loro posa in opera.

Gli elementi metallici devono essere posti nell'esatta posizione indicata dal progetto, a cura dell'Appaltatore. La posizione altimetrica e planimetrica deve venire controllata a cura e spese dell'Appaltatore prima del getto e subito dopo, per assicurarsi che essi non siano stati smossi durante l'esecuzione dello stesso. Rifacimenti che si rendessero necessari per errori di posizionamento o per spostamenti degli elementi metallici avvenuti durante il getto e dei tubi guaina durante la formazione del rilevato, saranno a completo carico dell'Appaltatore. Subito dopo che gli elementi metallici per ancoraggio sono stati posti in opera, la loro parte filettata in vista (se c'è) deve venire protetta, a cura e spese dell'Appaltatore, per mezzo di stracci imbevuti di grasso e avvolti strettamente al bullone con filo di ferro. Tale protezione deve essere

mantenuta in efficienza dall'Appaltatore, fino al momento della posa in opera dell'apparecchiatura o struttura.
Sia gli inserti che le dime possono essere indifferentemente forniti sia dall'Amministrazione che dall'Appaltatore. Deve essere cura di quest'ultimo, una volta ricevuti i disegni relativi ai basamenti, accertarsi presso l'Amministrazione, se gli inserti e le eventuali dime devono, oppure no, essere da lui forniti. Le dime in ferro devono essere trattate con una mano di vernice antiossidante. I tronchi di tubazione da porre in opera per essere annegati nel getto in calcestruzzo prima del getto stesso possono essere realizzati con tubo normale zincato, con tubo in acciaio inossidabile e con tubi in acciaio al carbonio; questi ultimi dovranno pervenire in cantiere dopo essere stati sabbiati e verniciati con vernice speciale antiossidante atta a proteggere le tubazioni durante il periodo di accatastamento in cantiere fino al momento della loro posa in opera; tutti i pezzi dovranno essere contrassegnati mediante punzonature con la sigla assegnata dalle specifiche e dai disegni costruttivi; i tubi guaina saranno in ferro comune e dovranno ricevere una spalmatura di bitume prima della posa. I bulloni, le barre filettate facenti parte degli elementi metallici di ancoraggio devono essere ricavate da acciaio FE-42B UNI 5334 o equivalente. La loro costruzione deve avvenire in accordo agli standard allegati, nei tipi indicati dai disegni esecutivi.
I materiali metallici da impiegarsi per le strutture portanti dovranno rispondere alle caratteristiche di cui allo specifico punto delle Norme tecniche approvate con decreto attuativo della L. 1086/1971.

Modalità di prova, controllo, collaudo

Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da: – attestato di controllo; – dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le norme vigenti. La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Appaltatore. Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. applicativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e successivi aggiornamenti e altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.
Controlli in corso di lavorazione: L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di

risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori. Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Prove di carico e collaudo statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni di contratto. Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali. emanati in applicazione della legge 1086/1971.

Art.38. COPERTURE A LASTRONI

I lastroni per copertura di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità la più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulla loro superficie inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di 20 cm e larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di 0,50 m. I lastroni dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura. Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato.

Art.39. RABBOCCATURE

Le rabboccature che occorresse eseguire sui muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta come disciplinato nel presente capitolato e secondo le indicazioni della Direzione lavori. Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino a una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate, ove occorra, e profilate con apposito ferro.

Art.40. DEMOLIZIONI

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo. Nelle demolizioni l'appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che

possano ancora, a giudizio della Direzione lavori, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso la Stazione appaltante, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere, e l'appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel capitolato. La Direzione lavori si riserva di disporre con sua facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato Capitolato. I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

Art.41. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

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. Sarà facoltà della Direzione lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, escavatori, demolitori, ecc. Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti, funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni, e funzionamento preventivamente approvato dalla Direzione lavori della Stazione appaltante. La superficie dello scavo 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. L'appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi agli spessori di demolizione fissati dalla Direzione lavori. Qualora questi dovessero risultare inadeguati o comunque diversi in eccesso o in difetto rispetto all'ordinativo del lavoro, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore lavori che potrà eventualmente autorizzare la modifica delle quote di scarifica. 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 dello scavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali, dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare il 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, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano d'attacco in legante bituminoso.

Demolizioni dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali e scavi in genere. Per i lavori di scavo o demolizione potranno essere utilizzati macchinari quali, escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, ecc. Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti, funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni, e funzionamento preventivamente approvato dalla Direzione lavori della Stazione appaltante. L'appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi agli spessori di demolizione o scavo fissati dalla Direzione lavori. Qualora questi dovessero risultare inadeguati o comunque diversi in eccesso o in difetto rispetto all'ordinativo del lavoro, l'appaltatore è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore

lavori che potrà eventualmente autorizzare la modifica delle quote di scarifica o di scavo. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. L'appaltatore è inoltre tenuto a regolarizzare e compattare il piano ottenuto mediante lo scavo o la demolizione, senza compensi ulteriori rispetto a quanto previsto dalla voce di elenco relativa allo scavo o alla demolizione. Negli oneri a carico dell'appaltatore resta altresì la localizzazione e il rispetto dei sottoservizi posati nelle zone di scavo e demolizione; ogni eventuale danno a tali servizi sarà a totale carico dell'appaltatore.

Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali. In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione lavori, la sagoma stradale sarà eseguita come da progetto. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto. L'appaltatore indicherà alla Direzione lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità alle note che seguono. L'approvazione della Direzione lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'appaltatore dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro. L'appaltatore avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera. Salvo che non sia diversamente disposto, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, 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.

Strati di fondazione in misto granulare. Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI. L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere. Lo spessore da assegnare alla fondazione è fissato dal progetto in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm.

Caratteristiche del materiale da impiegare. Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti: 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare; 1) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	*Miscela passante. % totale in peso*
Crivello 71	100
Crivello 40	75 P 100
Crivello 25	60 P 87
Crivello 10	35 P 67
Crivello 5	25 P 55
Setaccio 2	15 P 40
Setaccio 0,40	7 P 22
Setaccio 0,075	2 P 10

2) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 e il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

3) perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

4) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65.

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per 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 equivalenti in sabbia compreso tra 25 e 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 di cui al successivo comma; 5) indice di portanza CBR, dopo 4 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 +-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 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Studi preliminari. Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'appaltatore avrà cura di presentare a tempo opportuno. Contemporaneamente l'appaltatore dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Modalità esecutive. Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza prescritti 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 costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. 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 ricostruito a cura e spese dell'appaltatore. 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 verranno, per ogni cantiere, verificate dalla Direzione lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento). 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. Il valore del modulo di compressibilità ME, misurato non dovrà essere inferiore ad 80 N/mmq. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre i cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,50 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. Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

Conglomerati bituminosi per strati di base. Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla norme UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici. Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell'adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine. Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione lavori.

Materiali inerti. Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla norma UNI EN 932-2. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento e usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE

dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

1) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la norma UNI EN 1097-2, non superiore al 25% (LA25);

2) se richiesto dalla Direzione lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30%;

3) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%.

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. Potrà essere usato conglomerato bituminoso proveniente dalla frantumazione o fresatura a freddo (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere. La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di inerti non potrà superare il 25% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'appaltatore di gestire il processo. La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento. L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

1) limite liquido, ai sensi della norma UNI CEN ISO/TS 1789-12, non superiore al 25%; il Limite plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);

2) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della UNI EN 933-2, inferiore all'1%;

3) equivalente in sabbia, determinato secondo la norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50 %.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti: - essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043; - avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85; - avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 75. L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la norma UNI EN 933-10.

Legante. I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi B 50- 70 o 70-100, riportate nel documento UNI/TR 11361 "Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

	Base
Penetrazione (dmm) UNI EN 1426	50-70
Palla e anello (°C) UNI EN 1427	46-54
Fraass (°C) UNI EN 12593	>-8
Ritorno elastico a 25°C (%) UNI EN 13398	NR

Miscela. In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE e applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali e in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Setacci di base ISO 565 (serie base + gruppo 2)	***passante in peso***
32	100
20	73-100
16	60-94
12,5	49-87
8	38-73
4	27-56
1	12-31
0,5	7-22
0,25	5-16
0,063	3-8

Il contenuto di bitume (gradazione 50/70) dovrà essere compreso tra il 3.4% - 4.4% in peso, riferito al peso del conglomerato e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela con il metodo Marshall oppure in alternativa con il metodo volumetrico. Per gli strati di maggior spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore. Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Prova Marchall (UNI EN 12697-30)	
Stabilità (uni en 12697-34) Rigidezza Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	8–12 KN 2,5–4 KN/mm 3–6%

Studio della miscela in laboratorio. Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, l'appaltatore dovrà presentare alla Direzione lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-

meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal Capitolato. Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa. Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall. La Direzione lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'appaltatore o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere in opera sia alle richieste relative alla percentuale di vuoti quanto al grado di addensamento. A tale scopo la Direzione lavori si riserva la possibilità di richiedere l'esecuzione di un campo prova per verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio e per verificare ed eventualmente ottimizzare le operazioni di compattazione. Una volta accettato dalla Direzione lavori lo studio della miscela proposta, l'appaltatore dovrà attenervisi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a: ±5% sull'aggregato grosso; ±2% sull'aggregato fine; ±1.5% sulla quantità di filler; ±0.25% sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela. Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti 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. 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 e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela. Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto. 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 e uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C,

quella del legante tra 150 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 della miscela. 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 prescritti sempre dalla Direzione lavori. 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. 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. 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 automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato; indicativamente la finitrice non dovrà procedere ad una velocità superiore a 6-7 m/min e comunque tale da non compromettere la finitura superficiale dello strato con formazione di striature e/o vespai. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, e se richiesto dalla Direzione lavori per quei tratti stradali ove sia possibile mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 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 e asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Procedendo alla stesa in più strati, questi non potranno essere sovrapposti nella stessa giornata. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/mq la quale, successivamente alla sua rottura, dovrà essere opportunamente trattata con filler allo scopo di impedire agli automezzi di cantiere di trascinare il legante nel percorso di ritorno. Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8 cm, né superiore a 12 cm (in quest'ultimo caso si dovrà accertare l'idoneità dei mezzi di messa in opera e compattazione a raggiungere l'addensamento richiesto). La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente

dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno 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'appaltatore. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo dei rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato e aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Dovranno essere disponibili in qualsiasi momento almeno un rullo tandem a ruote metalliche, dal peso minimo di 10 t e non superiore a 14 t, e un rullo gommato. 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, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali. Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione lavori l'appaltatore dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Allo scopo, in corso d'opera e in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive 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, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia. La Direzione lavori, al fine di verificare le condizioni di stesa predisporrà, se ritenuto, adeguato campo prove per singolo strato di conglomerato bituminoso previsto dal progetto. L'estensione del campo prova sarà di m 200,00 e per una larghezza di una corsia di marcia. Sullo stesso, in conformità alle disposizioni del Capitolato speciale d'appalto, verranno effettuati n. 12 carotaggi. Saranno previsti n. 6 allineamenti trasversali distribuiti ad inizio e fine tratta con una cadenza di 12,50 m. All'interno della tratta in questione gli allineamenti longitudinali saranno effettuati ogni 35 m. Gli allineamenti longitudinali saranno n. 2, effettuati a 1,00 m dalla linea di mezzeria e a 1,00 m dal ciglio bitumato, entrambe verso il centro corsia.

I parametri posti in analisi saranno i seguenti: - percentuale vuoti; - spessore degli strati; - regolarità.

I risultati, se approvati dalla Direzione lavori, costituiranno accettazione delle condizioni di stesa per tutti i successivi interventi.

Controllo dei requisiti e accettazione delle lavorazioni. Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo norma UNI EN 12697-8), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la norma UNI EN

12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Come prescritto la superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni. La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto. Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Strati di collegamento (binder) e di usura. Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder e usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico"). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per usi stradali"), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e metallici lisci. Lo strato di usura tradizionale sarà impiegato nelle piste ciclabili e nelle aree di sosta come elemento costituente il conglomerato stampato. **Materiali inerti.** Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla norma UNI EN 932-2. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per strati di collegamento e usura dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione e accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- Per strati di collegamento (binder): 1 il 100% del materiale deve provenire da frantumazione; 1 la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la norma UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 25% (LA25); 2 il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della norma UNI EN 933-2, deve essere inferiore all'1%; 3

l'indice di forma, secondo la norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore a 20 (categoria SI20); 4 l'indice di appiattimento, secondo la norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 17 (categoria Fl20). Potrà essere usato conglomerato bituminoso proveniente dalla frantumazione o fresatura a freddo (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere. La percentuale in peso di materiale fresato riferite al totale della miscela di inerti non potrà superare il 15% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'appaltatore di gestire il processo. La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le caratteristiche dell'impianto di produzione andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

- Per strati di usura: 1 il 100% del materiale deve provenire da frantumazione; 1 la perdita in peso alla prova Los Angeles, ai sensi della norma UNI EN 1097-2 "Metodi di prova per la determinazione della resistenza alla frammentazione", deve essere inferiore al 18% (LA20); 2 il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della norma UNI EN 933-2, deve essere inferiore all'1%; 3 l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI15); 4 l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (Fl15); 5 il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV50). La miscela finale degli aggregati, almeno per il 30% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva; saranno ritenuti idonei anche inerti sintetici provenienti dalla frantumazione di scorie di forno elettrico purché accompagnati da opportuna documentazione comprovante la rispondenza dei requisiti necessari al loro riutilizzo in linea con la vigente legislazione. Non è ammessa l'aggiunta di conglomerato fresato indipendentemente dalla qualità dei materiali rimossi.

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti: 1 la prova Los Angeles, secondo la norma UNI EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%(LA25); 1 l'equivalente in sabbia, determinato secondo la norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento e all'80% per lo strato di usura. Gli additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti: - essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043; - avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 90; - avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85; - essere costituiti da materiale non plastico (Limite plastico e Indice di plasticità non determinabili).

Legante. Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" , per i bitumi semisolidi B 50-70. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

	Binder	***Usura***
Penetrazione (dmm) UNI EN 1426	50-70	50-70
Palla e anello (°C) UNI EN 1427	46-54	46-54
Fraass (°C) UNI EN 12593	> -8	> -8
Ritorno elastico a 25°C (%) UNI EN 13398	NR	NR

Attivanti di adesione. Nella confezione dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base.

Miscele. In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE e applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali e in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

Strato di collegamento (binder) La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

setacci di base ISO 565 (serie base + gruppo 2)	***Passante in peso***
25	100
20	88-100
16	75-92
12,5	61-83
8	48-71
4	32-56
2	20-45
1	14-35
0,5	9-27
0,25	6-19
0,063	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,0% e il 5,0% in peso, sul peso del conglomerato. Per strati di collegamento destinati all'apertura temporanea al traffico come strati di rotolamento si dovranno prevedere curve prossime al limite superiore del fuso allo scopo di ottenere la maggior chiusura del conglomerato in termini di addensamento. Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Prova Marchall (UNI EN 12697-30)	
Stabilità (uni en 12697-34)	10–16 KN
Rigidezza	3–6 KN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3–5%

Strato di usura: La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà essere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Setacci di base ISO 565 (serie base + gruppo 2)	***Passante in peso***
12,5	100
8	74-100
4	43-68
2	25-45
1	19-33
0,5	14-25
0,25	10-19
0,063	5-11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,0% e il 5,8% in peso, sul peso del conglomerato, e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela. Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Prova Marchall (UNI EN 12697-30)	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	12–16 KN
Rigidezza	3–5 KN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	3–6 %
RESISTENZA A Traz. Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	0,75-1,35*10^{-3} GPa

Studio della miscela in laboratorio. Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base. **Formazione e confezione della miscela**. Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Posa in opera della miscela. Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche: - le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motoscopa (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche e in ragione di 500 g/mq. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa, al termine della quale l'appaltatore avrà cura di trattare la superficie di posa con filler per impedire agli automezzi di cantiere di trascinare il legante nel percorso di ritorno; - la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato e non potrà essere sovrapposta a strati eseguiti nella medesima giornata di lavoro; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura; - la superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali. Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Controllo dei requisiti e accettazione delle lavorazioni. Al termine della compattazione lo strato di collegamento, 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, inoltre dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8:2003), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la

Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote. Per lo strato di usura dovranno, inoltre, essere verificate le seguenti prescrizioni: - 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. Nel caso di utilizzo di miscele di aggregati con grande differenza di massa volumica e mancata rispondenza del valore di addensamento si procederà alla verifica del contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), che dovrà essere compreso fra 3 e 7%; - il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza valutate mediante il metodo del pendolo SN ? 60 (UNI EN 13036-4); - la macrotessitura superficiale mediante il metodo dell'altezza in sabbia UNI EN 13036-1 HS ? 0,4; - controllo della regolarità con il regolo UNI EN 13036-7 la distanza massima tra la superficie e il regolo deve essere minori a mm 4 in ogni direzione. Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

Conglomerati bituminosi per risagome. Il conglomerato utilizzato per risagome è un materiale confezionato e messo in opera in analogia a quanto previsto per i conglomerati bituminosi tradizionali.

Materiali inerti. Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare negli strati di collegamento e usura tradizionali confezionati con bitume normale semisolido.

Legante. Valgono le stesse prescrizioni indicate per i bitumi da utilizzare negli strati di collegamento e usura tradizionali.

Attivanti di adesione. Nella confezione dei conglomerati bituminosi per risagome potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base

Miscele. In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE e applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali e in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Setacci di base ISO 565 (serie base + gruppo 2)	*Passante in peso*
20	100
16	80-100
12,5	70-100
8	54-80
4	38-62
2	25-45
1	16-36
0,5	9-27
0,25	6-19
0,063	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,4% e il 5,4% in peso, sul peso del conglomerato.

Formazione e confezione della miscela. Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di collegamento e usura tradizionali.

Posa in opera della miscela. Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di collegamento e usura tradizionali.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali. Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di collegamento e usura tradizionali. Conglomerati bituminosi chiusi macrorugosi tipo "Splitt Mastix Asphalt" SMA (UNI EN 13108-5 Stone mastic asphalt). Il conglomerato bituminoso tipo SPLITTMASTIX ha la funzione di migliorare in maniera particolarmente sensibile tutte le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di usura accoppiandone i vantaggi funzionali che si ottengono da un corretto uso della macrorugosità inducendo effetti benefici sulla sicurezza del traffico veicolare grazie all'aumento della rugosità superficiale delle pavimentazioni rispetto agli strati di usura tradizionali.

Materiali inerti. L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi granulari sani, duri di forma poliedrica, a spigoli vivi, provenienti esclusivamente da processo di frantumazione di rocce magmatico-effusive di tipo basaltico e porfirico o di natura sintetica quali scorie di forno elettrico così come previsto dalla norma UNI EN 13043 per gli inerti da utilizzare negli strati superficiali di usura delle pavimentazioni stradali. Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la norma UNI EN 932-1. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. Per ogni singola pezzatura costituente l'aggregato grosso dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti: - il 100% del materiale deve provenire da frantumazione; - la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 18% (LA20); - il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45 (PSV50); - il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della norma UNI EN 933-2, deve essere nullo; - l'indice

di forma, secondo la norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15 (SI15); - l'indice di appiattimento, secondo la norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12% (FI15). L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione, risultanti dalla produzione dell'aggregato grosso avente le caratteristiche sopra riportate. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito: - 1) l'equivalente in sabbia, determinato secondo la norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 80%. L'additivo minerale (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo). All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10:2002) l'additivo minerale dovrà rispondere ai seguenti requisiti: - totale passante al setaccio 2 mm 100% in peso - totale passante al setaccio 0.125 mm > 85% in peso - totale passante al setaccio 0.063 mm > 75% in peso Nella miscela di inerti che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

Legante. I bitumi modificati con polimeri dovranno essere provvisti di marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma UNI EN 14023 "Bitume e leganti bituminosi – Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri". Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio e alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test". Si potrà derogare nei casi di autoproduzione per cui il prodotto viene utilizzato immediatamente al termine del processo di maturazione senza stoccaggio prolungato. In tal caso il produttore dovrà dichiarare la produzione in proprio del prodotto e fornire il certificato di marcatura CE relativo. Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Prova		
Penetrazione a 25°C UNI EN 1426	dmm	45-55
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	75-85
Punto di rottura Fraass UNI EN 12593	°C	>-12
Viscosità dinamica a 100°C UNI EN 13702	Pa*s	>70
Viscosità dinamica a 160°C UNI EN 13702	Pa*s	03-08
Ritorno elastico UNI EN 13398	%	>95
Scostamenti dopo tuben test		
UNI EN 13399		
Penetrazione a 25°C UNI EN 1426	dmm	<5,0
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	>3,0

Miscela. In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE e applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche

essenziali e in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle norme UNI EN 13108-5:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno del seguente fuso di riferimento rappresentato in tabella:

setacci di base ISO 565 (serie base + gruppo 2)	***Passante in peso***
12,5	100
10	81-100
8	60-88
4	30-52
2	14-25
1	16-26
0,5	11-21
0,25	10-18
0,063	8-14

Il legante descritto in precedenza, sarà aggiunto nella dose tra il 5,5% e il 7,0% e andrà ottimizzato per ogni singolo strato attraverso uno studio della miscela.

Prova Marchall (UNI EN 12697-30)	
Stabilità (UNI EN 12697-34)	13 KN
Rigidezza	2,5-4 KN/mm
Vuoti residui (UNI EN 12697-8)	1–4%
Resistenza Traz. Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	>1 *10^{-3} GPa

Studio della miscela in laboratorio. Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato, l'appaltatore dovrà presentare alla Direzione lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato speciale di appalto. Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa. Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato speciale di appalto fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo Marshall. La Direzione lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'appaltatore o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'appaltatore relativa al

raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere in opera sia alle richieste relative alla percentuale di vuoti quanto al grado di addensamento. Una volta accettato dalla Direzione lavori lo studio della miscela proposta, l'appaltatore dovrà attenervisi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a: ±5% sull'aggregato grosso; ±2% sull'aggregato fine; ±1.5% sulla quantità di filler; ±0.25% sulla quantità di bitume.

Formazione e confezione della miscela. L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato. L'appaltatore dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato. La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere garantita (compresa tra i 150°C e i 170°C), come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione (175°C ÷ 185°C). L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0.25% in peso. Si dovrà fare uso di almeno quattro classi granulometriche e il tempo di miscelazione deve essere stabilito in base alle caratteristiche dell'impianto e del prodotto finale che si vuole raggiungere.

Posa in opera della miscela. Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto. La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato; indicativamente la finitrice non dovrà procedere ad una velocità superiore a 4-5 m/min e comunque tale da non compromettere la finitura superficiale dello strato con formazione di striature e/o vespai. Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate ove possibile. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare un emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20 cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli. Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali. Il trasporto del conglomerato, dall'impianto fisso di confezionamento al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare il raffreddamento e la formazione di una crosta superficiale del conglomerato bituminoso. La

temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore a 160° C. I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 5°C ÷ 40°C. Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'appaltatore. Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotto con la tecnologia più adeguata. Il costipamento deve essere realizzata solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un tandem di compattatori a rulli metallici del peso massimo di 14 ton. Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori. La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità e ondulazione. Per garantire la regolarità superficiale un'asta lunga 4m deve aderire, in ognuna delle sei direzioni azimutali contigue, alla superficie con uno scostamento altimetrico massimo tra i suoi due estremi di 5 mm. Il volume del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un volume inferiore del 97% del volume del provino Marshall, se nel metodo di valutazione saranno compresi anche i vuoti superficiali l'addensamento minimo sarà limitato al 90%.

Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali. Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di tipo tradizionale.

Controllo dei requisiti e accettazione delle lavorazioni. Al termine della compattazione per lo strato di usura SMA, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni. 1. Dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto DG dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Nel caso di utilizzo di miscele di aggregati con grande differenza di massa volumica e mancata rispondenza del valore di addensamento si procederà alla verifica del contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-8), che dovrà essere compreso fra 2 e 5%. 2. Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucciolevolezza valutate mediante il metodo del pendolo SN 70 (UNI EN 13036-4). 3. La macrotessitura superficiale mediante il metodo del'altezza in sabbia UNI EN 13036-1 HS 0,50. 4. Controllo della regolarità con il regolo UNI EN 13036-7 la distanza massima tra la superficie e il regolo deve essere minori a mm 4 in ogni direzione. 5. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6:2003, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi. L'uso di detti materiali anche in minima percentuale darà luogo alla rimozione completa e in danno dell'appaltatore delle lavorazioni fino a quel punto eseguite.

Rete antirisalita. Geogriglia prebitumata con maglia non maggiore di 30 mm (resistenza a trazione longitudinale e trasversale 50 KN/m, allungamento a rottura minore del 4%.

Conglomerato stampato. Realizzazione di un conglomerato bituminoso ordinario per strato di usura (cfr. relativa voce) con imprimitura a caldo della superficie mediante reti metalliche, con disegno del tipo mattoncino a correre e posa di rivestimento colorato plastificato, con l'impiego di resine a più componenti ad alto grado di protezione da intemperie e agenti chimici (olio carburanti).

Art.42. RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate. Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla Direzione lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da 75 mm a 300 mm. La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza tipo U.N.I. 8926, trafilati a freddo, con resistenza a trazione di 60 kg/mmq e un allungamento dell'8%. La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti di incrocio delle singole maglie. La saldatura deve avvenire in modo che si stabilisca la continuità di struttura dei due fili, e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra 1/4 e 1/2 del diametro del filo. Per la prova della rete si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto d'incrocio saldato. Saranno ammessi scarti del diametro dei fili dell'ordine del 3% in più od in meno rispetto alla sezione nominale. Nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al 5% in più o in meno rispetto alle dimensioni prescritte. La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato. Nel prezzo relativo di elenco sono compresi tutti gli oneri di fornitura del materiale, l'esecuzione della rete, la sua posa in opera, ganci, trasporti, sfridi e tutto quanto altro occorra.

Art.43. LASTRICATI - PAVIMENTI IN CUBETTI DI PORFIDO O PIETRA

Lastricati. La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura magmatica effusiva di colore grigio scuro, di 1a classe, con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto e all'usura per attrito. Le lastre avranno le dimensioni, sia per larghezza e lunghezza che per spessore, come indicato in progetto, e parimenti saranno lavorate secondo le indicazioni riportate in progetto, sia per quanto riguarda le facce a vista che negli assetti e nei profili. Il fondo convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato, sarà coperto di uno strato di malta o sabbia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, o anche a spina o a disegno, come verrà ordinato dalla Direzione lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessure risultino minime in rapporto al grado di lavorazione delle facce; queste poi saranno colmate con malta liquida da versarsi e comprimersi con la cazzuola, fino a qualche centimetro dalla superficie e quindi i giunti saranno suggellati con polvere proveniente dai tagli della stessa pietra miscelata a cemento. Le superfici dei lastricati, dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute.

Pavimenti in cubetti di porfido o in pietra. Dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali di cui al "Fascicolo n. 5" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. I cubetti di porfido di dimensioni, come indicato dal progetto, dovranno provenire da pietra a buona frattura, talchè non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce, e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni. Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro lati dimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di 5 mm in più o meno. La verifica potrà essere fatta dalla Direzione lavori, anche in cava. I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti e in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di 8 cm a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale e il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo col tipo di cilindratura chiuso, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato. I cubetti saranno disposti in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura. Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in metri divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente e a tempo con mazzapicchio del peso di 25-30 kg e con la faccia di battitura uguale alla superficie del cubetto, le connessure fra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a 10 mm. La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dall'apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo e a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito. Nel caso sia previsto dal progetto, la suggellatura dei giunti dovrà essere eseguita a cemento, ovvero con gli specifici prodotti per giunti.

Art.44. PAVIMENTAZIONI DIVERSE

Per l'eventuale esecuzione di pavimenti del tipo mattonelle in grès, asfalto, cemento, ecc.; pavimenti in legno, gomma, ghisa e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati o per i quali occorre riferirsi o attenersi alle prescrizioni tecniche del produttore in termini di deposito, maneggio e di posa, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti e ordinati, l'appaltatore dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la Direzione lavori, anche dettagliando o integrando le previsioni progettuali.

Art.45. ACCIOTTOLATI E SELCIATI

Acciottolati. I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 a 15 cm, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm. I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto. A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

Selciati. I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo di avere stabilito le guide occorrenti. Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm e quindi verrà proceduto alla battitura con mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti. Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessure. Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido. Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm, di cui sopra, 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 la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

Art.46. MATERIALE A SURROGA DEL BASOLATO VESUVIANO DI RECUPERO

Laddove le indicazioni progettuali prevedano la realizzazione della pavimentazione del capostrada e dei marciapiedi con basolato vesuviano recuperato dalle stesse strade oggetto dell'appalto, previa rilavorazione delle pietre riutilizzabili, sarà necessaria una determinata quantità di pietre a surroga, secondo le indicazioni del computo metrico estimativo. In tale caso, la surroga, cioè la sostituzione per integrazione del materiale non riutilizzabile dovrà avvenire con materiale analogo a quello dello stesso basolo vesuviano (la cosiddetta pietrarsa), con provenienza da cave o da altri siti di recupero, o messo a disposizione dal committente e lavorato e messo in opera dall'appaltatore o direttamente fornito, lavorato e messo in opera dallo stesso Appaltatore, secondo le indicazioni e quantità del progetto e del computo metrico. Se la surroga avviene con materiale fornito dall'appaltatore, lo stesso dovrà essere omogeneo per caratteristiche fisiche tecniche e tipologiche, cioè basolo di 1^ classe in pietra lavica di circa 18 cm di spessore, costituito da roccia magmatica effusiva di origine basaltica di colore grigio, a struttura massiccia e omogenea, priva di discontinuità, imperfezioni o porosità rilevabili. Il peso dell'unità di volume deve essere pari a circa 2,8 t/mc. Per struttura, composizione e colore, gli elementi di nuova fornitura dovranno essere simili al basolato vesuviano di recupero, in modo

da consentire una posa in opera – mai mista – ma omogenea per provenienza del materiale, evitando soluzioni di evidente discontinuità visiva. In ogni caso, la lavorazione delle superfici lapidee deve essere unica, per i basoli esistenti recuperati e da reimpiegare e per quelli di surroga. I basoli di surroga – per il capostrada - saranno trattati a puntillo fine sulla faccia a vista, e rilavorati a scalpello sui lati e negli assetti, previo taglio sui lati per regolarizzarne la larghezza in tre classi dimensionali di 35 – 40 – 45 cm, e dimensione del lato lungo variabile da 40 a 80 cm. Identici criteri sono prescritti per l'integrazione delle pavimentazioni dei marciapiedi e dei pezzi speciali da utilizzare quali cordoni diritti o curvi, liste perimetrali, scivoli, gavete, etc. fatta salva la lavorazione della faccia a vista, che dovrà essere a bocciarda. Per quanto riguarda l'accettazione dei materiali, oltre a quanto indicato per le prove sui materiali, l'appaltatore è tenuto a consegnare alla Direzione lavori - prima dell'inizio dei lavori - le campionature degli elementi lapidei con le lavorazioni più significative, per consentire alla Direzione lavori l'accettazione delle stesse, che dovranno costituire riferimento costante e omogeneo per tutta la produzione da realizzare. La Direzione lavori potrà rifiutare partite di materiale non rispondente, sia per caratteristiche che per lavorazione, da quanto prescritto nel presente Disciplinare descrittivo prestazionale.

Art.47. RILAVORAZIONE DEL BASOLATO DI RECUPERO E POSA IN OPERA

La rilavorazione del basolato, laddove per indicazioni progettuali non potesse essere eseguita in cantiere, sia per sicurezza di esecuzione (rischi specifici delle lavorazioni, movimentazioni in aree ristrette), sia per una rilevante quantità di materiale da trattare, sia per carenza di spazi utili nelle aree di cantiere, sia per rispettare i tempi di realizzazione dell'intero lavoro, dovrà essere effettuata in apposita luogo (area scoperta o coperta, ovvero deposito) messo a disposizione dall'appaltatore, nell'ambito del territorio comunale. La scelta delle pietre da rilavorare dovrà eliminare le pietre rotte o spezzate, e di piccole dimensioni; quelle di forma irregolare e che non possano ricondursi a forma prismatica; quelle che presentino rotture o deterioramenti negli spigoli tali che non possano essere eliminati, risquadrando nuovamente la pietra. Ove fosse necessaria tale riquadratura i basoli dovranno essere ricondotti a tre classi di larghezza, pari a 35, 40 e 45 cm. La rilavorazione del basolo dovrà eseguirsi a scalpello lavorando a puntillo fine sulla faccia a vista della pietra. La pietra inoltre, se necessario, dovrà essere lavorata a scalpello nelle facce di combaciamento e negli assetti per consentire una posa in opera molto ravvicinata al fine di ottenere una larghezza delle connessure non eccessiva. Per quanto concerne i cordoni questi andranno rilavorati per eliminare rotture o deterioramenti soprattutto sullo spigolo in vista, e inoltre dovranno essere lavorati a bocciarla sulla faccia a vista. Per i cordoni che dovranno essere utilizzati in unione con la pavimentazione in lastre di pietra lavica si dovrà lavorare il cordone a scalpello sulla faccia di combaciamento con la lastra di pietra lavica per un'altezza di almeno 8 cm per consentire un buon contatto con le lastre ed evitare giunti eccessivamente larghi. Sarà rifiutato e subito fatto allontanare, per essere nuovamente sottoposto a rilavorazione, tutto il materiale che non risponde alle prescrizioni sopra indicate. In alternativa, per lievi difformità, a giudizio della Direzione lavori potrà essere richiesta una rilavorazione a puntello o bocciarda, sul posto, dopo la posa in opera. Sia per i basoli di recupero

che per quelli di surroga, la posa in opera sarà realizzata con malta cementizia a 2 q, previo formazione del sottofondo con conglomerato cementizio armato (per i marciapiedi si potrà utilizzare una malta idraulica con sottofondo non armato). La sigillatura dei giunti sarà effettuata secondo le indicazioni della Direzione lavori, con miscela cementizia e polvere lavica derivante dalla lavorazione della pietra, in modo da garantire una colorazione del materiale dei giunti simile al colore della pietra. Le superfici dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute, secondo le indicazioni di progetto e della Direzione lavori.

Art.48. SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE E COMPLEMENTARE, BARRIERE E SCIVOLI

Segnaletica orizzontale

- Caratteristiche generali. I materiali da impiegare nei lavori di segnaletica orizzontale compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito dalle Leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e in particolare alla norma UNI EN 1436:2008 "Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada". I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione lavori. Quando la Direzione lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non adatta 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 dell'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. La segnaletica orizzontale dovrà essere realizzata con l'impiego di colato plastico a freddo bicomponente esente da solventi, applicato con apposita macchina operatrice attrezzata per ottenere una forma strutturata a goccia. Il materiale bicomponente è costituito da un primo componente che ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti che forniscono il colore, e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza, e un secondo componente che è un attivatore (costituito da perossidi organici) che ha lo scopo di solidificare il materiale. L'appaltatore deve fornire certificati di analisi, rilasciati da laboratori ufficiali, riportanti il rispetto dei seguenti requisiti: - contenuto di biossido di titanio non inferiore a 15 % (UNI 8561); - peso specifico, determinato a 25° C, tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1); - residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto allo stato liquido inferiore al 2% (UNI 8906/86); - tempo di essiccamento inferiore a 30 minuti (UNI 8362/82).
- Posa in opera. L'applicazione avverrà secondo la tecnica a colata a freddo, con una struttura a goccia per garantire una buona visibilità anche in caso di pioggia. Lo spessore minimo è pari a 2 mm. La quantità minima di prodotto è pari a 3 kg/mq. La quantità minima di microsfere di vetro è pari a 0,500 kg/mq. L'essiccazione del prodotto posto in opera deve avvenire entro 30 minuti. Prima dell'installazione della segnaletica

orizzontale è necessario verificare i rapporti di prova relativi ai prodotti da installare ai sensi della norma UNI EN 1871:2002 “Materiali per segnaletica orizzontale - Proprietà fisiche, con riferimento al materiale plastico a freddo”. Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito su un campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della Direzione lavori dopo 24 ore dalla stesa.

- Prestazioni. I requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale sono riportati di seguito. - Durata di vita funzionale: 3 anni. - Visibilità diurna. Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd ≥ 130 mcd/luxxmq, classe Q3 (norma UNI EN 1436:2008, appendice A). - Visibilità notturna. Coefficiente di luminanza retroriflessa RL ≥ 150 mcd/luxxmq (RL ≥ 300 mcd/luxxmq subito dopo l’installazione), classe R3 (norma UNI EN 1436:2008, appendice B). - Luminanza. Rapporto tra la luminanza di un elemento di superficie in una assegnata direzione e la luminanza di un diffusore perfettamente illuminato nelle stesse condizioni, Fattore di luminanza ≥ 0,30 (B ≥ 0,65 subito dopo l’installazione), classe B2 (norma UNI EN 1436:2008, appendice C). - Resistenza al derapaggio. Valore dello Skid Resistance Test SRT ≥ 45, classe S1 (norma UNI EN 1436:2008, appendice D).
- Controlli. I controlli prestazionali dei materiali devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori di progetto durante la vita funzionale. La verifica delle caratteristiche prestazionali in uso deve essere condotta conformemente alla norma UNI ENV 13459-3: 2001. I controlli saranno eseguiti: - subito dopo l’installazione; - 12 mesi dopo l’installazione; - 24 mesi dopo l’installazione. Il controllo riguarderà un minimo di: - 1 prova in ogni attraversamento pedonale, nei punti scelti dalla Stazione appaltante; - 10 prove per strada, nei punti scelti dalla Stazione appaltante.
- Garanzia delle prestazioni. In caso di mancato rispetto dei requisiti prestazionali dovrà essere installata nuova segnaletica orizzontale a spese dell’appaltatore.

Segnaletica verticale

- Caratteristiche generali. I segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada approvato con d.P.R.16 dicembre 1992, n. 495 e alle seguenti normative: - Decreto 10 luglio 2002. Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo. - Ministero Lavori pubblici, direttiva quadro sulla segnaletica stradale. 2000. - Ministero Lavori pubblici, D.M. 31 marzo 1995, n. 1584 (G.U. n. 106 del 9 maggio 1995). Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali. - Ministero Lavori pubblici, D.M. 30 dicembre 1997 (G.U. n. 38 del 16 febbraio 1998). Disciplinare inerente il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale. - Ministero Lavori pubblici, Ispettorato generale per la

circolazione e la sicurezza stradale. Direttiva 17 marzo 1998 (G.U. n. 82 del 8 maggio 1998). Pubblicità lungo le strade o in vista di esse - art. 23 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni. Direttiva per il controllo della pubblicità abusi. - Ministero Lavori pubblici, D.M. 11 luglio 2000. Decreto ministeriale di integrazione e di rettifica del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegati per la costruzione dei segnali stradali. - UNI EN 12899-1:2003 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Segnali permanenti.

- Materiali e prestazioni. I segnali saranno realizzati in lamiera di alluminio con pellicola di classe 2, ovvero pellicola ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 2,5 mm (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 3 mq e dello spessore di 3 mm per targhe superiori a 3 mq di superficie. Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a 1,50 cm. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,50 mq, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate a U dello sviluppo di 15 cm, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria. La lamiera di alluminio dovrà essere resa ruvida anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo. La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140°C. Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico. I supporti devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN 12899-1:2003 Segnaletica verticale permanente. In particolare, sono richieste le seguenti prestazioni: - resistenza ai carichi del vento, classe WL9 (1,60 kN/mq); - resistenza ai carichi concentrati, classe PL1 (0,15 kN); - flessione temporanea massima, piegatura, classe TDB6 (100 mm/m); - resistenza alla corrosione, classe SP1 (supporto con protezione superficiale). I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare e saranno dotati di dispositivo antirotazione e chiusi alla sommità. Previo decapaggio del grezzo, i segnali dovranno essere zincati conformemente alla norma UNI 1461 e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione lavori. Dovrà essere attestata la conformità delle attrezzature in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art.194 del d.P.R.16 dicembre 1992, n. 495. Tutti i segnali circolari, triangolari, quadrati, nonché i sostegni e i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'appaltatore, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale, di traverse,

bulloni tranciati, staffe lente, ecc.). La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°. A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del d.P.R.16 dicembre 1992, n. 495, non dovranno occupare una superficie maggiore di 200 cmq: - nome dell'ente proprietario; - marchio del fabbricante; - numero dell'autorizzazione Ministeriale concessa al fabbricante; - anno di installazione; - estremi dell'ordinanza di apposizione (per i segnali di prescrizione). L'appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni: - disciplinare tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31 marzo 1995. - certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura. - certificati di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari del Ministero dei Lavori pubblici n. 3652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 dell'11 marzo 1998 e successive modifiche e integrazioni. Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti dal disciplinare approvato con D.M. LL.PP. 31 marzo 1995 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni ambientali medie. Le caratteristiche colorimetriche devono rispondere ai requisiti prescritti dal disciplinare approvato con D.M. LL.PP. 31 marzo 1995. Le coordinate cromatiche x e y devono essere misurate in conformità ai procedimenti specificati in CIE 15.2 Colorimetry utilizzando l'illuminante normalizzato D65 e la geometria CIE 45/0, così come prescritto nel D.M. 31 marzo 1995 e nella norma UNI EN 12899-1:2003 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Segnali permanenti: L'accertamento dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti, in sede di verifica della fornitura da parte della Direzione lavori, potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico approvato con D.M. LL.PP. 31 marzo 1995. L'accertamento potrà essere effettuato sottoponendo i provini di pellicola all'intero ciclo di prove previsto dal Disciplinare tecnico (Certificazione integrale di riscontro dei valori del Certificato originale di conformità), ovvero si potranno sottoporre a singole prove campioni di pellicole tal quali, prima di essere applicate ai cartelli e ai pannelli stradali, o gli stessi segnali stradali (Certificazione parziale di verifica agli standard minimi prescritti).

- Fondazioni e posa in opera. La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di 30x30x50 cm di altezza in conglomerato cementizio di classe Rck 250. Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato secondo le esigenze statiche per i cartelli di maggiori dimensioni. Le dimensioni saranno desunte dai calcoli statici eseguiti da un tecnico progettista abilitato sempre a cura e spese dell'appaltatore tenendo presente che gli

impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h. Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di blocchi di fondazione dei segnali incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici e alle verifiche che l'appaltatore avrà provveduto a far effettuare da un tecnico abilitato, nei termini di tempo fissati dalla Direzione lavori. L'esame e la verifica da parte della Direzione lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'appaltatore dalla responsabilità ad essa derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione lavori, l'appaltatore rimane unico e completo responsabile delle opere a termini di Legge; pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. L'appaltatore dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo. I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione lavori. Il giudizio sull'esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione lavori e sarà ed esclusivo carico e spese dell'appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

- Indicatori di direzione. È prevista la possibilità di fornitura in opera di indicatori di direzione per la efficace segnalazione di divisione di corsia, ostacoli fissi in carreggiata ecc. Detti indicatori dovranno esser realizzati in polietilene ad alta densità, in grado di offrire la massima sicurezza in caso di urto occasionale. Le frecce retroriflettenti avranno le caratteristiche già specificate per le pellicole di classe "2". Gli indicatori di direzione avranno la omologazione del Ministero dei Lavori pubblici e dovranno offrire varie possibilità di posa sulla pavimentazione, onde sopperire ad ogni necessità.

Assorbitori di urto urbano. Gli assorbitori di urto urbano devono costituire un sistema di sicurezza efficiente, per minimizzare gli effetti di un impatto tra veicoli viaggianti a circa 60 Km/h e ostacoli fissi in carreggiata quali testate di guard rail, ponti ecc. Il sistema del tipo approvato dal Ministero dei lavori pubblici sarà costituito essenzialmente da: - frontale in materiale antiurto provvisto di delineatore di sicurezza realizzato in pellicola di cl. 2; - cartuccia in poliuretano o altro, in grado di assorbire e dissipare durante l'urto, l'energia derivante dallo stesso e ridurre notevolmente i danni al momento dell'impatto; - telaio, pezzi speciali e quanto altro occorra per l'ancoraggio della cartuccia e del frontale ai vari tipi di ostacoli, quali guard rail, piedritti, muri, pali ecc.

Cordoli in cls (pedane spartitraffico-salvagente). I cordoli spartitraffico potranno essere realizzati in cls per la suddivisione della carreggiata (dimensione minime cordolo 0,60 m) o la realizzazione di pedane salvagente (dimensioni minime di 1,20 m). Essi saranno costituiti da: - cordoli prefabbricati (h=15 cm) a bordi arrotondati per delimitazione dei margini della carreggiata, opportunamente verniciati con vernice rifrangente di colore alternato giallo-nero e

inserti catadiottrici incassati; - riempimento in cls per irrigidimento struttura (base minima 30 cm); - copertura con tappetino in conglomerato bituminoso colore nero; - cordoli e sistemi di rallentamento in materiale plastico/gomma; - delimitatori di corsia ad elementi modulari agganciabili centrali e di testata h=5 cm; - delineatori di corsia ad elementi modulari agganciabili centrali e di testata h=10 cm; - dossi rallentatori di velocità ad elementi modulari affiancabili di colore giallo con superficie antisdrucciolevole in laminato elastoplastico rifrangente e inserti di elementi catadiottrici o nero con superficie antisdrucciolevole bugnata, per strade con velocità inferiore o uguale a 50 Km/h; - rallentatori acustici di velocità in fasce di laminato elastoplastico di spessore 5 mm montati su idoneo supporto di ancoraggio, con caratteristiche di alta quantità di irruvidenti e microsfere rifrangenti e garanzia di antiscivolosità. Tutti gli elementi suindicati dovranno essere muniti dell'omologazione ministeriale.

Dissuasori di traffico e di sosta. Per la delimitazione delle aree pedonali o a traffico limitato saranno utilizzati elementi di arredo urbano fissi o mobili dotati di inserti catadiottrici (tipo URBAN) ed eventuale simbolo comunale, opportunamente dimensionati e adeguati al sito d'installazione.

Barriere spartitraffico. Per la predisposizione di deviazioni di traffico provvisorie o sperimentazione di nuovi dispositivi potranno essere utilizzate barriere (tipo new jersey) a riempimento d'acqua o sabbia in resina polietilenica rotostampata. Tali barriere dovranno essere costituite da elementi collegabili mediante idonei supporti tali da consentire una delimitazione rettilinea o curva (angolazione max 45°) e da assicurare un buon aggrappamento al suolo stradale. Dovranno essere dotati di tappo per riempimento/svuotamento e valvola di scarico pressione aria tale da garantire dalle rotture conseguenti da urti. Saranno di colore giallo o rosso e avranno idonei alloggiamenti per l'installazione di catadiottri. Sbarramenti veicolari di traffico mobili a scomparsa (automatici e semiautomatici). Per la chiusura di zone a traffico limitato e di Aree Pedonali Urbane (transitabili esclusivamente per motivi di sicurezza) si potranno adottare dissuasori mobili a scomparsa tali da consentire il transito ai veicoli autorizzati e a quelli in servizio di emergenza. Tali dissuasori saranno posti in opera ad integrazione di altri manufatti fissi di sbarramento, anche di tipologia e materiale diverso, eventualmente necessari, per perfettamente delimitare l'area in cui è interdetta o limitata la circolazione veicolare. Per la loro duplice funzione, di sbarramento e regolazione accessi, essi dovranno essere omologati per l'installazione sul suolo pubblico da parte del Ministero Lavori Pubblici, Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale.

Realizzazione scivoli per abbattimento barriere architettoniche. In corrispondenza degli attraversamenti pedonali potrà essere necessario realizzare opere per l'abbattimento delle barriere architettoniche portando alla quota stradale i marciapiedi o le pedane spartitraffico. Tali opere dovranno essere realizzate con gli stessi materiali delle strutture da adeguare, portando il lavoro finito a regola d'arte con particolare riguardo alla corretta regimentazione delle acque. In linea di massima i cordoli e le pedane spartitraffico saranno interrotte per una larghezza compresa tra 1,5 e 3,00 metri e, nei cordoli spartitraffico, ad interasse di m. 1,2 saranno installati elementi singoli dissuasori di traffico.

Tabelle per segnaletica stradale. Premesso che, la segnaletica che verrà fornita dovrà essere conforme a quanto stabilito nel Regolamento di esecuzione del Codice della Strada (d.P.R.16 dicembre 1992, n. 495 e successive modifiche), l'appaltatore dovrà fornire la seguente documentazione: - una dichiarazione di conformità di prodotto ai sensi della circolare 3652 del 17 giugno 1998 del Ministero dei Lavori pubblici relativamente alla segnaletica verticale; - copia dei certificati, attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del Disciplinare tecnico approvato con D.M. del 31 marzo 1995. L'appaltatore è tenuto a sostituire entro 15 giorni a propria cura e spese, tutto il materiale che, a giudizio insindacabile della Direzione lavori o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, volti ad accertare i requisiti prescritti, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni. I segnali saranno costruiti in lamiera di ferro di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm. o di lamiere in alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 27/10 mm. Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata ad onda oppure a scatola, oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profili del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,25 mq i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulla superficie della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi e ancorati per le successive verniciature. La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo e la cottura al forno dovrà raggiungere una temperatura di 140° il retro e la scanalatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico. Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto precedente, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale rifrangenza/classe 1 o a elevata rifrangenza/classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare tecnico approvato con D.M. 23 giugno 1990 secondo quanto previsto per ciascun tipo di segnale dall'art.30 del D.M. 27 gennaio 1990, n. 156 e dal presente articolo al successivo paragrafo. Inoltre mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di autocertificazione delle pellicole di classe "1" sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale. Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale -a pezzo unico, intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli. La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti e i metodi

prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola anzidetta. Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica,la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto stabilito dal d.P.R.16 dicembre 1992, n. 495. In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 75 m e allo scopo di mantenere un sufficiente bersaglio ottico e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a 1,50 m. I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio.

Pellicole. Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste da Disciplinare tecnico approvato dal Ministero dei Lavori pubblici con decreto del 31 marzo 1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN 29000. Le certificazioni di conformità di tutte le pellicole retroriflettenti prescelte devono contenere esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare, e dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro e inequivocabile che tutte le prove e analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 del Disciplinare tecnico summenzionato.

Art.49. LAVORI IN FERRO

Il ferro e l'acciaio dolce dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensione, e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione. Per le ferramenta di qualche rilievo, l'appaltatore dovrà preparare e presentare alla Direzione lavori un campione, il quale, dopo approvato dalla Direzione lavori stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista. Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione lavori, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta. Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 e nel D.M. 9 gennaio 1996, avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni e ubicazione, alle indicazioni di progetto.

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà il Direttore lavori con particolare attenzione nelle saldature e bollature. I fori saranno tutti eseguiti col trapano, le chiodature, ribattiture, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione. Ogni mezzo od opera completa in ferro - ove non prevista zincata - dovrà essere fornita a pie' d'opera colorita a minio. Per ogni opera in ferro, a richiesta del Direttore lavori, l'Impresa dovrà

presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi e a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo essa responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo. In particolare si prescrive che le inferriate, cancellate, cancelli, ecc. saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben diritti, spianati e in perfetta composizione. I tagli delle connessure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, e il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto e in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe e arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

Art.50. LAVORI DA STAGNAIO

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione. Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo e olio di lino cotto, o anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni del Direttore lavori. Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dal Direttore lavori e in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'Impresa ha obbligo di presentare, a richiesta del Direttore lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte del Direttore lavori prima dell'inizio delle opere stesse

Art.51. LAVORI IN LEGNAME

Tutti i legnami da impiegare in opere stabili dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione in conformità alle prescrizioni di cui alle vigenti leggi e norme UNI e secondo le disposizioni impartite dal Direttore lavori. Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno. La Direzione lavori potrà disporre che nelle facce di giunzione vengano interposte delle lamine di piombo o zinco, od anche cartone incatramato. Le diverse parti componenti un’opera di legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di

ferro, fasciature di reggia od altro in conformità alle prescrizioni che verranno date dalla Direzione lavori. Non si dovranno impiegare chiodi per il collegamento dei legnami senza apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello. I legnami, prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione, se ordinata, della spalmatura di catrame o della coloritura, si dovranno congiungere in prova nei cantieri per essere esaminati e accettati provvisoriamente dalla Direzione lavori.

Art.52. OPERE A VERDE

Scavi. Su indicazione della Stazione appaltante, l'appaltatore, in corrispondenza dei punti di impianto, dovrà procedere all'asportazione del terreno fino alla profondità necessaria, per un volume medio di mc.2 ad albero. Nel corso di questa operazione l'appaltatore dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori di piantagione. Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc.), l'appaltatore dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione lavori e alla Stazione appaltante. Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'appaltatore.

Sostituzione del terreno. Effettuato lo scavo, l'appaltatore, su istruzione della Stazione appaltante e Direzione lavori, dovrà riempire le buche con terreno di coltivo, corretto con l'aggiunta di terricciato ottenuto con il compostaggio aerobico controllato di residui vegetali e/o torba, vagliato e concimato, con pH neutro e rapporto di C/N non superiore a 20. Il terricciato dovrà essere omogeneamente mescolato al terreno in ragione di litri 100/mc. Alla massa va aggiunto concime granulare ternario a titolo equilibrato e a lenta cessione in ragione di kg.3/mc. Il terreno sarà quindi convenientemente assestato con adeguate innaffiature, evitando la costipazione con mezzi meccanici.

Terreno di coltivo. L'appaltatore prima di effettuare il riporto della terra di coltivo dovrà accertarne la qualità per sottoporla alla approvazione della Direzione lavori. L'appaltatore dovrà disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio, per ogni tipo di terreno apportato. Le analisi dovranno essere eseguite da laboratori specializzati e rivolte alla determinazione dei seguenti parametri: pH 6,5-7,5; sostanza organica non inferiore all'1%; fosforo assimilabile non inferiore a 30 parti per milione; azoto totale non inferiore a 0,1%; potassio assimilabile non inferiore a 200 parti per milione; tessitura da leggera a media. La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, rami radici e loro parti, che possono ostacolare le operazioni agronomiche. La quantità di scheletro con diametro compreso tra 2 e 20 mm, non dovrà eccedere il 5% del volume totale.

Installazione ala gocciolante. Prima della realizzazione delle coperture l'appaltatore dovrà predisporre la posa dell'impianto di sub-irrigazione costituito da un'ala gocciolante, di 16 mm di diametro, con spessore delle pareti di mm.1,1 e pressione di esercizio di max 6 bar, alimentante i gocciolatori autocompensanti, con uscita protetta, posizionati in prossimità delle zolle ovvero

un anello drenante per alberature autocompensante con 3-4 gocciolatori. La linea di adduzione, opportunamente sezionata in relazione all'andamento stradale, dotata di riduttore di pressione e di sistema di filtraggio, dovrà essere governata con elettrovalvole comandate da un programmatore alimentato a batterie, alloggiato in pozzetti di adeguata robustezza.

Fornitura delle piante. Le piante oggetto della fornitura devono provenire da vivai registrati e autorizzati ai sensi del D.Lgs 19 agosto 2005, n. 214 e successive modificazioni e integrazioni sulla disciplina della produzione e commercio delle produzioni vivaistiche e del materiale vegetale.

Preparazione del materiale vegetale. Le piante allevate nei contenitori dovranno essere adeguatamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato (spiralizzato) lungo la superficie dei contenitori. Le radici dovranno tuttavia avere colonizzato il substrato del vaso in modo da garantire l'adesione delle singole particelle e formare un pane di terra compatto. Le piante zollate dovranno aver subito un numero conveniente di trapianti in relazione alla loro circonferenza e sviluppo. La rizollatura del pane di terra dovrà risalire almeno alla primavera precedente e presentarsi con evidenti segni di apparato radicale rinnovato e diffuso anche a livello capillare. La zolla dovrà essere contenuta in imballaggi di rete metallica non zincata a maglia larga, di rete plastificata o in cassa, o in materiali consimili, confezionata in modo da garantire nella maniera migliore l'adesione del pane di terra alle radici durante tutte le operazioni di carico, trasporto, scarico e piantagione. Saranno scartate le piante le cui zolle presentino segni di congelamento o crepe evidenti da disseccamento o da schiacciamento. La non corrispondenza delle piante ai requisiti citati comporterà il rifiuto di dette piante da parte della Direzione lavori, l'immediato allontanamento dal cantiere e la pronta sostituzione delle piante contestate, a cura e spese dell'appaltatore senza che questi possa richiedere maggiori compensi. Per ogni singola partita l'appaltatore dovrà sottoporre le piante per la messa a dimora all'esame preventivo del personale tecnico della Direzione lavori, che ne constaterà di volta in volta l'idoneità in riferimento alle dimensioni, alle caratteristiche della specie e varietà nonché a tutte le altre esigenze colturali e merceologiche prescritte nel presente Capitolato speciale di appalto. Per le piante spoglianti, anche se fornite di appositi cartellini di garanzia della specie e della varietà, si dovrà attendere la ripresa vegetativa per il loro riconoscimento. L'appaltatore dovrà provvedere alla sostituzione degli esemplari non rispondenti.

Caratteristiche comuni. Le piante devono essere tutte di prima scelta, cioè con la chioma ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa; perfette e rispondenti alle misure e alle caratteristiche richieste (altezza, circonferenza e/o diametro del fusto, etc.). Le essenze devono essere etichettate con cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata in modo leggibile la denominazione botanica e le specifiche varietali. La Direzione lavori si riserva un anno di tempo per verificare la rispondenza delle caratteristiche varietali dichiarate dal fornitore. I soggetti devono essere sani, immuni da attacchi, in corso o passati, di malattie crittogamiche, da insetti o da virus. Devono essere esenti da danni conseguenti a: urti,

schiacciamenti, legature, grandine, ustioni da sole, stress idrici e altri danni in genere. Non devono presentare tagli dipendenti da ritardati interventi cesori di allevamento. Le piante devono avere l'apparto radicale integro, a prescindere dalle modalità di coltivazione e fornitura.

Alberi. Gli alberi devono essere di pronto effetto decorativo e presentare l'aspetto caratteristico della specie e della cultivar correttamente allevata, senza difetti di aduggiamento (filatura dei rami, diradamento a livello inferiore, portamento assurgente). I fusti devono presentare un appiombo perfetto (salvo particolare portamento connaturato alla specie); devono essere integri, esenti da lesioni o ferite di qualsiasi natura, in particolare a livello del colletto. Salvo diversa specifica dovranno essere monocaule, con altezza di impalcatura (distanza che intercorre tra il colletto e il punto di inserzione sul fusto della branca principale più vicina) di 2,00-2,50 m. Sia per le piante a chioma libera, non cimate, che per quelle a chioma formata, eventuali interventi di potatura successivi a quelli di impostazione, dovranno essere praticati solo su preventiva autorizzazione della Direzione lavori.

Piantagione. I lavori di piantagione comprendono tutte le operazioni atte a mettere a dimora le piante. L'apertura delle buche dovrà essere eseguita meccanicamente o a mano ove ritenuto necessario ad insindacabile giudizio della Direzione lavori. Le dimensioni delle buche (profondità e diametro) dovranno essere una volta e mezzo rispetto a quelle dell'apparato radicale della zolla o del contenitore. Nel lavoro di piantagione degli alberi è compresa: - la posa in opera dei tutori in numero da due a tre a seconda della forza della pianta; gli stessi devono essere pali di castagno scortecciati di diametro minimo di 6 cm e di altezza tale, una volta infissi nella profondità della buca, da poter lasciare la chioma libera di oscillare sotto la spinta del vento. In alternativa possono essere impiegati sistemi a fittone artificiale di adeguata lunghezza. Prima della messa a dimora della pianta, il palo tutore deve essere infisso nel fondo della buca in terreno non lavorato per una profondità di almeno 30 cm. La parte del tutore fuori terra deve terminare 10 cm più in basso rispetto alle ramificazioni inferiori della chioma. Il palo non deve essere a contatto diretto con la pianta; qualora dovesse verificarsi una zona di frizione, questa dovrà essere protetta per impedire danni al fusto.Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, esse dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), non utilizzando mai fili di ferro o altro materiale non elastico. Il legaccio deve essere controllato periodicamente al fine di evitare ferite al fusto e regolato di conseguenza. - la concimazione di fondo localizzata, con 20 l di terricciato a buca; - posa di tubo dreno per l'innaffiamento; - posa dell'albero avendo cura di non danneggiare il pane radicale. Per evitare questo inconveniente le piante dovranno essere messe a dimora con cautela, immediatamente dopo averle estratte dal contenitore, oppure calate nelle buche con le zolle ancora imballate avendo però ritagliato il fondo dell'imballaggio; una volta nella buca va tagliata e quindi rimosse anche le fasce contenitrici prima che alla buca venga aggiunta la terra di riempimento. L'imballo della zolla, anche se costituito da materiale deperibile (paglia, canapa, juta, ecc.), dovrà essere altresì tagliato al colletto e aperto sui fianchi nonché rimosso da sotto la zolla. Qualora la zolla fosse troppo

asciutta è indispensabile che questa sia immersa per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o con il contenitore) al fine di facilitare l'assorbimento dei successivi innaffiamenti. - la colmatura della buca, la costipazione del terreno eseguita manualmente e la realizzazione di una sconcatura alla base della pianta per l'assorbimento idrico; - la potatura di trapianto della chioma deve essere autorizzata dalla Direzione lavori e dovrà essere eseguita secondo le disposizioni impartite. I tagli delle potature devono essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti. Se i tagli sono più larghi di 2 cm, devono essere immediatamente protetti con un mastice apposito per dendrochirurgia ad azione fungicida. Nelle aree per le quali è prevista la pavimentazione, dopo il posizionamento degli alberi si provvederà all'installazione al piede delle griglie di protezione, se previste. Gli alberi andranno piantati secondo i sesti d'impianto e le distanze stabiliti nel progetto. Tutti gli alberi presenti vanno sistemati secondo la disposizione presente nei disegni di progetto.

Epoca di messa a dimora. Le piante vanno poste a dimora nel periodo compreso tra l'autunno e la primavera, durante il riposo vegetativo, a esclusione dei periodi eccessivamente umidi o di gelo. La profondità di impianto deve evitare l'interramento del colletto. L'estensione dei lavori al periodo estivo implica l'utilizzo di piante allevate in contenitore.

Protezione delle piante messe a dimora. Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali oppure dal transito di persone o automezzi, l'appaltatore dovrà proteggere singolarmente le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) e/o sostanze repellenti precedentemente concordati e approvati dalla Stazione appaltante e Direzione lavori.

Garanzia di attecchimento. L'appaltatore si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante. L'attecchimento degli alberi si intende avvenuto quando al termine di un ciclo vegetativo successivo alla messa a dimora, tutte le piante si presentano sane e in buono stato vegetativo. L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio tra la Direzione lavori e l'appaltatore entro dieci giorni dalla scadenza del periodo sopracitato. L'appaltatore è tenuto alla pronta sostituzione delle piante non attecchite.

Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia. La manutenzione che l'appaltatore è tenuto a effettuare durante il periodo di concordata garanzia dovrà essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni: 1. irrigazioni; 1. ripristino conche e rincalzo; 2. falciature, diserbi e sarchiature; 3. concimazioni; 4. potature; 5. eliminazione e sostituzione delle piante morte; 6. difesa della vegetazione infestante; 7. ripristino della verticalità delle piante; 8. controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere. L'appaltatore deve fornire un programma mensile dettagliato degli interventi di manutenzione da effettuarsi nel periodo di garanzia. La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora di ogni singola pianta e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato. Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà evidente che le piante, superato il trauma del trapianto siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

Irrigazioni. L'appaltatore è tenuto ad irrigare tutte le piante messe a dimora per il periodo di garanzia concordato. Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'appaltatore (ala gocciolante predisposta o adacquamento manuale) e successivamente approvati dalla Stazione appaltante e Direzione lavori. Predisponendo un impianto di irrigazione automatico, l'appaltatore dovrà controllare che questo funzioni regolarmente: l'impianto di irrigazione non esonera però l'appaltatore dalle sue responsabilità in merito all'irrigazione la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali.

Protezione degli alberi da lasciare in loco. Prima di procedere all'esecuzione delle opere previste dal progetto (fase esecutiva propriamente detta), l'appaltatore dovrà adottare, ad insindacabile giudizio del Direttore lavori, tutti gli accorgimenti volti a ottenere una completa salvaguardia degli alberi presenti, riguardo agli apparati radicali, ai fusti e alle chiome. È vietato operare scavi nel raggio di rispetto pari a tre volte la circonferenza del fusto se non preventivamente autorizzati e concordati nella modalità di esecuzione; le operazioni di demolizione vanno eseguite con l'ausilio di attrezzature manuali; è vietato lo scarico o il deposito, anche temporaneo, di materiale sciolto nell'area circostante gli alberi. Per la difesa contro i danni meccanici ai fusti, tutti gli alberi isolati posti nell'ambito del cantiere devono essere protetti da recinzioni solide che racchiudano le superfici di pertinenza delle piante. Se per insufficienza di spazio non è possibile l'isolamento dell'intera superficie interessata, gli alberi devono essere singolarmente protetti mediante tavole di legno alte almeno 2 m, disposte contro il tronco in modo tale che questo sia protetto su tutti i lati. Tale protezione deve prevedere anche l'interposizione di idoneo materiale-cuscinetto e deve essere installata evitando di collocare direttamente le tavole sulle sporgenze delle radici e di inserire nel tronco chiodi, manufatti in ferro e simili. Rami e branche che interferiscono con la mobilità di cantiere devono essere rialzati o piegati a mezzo di idonee legature protette da materiale cuscinetto. Al termine dei lavori tali dispositivi dovranno essere rimossi. Nel caso che i lavori producano presumibile alterazione del normale regime idrico delle alberature, queste dovranno essere convenientemente e costantemente irrigate durante il periodo vegetativo.

Pulizia del piano viabile. Il piano viabile dovrà risultare al termine di ogni operazione di impianto, o manutentorio, assolutamente sgombro da rifiuti; la eventuale terra dovrà essere asportata dal piano viabile facendo seguito con spazzolatura a fondo e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua. In particolare, la segnaletica orizzontale che sia stata sporcata con terriccio dovrà essere accuratamente pulita a mezzo di lavaggio.

Art.53. LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli che si rendessero necessari, si seguiranno le norme di buona regola dell'arte

e in ogni caso le indicazioni contenute negli elaborati di progetto e quelle fornite dalla Direzione lavori.

Art.54. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, riconfigurazione, modifiche di profilo o altimetriche, allargamenti e attraversamento di strade esistenti, l'appaltatore è tenuto a informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono le opere esistano cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (fognature, acquedotti, oleodotti, metanodotti ecc.). In caso affermativo l'appaltatore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle accennate opere. Il maggiore onere al quale l'appaltatore dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi di elenco. Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'appaltatore dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate e alla Direzione lavori. Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'appaltatore, rimanendo del tutto estranea la Stazione appaltante da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale. In genere l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della Stazione appaltante. la Stazione appaltante si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. Appena costatata l'ultimazione dei lavori, la strada potrà essere aperta al pubblico transito. la Stazione appaltante però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dar diritto all'appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massicciata o delle riprese di trattamento superficiale che si rendessero necessarie.

CAPO 3 - MOVIMENTI DI MATERIE E TUBAZIONI

Art.55. GENERALITÀ

L'Impresa, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligata ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisionali e usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse. La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisionale, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità e in qualsiasi posizione, e in tutte le opere

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

Art.56. COLLOCAMENTO IN OPERA DI MATERIALI DELL'ENTE APPALTANTE

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Ente Appaltante, sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Impresa riceverà tempestivamente. Pertanto essa dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie. Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera in questo Capitolato, restando sempre l'Impresa responsabile della buona conservazione del materiale consegnatole, prima e dopo del suo collocamento in opera.

Art.57. TRACCIAMENTI

Sarà cura e dovere dell'appaltatore, prima di iniziare i lavori, sviluppare, sulla base del progetto esecutivo, tutti i dati costruttivi e le misure ed eseguire il tracciamento delle opere a mezzo di picchetti, sagome, modine, ecc. sottoponendo le risultanze alla Direzione lavori per il controllo e solo dopo l'assenso di questa potrà darsi l'inizio alle opere relative. L'appaltatore resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto e alle prescrizioni inerenti. Saranno a carico dell'appaltatore le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento e in pietra, per i capisaldi e per materiali e mezzi d'opera e, inoltre, per il personale e i mezzi di trasporto occorrenti dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto. Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto, l'appaltatore è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale dell'IGMI e con quella utilizzata per la redazione del progetto; tali capisaldi dovranno altresì coincidere (a meno delle necessarie integrazioni) con quelli utilizzati all'atto della campagna geognostica. Costituiscono obbligo dell'appaltatore lo studio, il posizionamento e la realizzazione, partendo da punti di riferimento noti e ben visibili sul territorio, di un reticolo di vertici da utilizzare per i tracciamenti e/o per i controlli plano-altimetrici delle opere da eseguire; quanto sopra si intende applicabile a partire dalle attività connesse con la campagna geotecnica. Per ogni vertice deve essere redatta una apposita monografia contenente tutte le informazioni idonee a permettere di rintracciarne la posizione.

Detta monografia dovrà essere corredata da uno schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio. Sarà cura dell'appaltatore provvedere a quanto necessario affinché tutte le ditte operanti si avvalgano e facciano riferimento a un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Sarà cura dell'appaltatore provvedere a quanto necessario a evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'appaltatore) di qualsiasi natura, il reticolo o singoli capisaldi risultassero manomessi, sarà cura dell'appaltatore provvedere ai necessari ripristini. Sarà altresì cura dell'appaltatore, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione lavori la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

Art.58. SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dal Direttore lavori. Nell'esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni a persone e opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitele. L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, anche, ove occorra, con canali fugatori. Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile del Direttore lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dal Direttore lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private e al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie. Il Direttore lavori potrà far asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni. Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e simili saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto; dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi o banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, che dovranno perciò risultare paralleli all'asse stradale. L'appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli

occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

Art.59. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc. e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Art.60. SCAVI DI FONDAZIONE E SUBACQUEI, E PROSCIUGAMENTI

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dal Direttore lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione tenendo in debito conto le istruzioni delle Norme tecniche per le costruzioni. Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Ente Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che il Direttore lavori abbia verificato e accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta del Direttore lavori, essere disposti a gradini e anche con determinate contropendenze. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbatacchiature, restando a suo carico ogni danno a cose e persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, e al necessario costipamento di quest'ultimo. Analogamente dovrà procedere l'appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione. Per aumentare la superficie d'appoggio, la Direzione lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino a un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura,

restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante. L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbatacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dal Direttore lavori. Col procedere delle murature l'Impresa potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Ente Appaltante; i legnami però, che a giudizio del Direttore lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi. Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm, l'appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. L'appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa e iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbatacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza di persone e cose, le venissero impartite dalla Direzione lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione appaltante, resterà di proprietà dell'appaltatore, che potrà perciò recuperarlo a opera compiuta. Nessun compenso spetta all'appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale o anche totalmente negativo. Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni precedenti, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà del Direttore lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fugatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando il Direttore lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti dall'Impresa con le macchine e gli operai necessari e si intenderanno già compensati negli oneri di scavo. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art.61. **RILEVATI E RINTERRI**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dal Direttore lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatte, a giudizio del Direttore lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita e al separato accatastamento dei materiali che si ritenessero idonei per la formazione di ossature, inghiaiamenti, costruzioni murarie, ecc., i quali restano di proprietà della Stazione appaltante come per legge. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte, sempre che ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione lavori; le quali cave potranno essere aperte dovunque l'appaltatore riterrà di sua convenienza, subordinatamente soltanto alla cennata idoneità delle materie da portare in rilevato. Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'appaltatore debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua e impaludamenti. A tale scopo, l'appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza. La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata e assodata con particolare diligenza, specialmente nelle parti addossate alle murature. Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte. Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che a esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate. Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere

riprese poi e trasportate con carriole, barelle e altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dal Direttore lavori. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Impresa. È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate. L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art.62. **PARATIE O CASSERI**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'Impresa, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile. Le teste dei pali e dei tavoloni, previamente spianate, devono essere, a cura e spese dell'Impresa, munite di adatte cerchiature in ferro per evitare scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Quando poi il Direttore lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti. Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo. Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni e le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta e abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art.63. **DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto

i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle demolizioni o rimozioni l'Impresa deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Impresa. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti e alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile del Direttore lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati e ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dal Direttore lavori, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Ente Appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del Capitolato generale, con i prezzi unitari d'Elenco. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Impresa essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art.64. **DRENAGGI**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessari saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione lavori disporrà, all'atto esecutivo, quanti pozzi riterrà necessario praticare e in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo. Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo e anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati. Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento di cui all'articolo relativo ai Riempimenti con pietrame.

Tubi perforati per drenaggi. I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di

ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda, rappresenti una linea simile ad una sinusoide. L'acciaio della lamiera ondulata. dello spessore minimo di 1,2 mm - con tolleranza UNl (norme UNI 7344 e UNI 8661) dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 34/mmq e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo il processo Sendzmir con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato. L'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm (1/2 pollice) e una profondità di 6,35 mm (1/4 di pollice). Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni. Per questo tipo di tubo l'unica forma impiegabile è quella circolare con diametro variabile da 15 a 25 cm.

Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati. Saranno dello stesso materiale e avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori. Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere e interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili. Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino "a contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati. L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza. L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata. Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti. Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme AASHTO M 36-74 e M 167-72.

Tubazioni in pvc rigido non plastificato - serie pesante. Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione

prescritti dalle norme vigenti e alle Raccomandazioni I.I.P. I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie. Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle, presentare una sezione circolare costante e avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio e assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse. I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI. I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI 7442 o UNI 7447. Per la fognatura (scarichi di acque di rifiuto civili e industriali: acque bianche, nere e miste) saranno impiegati tubi del tipo UNI.

Art.65. TUBAZIONI E CANALIZZAZIONI IN GENERE

Generalità. Le tubazioni, gli elementi prefabbricati e le apparecchiature idrauliche devono corrispondere alle vigenti norme tecniche.

Ordinazione. L'Impresa effettuerà l'ordinazione delle tubazioni e delle canalizzazioni entro il termine che potrà stabilire il Direttore lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale. L'Impresa invierà al Direttore lavori – che ne darà subito comunicazione all'Amministrazione – copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento. L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente. «La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dall'Amministrazione appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero – a cura e spese dell'Impresa – sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati. Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta e a spese dell'Impresa, alle prove idrauliche interne delle tubazioni e/o canalizzazioni poste in opera». L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove. I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, delle canalizzazioni, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione – alle quali potranno presenziare sia l'Impresa e sia il Direttore lavori od altro rappresentante dell'Amministrazione e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice –saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN. L'Impresa richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa – di cui un esemplare verrà consegnato al Direttore lavori – contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni e delle canalizzazioni – Marcatura. L'accettazione delle tubazioni e delle canalizzazioni è regolata dalle prescrizioni di questo Capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, nonché delle istruzioni emanate con la circolare del Ministero dei Lavori pubblici n. 27291 del 20 marzo 1986 e, per i tubi in cemento armato ordinario e prefabbricato e in cemento armato precompresso, delle norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili. Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985. Tutti i tubi, le canalizzazioni, i giunti e i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali e i tubi forniti. L'Amministrazione ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo Capitolato e le disposizioni del Direzione lavori

Rivestimento interno. Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta. Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti. Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti: - giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo le norme UNI 6087 a 6090, 2299, 2300; - giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI 6082, 2276 a 2278, 6083, 6084. - giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI 2279 a 2286, 6085, 6086; - giunto Victaulic, automatico; - giunto Gibault o simili.

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

Su richiesta del Direttore lavori, l'Impresa dovrà esibire - comunicando il nominativo della ditta costruttrice - i loro prototipi, che il Direttore lavori, se li riterrà idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Impresa. L'accettazione delle apparecchiature da parte del Direttore lavori non esonera l'Impresa dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Tubazioni in PVC rigido non plastificato per fognature. Le tubazioni in PVC (clorulo di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme EN 1401 serie SN 8. I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle norme - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie. Devono avere costituzione

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

Chiusini e griglie in ghisa sferoidale. I chiusini di copertura dei pozzetti saranno in ghisa sferoidale secondo le norme UNI-ISO 1083, con resistenza a rottura superiore a 400 Kn (40 tonnellate) conforme alla norma UNI EN 124 classe D400, prodotti in stabilimenti ufficialmente certificati a norma ISO 9001 e provvisto di certificato corrispondente:

- di tipo a riempimento, in modo da poter contenere la pavimentazione in calcestruzzo, di telaio a sagoma circolare di diametro non inferiore a 850 mm e altezza non inferiore a 100 mm o con telaio quadrato e coperchio rotondo con passo d'uomo non inferiore a 600 mm, di ghisa a grafite sferoidale di Classe D 400 secondo le norme UNI ISO 1083;

- di tipo con telaio a sagoma circolare di diametro non inferiore a 850 mm e altezza non inferiore a 100 mm, con passo d'uomo pari a 600 mm, rivestito con vernice bituminosa e composto da: 1) telaio a sagoma circolare di diametro non inferiore a 850 mm, di altezza non inferiore a 100 mm, con fori e asole di fissaggio, munito di guarnizione circolare di tenuta antibasculamento in polietilene appoggiata su apposita sede, con possibilità di rialzo a mezzo di anelli appositi in ghisa sferoidale di altezza 50-60 mm che non compromettono il bloccaggio del coperchio esistente; 2) coperchio circolare con disegno antisdrucciolo sulla superficie a vista, dotato di un elemento elastico in esso integrato che ne consente il bloccaggio automatico sul telaio senza l'ausilio di altri sistemi di chiusura e provvisto di un sistema da articolazione che ne consente il ribaltamento a 130° e l'estrazione a 90°. Telaio e coperchio debbono portare una marchiatura a rilievo, leggibile e durevole indicante: a) il riferimento alla norma (en 124); b) la classe corrispondente (d400); c) il nome o la sigla del fabbricante.

Le griglie di raccolta saranno concave, in ghisa sferoidale secondo le norme UNI-ISO 1083, con resistenza a rottura superiore a 250 Kn (25 tonnellate) conforme alla norma UNI EN 124 classe C250, del tipo con barre ondulate antintasamento, prodotte in stabilimento ufficialmente certificato a norma ISO 9001 e provviste di certificato corrispondente, rivestite con vernice bituminosa e composta da: - telaio a sagoma quadrata di dimensioni 500x500 mm con luce netta interna non inferiore a 400 mm, di altezza non inferiore a 100 mm, con fori e asole di fissaggio, il tutto per un peso totale pari a 34,10 kg. - coperchio con incavo a disegno antisdrucciolo sulla superficie a vista. Telaio e coperchio debbono portare una marchiatura a rilievo, leggibile e durevole indicante: a) il riferimento alla norma (en 124); b) la classe corrispondente (c250); c) la sigla del fabbricante.

Art.66. TUBAZIONI IN ACCIAIO

Generalità. Il presente disciplinare si riferisce alla fornitura di condotte in acciaio per acquedotti con tubi lisci saldati in senso longitudinale o elicoidale. Tale disciplinare stabilisce: - le prescrizioni relative alla qualità dell'acciaio da impiegare nella costruzione e le prove di controllo

da effettuare; - le direttive in base alle quali devono essere eseguiti i calcoli di stabilità; - i controlli da effettuare in officina sui materiali tubolari approntati; - -le norme relative ai rivestimenti interni ed esterni dei materiali tubolari.

Riferimenti normativi. Le tubazioni devono essere conformi, oltre al presente disciplinare, alla presente normativa indicata in ordine di prevalenza: - D.M. LL.PP. 12 dicembre 1995 “Norme tecniche relative alle tubazioni” pubblicato sulla G.U. n. 61 del 14 marzo 1996; - norme UNI 6363/84.

Tipi di acciaio. L’acciaio delle lamiere deve essere di qualità e avere le caratteristiche meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI vigenti e rientranti in uno dei seguenti tipi: - acciaio Fe 410 (qualità base); - acciaio Fe 510.

Serie delle tubazioni. La serie delle tubazioni deve essere scelta da quella prevista dalle norme UNI vigenti in funzione delle prescrizioni di progetto, con esclusione della serie A.

Controlli sulla fornitura. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di collaudare in fabbrica prima della spedizione in cantiere delle tubazioni. Tali prove di collaudo saranno eseguite secondo quanto disposto nel presente disciplinare.

Prove sui materiali. Il produttore marcherà su ciascun tubo le indicazioni seguenti: - il numero di colata; - il numero progressivo dei pezzi di ciascuna colata; - il tipo di acciaio. Tutti i tubi saranno compiutamente descritti in appositi elenchi preparati a cura del produttore che riporteranno per ciascuno di essi le indicazioni distintive sopra precisate; detti elenchi saranno messi a disposizione del Direttore lavori. Per ciascuna colata il produttore dovrà fornire i risultati delle analisi chimiche di colata e delle prove come previste dalla UNI 6363/84. Il Direttore lavori potrà fare eseguire, a carico dell’appaltatore, da un laboratorio ufficiale di sua scelta analisi di controllo secondo quanto previsto dalle norme UNI in materia. In caso di non rispondenza della composizione chimica con quanto previsto nel presente disciplinare potrà essere rifiutata la relativa fornitura.

Tolleranze. Le tolleranze sulla massa, sullo spessore, sul diametro esterno dovranno essere quelle ammesse nelle norme UNI 6363/84. Il Direttore lavori potrà rifiutare il materiale non rispondente alle prescritte tolleranze.

Calcoli di stabilità. L’Impresa dovrà preventivamente presentare alla Direzione lavori i calcoli di stabilità relativi ad ogni tronco di tubazione. Tali calcoli e disegni dovranno essere firmati da un ingegnere iscritto all’Albo e controfirmati da responsabile dell’Impresa. L’approntamento in cantiere potrà avvenire solo dopo aver ricevuto esplicito benestare della Direzione lavori sui calcoli di stabilità. Resta comunque stabilito che detto benestare non produce alcuna diminuzione di responsabilità dell’Impresa che resta in ogni caso unica responsabile civile e penale dei calcoli dei disegni e dell’esecuzione. La resistenza dei singoli elementi delle condotte verrà verificata nel modo più rigoroso compatibilmente con le possibilità di soluzione dei problemi statici offerte dagli attuali procedimenti della Scienza delle costruzioni. In particolare si dovrà tenere anche conto: dall’angolo di deviazione dell’asse degli spicchi che formano le

curve, quando esso sia superiore a 6°; della conicità dei singoli elementi per angolo al vertice del cono superiore a 16°; della variabilità della sollecitazione circonferenziale nello spessore dei tubi se il rapporto tra spessore e diametro interno è maggiore di 0.05. Per i casi complessi, che non si possano far rientrare nelle più note e accettate schematizzazioni matematiche, e per i quali il calcolo può dare solo indicazioni grossolane, si dovrà fare ricorso a studi su modello quando la sicura determinazione dello stato di sollecitazione dei pezzi in esame sia fondamentale per la sicurezza della condotta. Per i pezzi di minore importanza sarà sufficiente assumere un coefficiente di sicurezza più elevato di quello normalmente ammesso per i pezzi verificabili con calcolo rigoroso, come è precisato al secondo capoverso del punto H. Ove possibile, le valutazioni teoriche relative ai pezzi più importanti verranno verificate con apposite misure durante le prove della condotta. Le sollecitazioni dovute a pertubazioni locali provocate da aperture di grandi dimensioni per passi d'uomo o simili, da appoggi concentrati, da attacchi flangiati, staffe di rinforzo, diramazioni a più vie, dovranno anche esse venire compiutamente calcolate ai fini della verifica di resistenza del materiale nella zona perturbata. Ipotesi di calcolo I carichi di diversa natura che sollecitano gli elementi delle condotte vengano raggruppati nelle seguenti tre categorie: a) carichi di carattere normale; b) carichi di carattere saltuario; c) carichi di carattere eccezionale. In ogni caso lo stato di sollecitazione del materiale è determinato dalla azione complessiva di tutte le forze agenti nel piano trasversale e in quelle longitudinali della tubazione. Queste sono principalmente: la spinta interna dell'acqua ed esterna di eventuali falde acquifere e dei sovraccarichi anche accidentali generati dalla posa sottostrada; il peso dei tubi, dell'acqua in essa contenuta, di eventuali materiali di ricoprimento; le forze derivanti dalle variazioni di temperatura rispetto a quella di posa in opera e dalle caratteristiche di vincolo della struttura che ne condizionano le possibilità di deformazione. Il calcolo delle sollecitazioni sarà determinato tenendo contemporaneamente conto, in ciascun punto della condotta, delle condizioni più gravose dovute ai carichi di seguito precisati e alle variazioni tecniche e alle caratteristiche di vincolo pure indicate per ciascuna categoria di carico. A) Carichi di carattere normale Sono quelli che agiscono durante il normale esercizio delle condotte, e precisamente: a) Pressione interna massima (pressione di calcolo). In ogni sezione della condotta è la maggiore tra quelle di seguito definite: - pressione corrispondente al livello statico massimo nella camera di carico o nel pozzo piezometrico aumentata della sovrappressione di colpo d'ariete massima di esercizio, che sarà considerato variabile linearmente lungo lo sviluppo della condotta salvo diversa precisazione; - sovrappressione costante corrispondente all'oscillazione massima del livello nella camera di carico o nel pozzo piezometrico. La sovrappressione di colpo d'ariete da considerare in corrispondenza dell'organo di chiusura subito a monte delle macchine non potrà in ogni caso essere inferiore al 10% della pressione statica massima agente in quel punto. Per le condotte in galleria bloccate con calcestruzzo verrà precisato all'atto esecutivo la pressione massima che può essere assunta dalla roccia, oppure sarà prescritto il coefficiente di sicurezza in base al quale dimensionare la tubazione supposta libera. b) Peso della tubazione e dell'acqua in essa contenuta. c) Sovraccarichi derivanti eventualmente da materiali di ricoprimento e dei carichi e sovraccarichi stradali anche accidentali a tubo vuoto. d) Forze derivanti dall' attrito sulle selle di appoggio e nei giunti in dipendenza del loro interasse e tipo; per il calcolo delle

conseguenti forze longitudinali si adotteranno coefficienti d'attrito non inferiori ai seguenti: - per appoggi realizzati su rulli f=0.1 - per appoggi realizzati tra superfici metalliche non lubrificate f=0.4 - per giunti di dilatazione f=0.3 Se la condotta non ha giunti di dilazione fra blocchi di ancoraggio consecutivi, si dovranno calcolare le forze longitudinali dovute all'impedita dilatazione o contrazione del tubo. e) Forze longitudinali derivanti, per le condotte prive di giunti di dilatazione, da impedita deformazione (effetto Poisson) e da variazione termiche. La variazione termica da mettere in conto è la differenza massima che si può presentare nel metallo tra la sua temperatura di esercizio con condotta piena d'acqua e quella alla quale è avvenuta la chiusura dell'ultimo giunto fra due ancoraggi. Detta variazione non può comunque essere assunta inferiore a 10°C. f) Forze dovute a spinte idrauliche sui fondi, variazioni di sezioni, curve, ecc. B) Carichi di carattere saltuario Sono quelli che si verificano a tubazione vuota e durante il riempimento e il vuotamento della condotta, e precisamente: a) Peso della tubazione e dell'acqua in essa contenuta; b) Sovraccarichi derivanti eventualmente da materiale di ricoprimento e dei carichi e sovraccarichi stradali anche accidentali. c) Forze derivanti dall'attrito sulla sella di appoggio e nei giunti, che saranno calcolate secondo quanto esposto alla lettera d) del punto A). d) Forze longitudinali derivanti, da variazione termiche, per le condotte prive di giunti di dilatazione. La variazione termica da considerare è la differenza massima che si può presentare nel metallo tra la sua temperatura a condotta vuota e quella alla quale è avvenuta la chiusura dell'ultimo giunto fra due ancoraggi. Tale variazione non può comunque essere assunta inferiore a ± 30°C per le tubazioni all'aperto, e di ±10°C per quelle interrate o installate in gallerie. C) Carichi di carattere eccezionale Sono quelli che si possono presentare solo eccezionalmente insieme ai carichi di carattere normale o saltuario, oppure indipendentemente da essi. Nei calcoli si dovrà sempre assumere la combinazione dei carichi più sfavorevole tra quelle che si possano presentare. Si considerano di carattere eccezionale: a) Le depressioni nell'interno delle tubazioni provocate dal mancato funzionamento dei tubi o delle valvole di entrata d'aria in occasione della chiusura dell'organo di intercettazione posto all'imbocco delle condotte (valvole a farfalla, paratoie, valvole di regolazione, ecc.). Per tali depressioni si deve assumere il valore massimo a 1 kg/cmq. b) Le sovrappressioni conseguenti alle prove idrauliche in officina e in opera. c) Le sovrappressioni accidentali dovuta al difettoso funzionamento degli organi di regolazione delle pompe; questa condizione di carico dovrà essere considerata solo se richiesto. d) Le pressioni esterne provocate da falde d'acqua su condotte in galleria bloccate con calcestruzzo oppure interrate, in concomitanza con il vuoto all'interno delle condotte stesse per mancata entrata d'aria durante il vuotamento. e) Le forze derivanti da scosse sismiche. f) Le forze derivanti da particolari condizioni di trasporto, montaggio, cementazione di tubi intasati, iniezioni a tergo dei rivestimenti metallici. D) Stato di sollecitazione nel materiale e tensione equivalente In ciascun punto della tubazione deve essere completamente definito lo stato di sollecitazione nel materiale mediante la determinazione delle tre sollecitazioni principali s1*s2*s3. Nei tubi diritti o con piccola curvatura si potrà ammettere che le tre sollecitazioni principali agiscono rispettivamente nelle direzioni circonferenziale, longitudinale e radiale. Inoltre la sollecitazione radiale, data esiguità, potrà essere trascurata. Lo stato di sollecitazione del materiale si riduce così, per questi tubi, a uno stato piano caratterizzato dalle tensioni

principali sc e s1 agenti rispettivamente nelle direzioni circonferenziale e longitudinale. Per la verifica della resistenza si calcola, secondo i criteri precisati in seguito, una sollecitazione monoassiale equivalente da confrontare, attraverso un coefficiente di sicurezza di seguito definito, con la resistenza a snervamento a trazione del materiale. La tensione equivalente sarà calcolata con la formula di Hencky-Von Mises che definisce il lavoro di cambiamento di forma a volume costante nel punto più sollecitato del materiale: Nei pezzi di forma complessa, nelle curve a piccolo raggio, nelle biforcazioni, ecc. quando lo stato di deformazione spaziale non sia riconducibile a piano, si devono calcolare le tre tensioni principali e si assumerà come tensione equivalente ancora quella data dalla formula di Hencky-Von Mises. E) Verifica di stabilità elastica Oltre alla determinazione dello stato di sollecitazione in ciascun punto della tubazione, si dovrà anche verificare la stabilità elastica della condotta in senso trasversale e in senso longitudinale per ciascuna condizione di carico: il relativo coefficiente di sicurezza, che sarà riferito ai carichi agenti e non alle sollecitazioni unitarie, dovrà essere maggiore di 2, salvo nel caso precisato nel seguito. F) Gradi di sicurezza La tensione equivalente massima deve essere non superiore ad una prestabilita frazione del carico unitario minimo di snervamento a trazione Rs, non alterato da eventuali incrudimenti del materiale, o di 0.80 volte il carico unitario minimo di rottura R del materiale quando Rs è maggiore di 0,80 R: Il coefficiente K definisce il grado di sicurezza della costruzione; esso dipende dal carattere dei carichi presi in considerazione (carichi di carattere normale, saltuario, eccezionale), dalle caratteristiche del materiale, dalla maggiore o minore rigorosità del metodo di calcolo assunto per la determinazione, dal tipo della sollecitazione. Nei punti in cui si abbiano anche sollecitazioni derivanti da perturbazioni locali, se ne dovrà tener conto nel calcolo della tensione equivalente di confronto se, il coefficiente di sicurezza K non dovrà mai risultare inferiore a 1 nelle condizioni di carico più sfavorevoli. H) Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere normale Salvo diversa prescrizione nelle verifiche di resistenza si assumerà: $K \geq 1.9$ I pezzi che non possono venire calcolati in modo rigoroso, e per i quali, attesa la minora importanza, non sono prescritte prove su modello, dovranno essere verificati con gradi di sicurezza maggiorati del 20% rispetto a quello prescritto. I) Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere eccezionale Nelle verifiche di stabilita elastiche relative alle sollecitazioni dovute a depressioni nell'interno della condotta è richiesto che la pressione critica del tubo sia non inferiore al doppio di quella atmosferica. Si dovrà anche procedere ad una verifica di resistenza per le stesse condizioni di carico: per essa si dovrà prevedere una ovalizzazione del tubo, definita dalla massima differenza di lunghezza di due diametri circa tra loro perpendicolari, non inferiore a 0.01 D essendo D il diametro interno della tubazione. Il relativo coefficiente di sicurezza dovrà essere maggiore di 1.5. Nelle verifiche di resistenza relative alle sollecitazioni derivanti dalle prove idrauliche in officina e in opera, da sovrappressioni accidentali eventualmente prescritte, da scosse sismiche, da forze derivanti da particolari condizioni si assumerà: $K \geq 1.25$ Nelle verifiche di condotte in galleria bloccate con calcestruzzo oppure interrate, relative alle sollecitazioni derivanti da pressioni di falde di acque esterne, si assumerà: $K \geq 1.25$ Detto grado di sicurezza sarà riferito sia alle sollecitazioni, nelle verifiche di resistenza, sia ai carichi agenti nelle verifiche di stabilità elastica, in deroga a quanto stabilito precedentemente. In ciascun punto della condotta il carico

idrostatico esterno, in metri d'acqua non potrà essere assunto inferiore alla copertura rocciosa o di terreno misurata in verticale, aumentata di 10 m per tenere conto della possibilità di una concomitante pressione nulla all'interno della condotta. Per le condotte bloccate in roccia, inoltre, la intercapedine tra il tubo e calcestruzzo non potrà essere ipotizzata inferiore a 0.000R, essendo R il raggio interno della tubazione, quando siano eseguite iniezioni di intasamento con malta di cemento almeno tre mesi dopo l'ultimazione del bloccaggio con calcestruzzo della condotta; se non vengono provviste iniezioni, si dovrà valutare caso per caso l'intercapedine derivante dal ritiro del calcestruzzo e da un eventuale non perfetto riempimento a tergo della tubazione, che andrà sommata a quella, pari a 0.0005R, prima indicata. Si dovrà anche mettere in conto la ovalizzazione del tubo dipendente dai processi costruttivi e dalle sollecitazioni di trasporto e messa in opera; in ogni caso essa, che è definita dalla massima differenza di lunghezza di due diametri circa tra loro perpendicolari, non potrà essere assunta inferiore a 0.01 D essendo D il diametro interno.

Spessori della tubazione. Gli spessori risultati dai calcoli saranno arrotondati al millimetro superiore e dovranno rientrare tra quelli indicati alla UNI 6363/84 con esclusione della serie A, a eccezione del DN 1200 per il quale si prescrive uno spessore non inferiore a 12 mm.

Tipo di giunzioni - Controlli sulle saldature. Le estremità dei tubi saranno del tipo "a bicchiere" con saldatura autogena per sovrapposizione. Le giunzioni delle tubazioni e dei pezzi speciali in acciaio dovrà essere effettuata da personale specializzato. L'impresa appaltatrice eseguirà le saldature sulle condotte a mezzo di personale in possesso dell'apposito brevetto rilasciato dall'Istituto di Saldature o altro Istituto autorizzato. I tubi verranno saldati all'arco elettrico con elettrodi cellulosici rivestiti per la prima passata e basici per le successive, il cui metallo di apporto abbia caratteristiche analoghe a quelle dei materiali da saldare. Il numero delle passate, in rapporto alla distanza di assemblaggio, non sarà mai inferiore a tre. Alla fine di ogni passata la saldatura dovrà essere pulita o raschiata da tutte le incrostazioni e ripulita da impurità o sbavature. Non sarà consentito lasciare saldature incomplete e comunque si prescrive che, di regola, alla fine della giornata lavorativa, tutte le giunzioni iniziate dovranno essere completate. A saldatura ultimata la superficie esterna del cordone di saldatura dovrà presentarsi a profilo convesso. Il controllo della buona esecuzione delle saldature verrà fatto con prove non distruttive mediante l'impiego di apparecchi radiografici portatili e/o ove possibile mediante l'impiego di ecografi ad ultrasuoni. Tali controlli verranno effettuati a campione, in numero fissato dalla Direzione lavori e comunque non inferiore al 10% delle giunzioni effettuate.

Rivestimenti esterni di tipo bituminoso. La superficie esterna delle tubazioni dovrà essere isolata in modo da sottrarre il metallo dal contatto con l'ambiente di posa. Ciò si otterrà ricoprendo la superficie con idoneo rivestimento. Il rivestimento dovrà avere caratteristiche meccaniche tali da non subire danneggiamenti durante le operazioni di trasporto, di posa in opera e di interramento delle tubazioni.

Preparazione della superficie da rivestire. La efficienza del rivestimento dipende principalmente dalla aderenza che il rivestimento ha rispetto alla superficie da rivestire.

L'aderenza, che potrà essere misurata con le prove previste nel presente Capitolato, sarà tanto migliore quanto più elevato è il grado di pulizia e di ruvidità della superficie. La pulizia della superficie da rivestire dovrà comportare: - l'eliminazione di macchie di olio, di grasso, di polvere e di altre sostanze già distaccate; - l'essiccamento della superficie; - l'esportazione dell'eventuale ruggine e della calamina friabile. Questa pulizia sarà ottenuta mediante sabbiatura - Riferimento SA 2 -norme SIS 055900 - 1967 - oppure mediante una energica spazzolatura meccanica - Riferimento ST3 - richiamate norme SIS. Il trattamento di pulizia non è espressamente richiesto quando le tubazioni sono ricavate da lamiera normalizzata in ambiente ossidante e la superficie del tubo, al momento dell'applicazione dello strato di fondo, si presenta esente da ruggine e da calamina friabile - grado A delle richiamate norme SIS.

Applicazione dello strato di fondo (primer). Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà alla superficie stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume - residuo della distillazione del petrolio grezzo - limitatamente ossidato, avente le seguenti caratteristiche: - punto di rammollimento P.A. 105±5 - punto di rottura Fraas ≥ -6° C - penetrazione (25° C -100 gr -5s) ≥ 25dmm - solubilità in CCL4 ≥ 99% Per l'applicazione dello strato di fondo è in ogni caso tassativamente escluso l'uso di emulsioni acquose o comunque di sostanze diluite in acqua. Lo spessore dello strato di fondo dovrà essere tale da assicurare la completa copertura della superficie metallica.

Applicazione dello strato protettivo. Lo strato protettivo sarà costituito da bitume ossidato e opportunamente caricato aventi le seguenti caratteristiche: - punto di rammollimento P.A. 100±5 - punto di rottura Frass ≥ -5° C - penetrazione (25° C - 100gr - 5s) ≥ 20dmm - carico 30±5% I metalli da adoperarsi per la carica dovranno avere le seguenti caratteristiche: - natura ardesia, silice - umidità 2% in peso - perdita alla calcinazione < 25 % - residuo al vaglio di 10000 maglie/cmq < 5% Lo strato protettivo sarà ottenuto mediante il getto di miscela bituminosa fusa che investe il tubo animato di moto rotatorio. È indispensabile che lo strato protettivo venga applicato su strato di fondo già raffreddato o completamente essiccato a seconda del tipo di applicazione usata. Lo spessore medio dello strato protettivo dovrà essere tale che in nessun punto della superficie si abbia uno spessore complessivo (spessore dello strato di fondo + spessore strato protettivo) mai inferiore a 4 mm.

Applicazione dell'armatura - caratteristiche del feltro e del tessuto di vetro. Per salvaguardare lo strato protettivo da sollecitazioni meccaniche, urti, abrasioni, ecc. sarà necessario aumentare la resistenza meccanica mediante l'applicazione di più strati di idoneo materiale di armatura. I rivestimenti sono del tipo 'pesante', in cui l'armatura è costituita da uno strato di feltro di vetro o da uno di tessuto di vetro. I materiali di armatura verranno impiegati previa completa imbibizione con miscele bituminose in modo da ottenere una armatura compatta e aderente con lo strato sottostante. L'applicazione dell'armatura sarà eseguita avvolgendo, sul tubo, ad elica un nastro con sovrapposizione minima del 20% previo il suo passaggio in vaschette contenenti la miscela dura. Sono ammessi altri metodi di applicazione degli strati di armatura, purché ne garantiscano la completa imbibizione di miscela bituminosa. L'avvolgimento deve essere eseguito in modo tale da garantire la continuità della copertura della superficie del nastro

e la buona aderenza tra i diversi strati. Il feltro di vetro avrà le seguenti caratteristiche: - peso del feltro: 45-70 g/m2 - peso dopo estrazione dell'eventuale bitume di appretto e calcinazione non inferiore al 85% del peso originario e comunque non inferiore a 40 g/m2 - appretto a base di resine fenoliche o similari - grado idrolitico: ≥3 - resistenza a trazione longitudinale (larghezza del provino 5 cm): ≥ 12.5 kg/ 5 cm - resistenza a trazione trasversale: ≥ 2.5 kg/ 5 cm Il tessuto di fibra di vetro avrà le seguenti caratteristiche: - grado idrolitico: ≥ 3 - peso del tessuto 220 ± 20 g/m2 - peso dopo estrazione e calcinazione: >170 g/m2 - resistenza a trazione longitudinale: ≥ 40 kg/ 5cm - resistenza a trazione trasversale: ≥40 kg/ 5cm - peso dell'appretto ≥20% - composizione dell'appretto: bitume ≥50% - resina, colla, ecc. < 50% - n. di fili in ordito ≥25/ 10 cm - n. di fili in trama ≥10/ 10 cm Per l'appretto del tessuto di fibra di vetro sarà utilizzato bitume disciolto in solventi e non disperso in acqua (emulsione). Nella fabbricazione del tessuto è escluso il trattamento con oli.

Spessori finali del rivestimento. Fra gli strati di armatura sarà interposto bitume caricato avente le caratteristiche di cui al precedente articolo in modo da ottenere gli spessori totali del rivestimento qui di seguito riportati: - rivestimento pesante: spessore medio 9 mm; spessore minimo 7 mm.

Applicazione dello strato di finitura. Allo scopo di migliorare la prestazione del rivestimento rispetto all'azione dei raggi solari, per eliminare l'appiccicosità, per ottenere la levigatura, ecc. si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce (idrato di calce in acqua).

Rivestimento interno di tipo bituminoso. Il rivestimento interno normale sarà costituito: - dallo strato di primer come decritto in precedenza; - da un successivo strato di bitume ossidato di cui all'art. precedente, applicato a caldo per centrifugazione, fino ad uno spessore non inferiore a 2 mm.

Prove sui materiali e loro frequenza. Le prove di controllo delle caratteristiche dei singoli materiali saranno fatte con i metodi descritti negli articoli seguenti e con la frequenza seguente: - bitume polimerizzato impiegato come strato di fondo e come mastice della miscela bituminosa: una volta alla settimana; - miscela bituminosa impiegata come strato protettivo: due volte alla settimana; - carica minerale: ad ogni fornitura di materiale allo stabilimento; - fasce di fibra di vetro: idem c.s. alla settimana; - miscela di resina e catrame: due volte alla settimana. Tali prove saranno riportate dalla ditta in apposito registro che dovrà essere esibito ogniqualvolta l'Amministrazione ne faccia richiesta. Le prove verranno eseguite presso il laboratorio delle ditte fornitrici ovvero presso laboratori di istituti universitari o equiparati. Non è ammesso l'impiego di materiali non rispondenti ai requisiti prescritti. Altre prove oltre quelle sopra descritte potranno essere concordate allo scopo di ottenere maggiori informazioni sulla idoneità dei materiali da impiegare.

Controllo durante la fabbricazione e sui rivestimenti finiti. La Direzione lavori si riserva di fare assistere proprio personale alla fabbricazione dei rivestimenti, allo scopo di controllare la perfetta esecuzione, secondo la prescrizione, riservandosi di interrompere una produzione che non risponde ai requisiti richiesti dall'Amministrazione. Il controllo sui rivestimenti finiti consiste

nell'accurata ispezione del maggior numero dei tubi in una qualunque delle fasi di lavorazione e nella misura degli spessori e prove di aderenza. Il controllo degli spessori verrà fatto sistematicamente, sia con prove distruttive che non distruttive. Le prove distruttive avranno esito positivo se gli spessori misurati in più punti sul tubo, a criterio del Direttore Lavori, risultassero nei limiti di quelli prescritti. Per le prove non distruttive si impiegherà una apposita apparecchiatura elettromagnetica che consente la misura dello spessore totale; tale spessore sarà eseguito alla uscita delle macchine a rivestire con la frequenza ritenuta opportuna dal Direttore lavori.

Prove di aderenza. Le prove distruttive si eseguiranno in proporzione al un numero di tubazione componente la partita da controllare secondo la seguente tabella:

Numero di unità di cui consiste la partita da controllare	*Numero massimo di unità di cui deve consistere il campione*
10-25	3
26-50	4
51-100	5
101-200	7
201-300	9
301-400	10

Le prove consisteranno nella misura dello spessore e nell'accertamento dell'aderenza del rivestimento alla tubazione. La misura dello spessore del rivestimento potrà essere eseguita mediante un orologio di misura 0, per spessori tra 1.5mm e 10mm, con un dispositivo elettromagnetico. La misura dello spessore si eseguirà in un numero di punti a giudizio della Direzione lavori ma non superiore a 1 punto per mq di rivestimento. L'esito delle misure sarà positivo quando in tutti i punti misurati lo spessore non risulterà mai inferiore ai limiti fissati. La prova di aderenza sarà eseguita in un numero di punti, a giudizio dell'Amministrazione e comunque non superiore ad una prova ogni 2mq di superfici di rivestimento. Si eseguono sul rivestimento, con un coltello affilato e robusto, due tagli paralleli all'asse della tubazione, fino ad arrivare alla superficie del tubo. Indi si eseguono altri due tagli aventi la stessa inclinazione della fascia di armatura in modo da formare con i primi un parallelogramma con altezza compresa tra 10 e 20 cm. Quindi in corrispondenza di un intero lato del parallelogramma si asporta la parte del rivestimento esterno al lato stesso per una sufficiente lunghezza. Su tale lato si stacca per una profondità di 2 cm il bordo inferiore del rivestimento della tubazione in modo da ottenere che un lembo sia leggermente sollevato. Con un arnese a forma di pinza, aventi ganasce della stessa lunghezza del lato in questione, si afferra il lembo precedentemente indicato e si strappa tirando in modo uniforme. La prova risulterà negativa se in uno qualsiasi dei punti in esame lo strato di primer si staccherà dal metallo. Se il primer risulta ben aderente al metallo l'aderenza sarà considerata sufficiente quando il rivestimento non si stacca dallo strato di primer. Qualora lo strato di rivestimento dovesse, in alcuni punti, staccarsi dal primer, si misurano le aree per le quali si è verificato il distacco. Per fatto esplicito si definisce coefficiente di aderenza il rapporto percentuale tra la superficie che resta ancora ricoperta di rivestimento e la superficie totale della quale viene strappato il rivestimento stesso. La prova sarà ancora considerata positiva quando la media dei coefficienti di aderenza è superiore al 90%

e non si abbiano coefficienti inferiori al 75%. L'area per la quale è consentito il distacco dovrà comunque essere la somma di almeno tre aree parziali per ogni prova eseguita.

Prova ad alta tensione. Il controllo della continuità verrà eseguito con strumento rilevatore a scintilla con tensione ai morsetti compresa tra 15000 e 20000 Volt. La misura delle intensità di corrente circolante nella tubazione potrà essere eseguita anche staccando il collegamento elettrico tra due tubi contigui.

Prove in opera. Il trattamento isolante dovrà essere tale da assicurare in opera una resistenza di isolamento non inferiore a 500 Ohm mq misurata su di una lunghezza di tubazione non inferiore a 50 m. La misura della resistenza di isolamento sarà eseguita con il metodo proposto dalla sezione 7 - 4D del Comitato Tecnico della NACE (National Association of Corrosion Engineers - Pubblicazione 57-27 (CORROSION, vol. 13, n. 12, p.37 (1957). Il periodo di intermittenza della corrente di misura sarà di 60 sec. con un tempo di attacco di 50 sec. Le misure delle varie grandezze richiamate in detto metodo saranno eseguite dopo aver fatto circolare, in maniera continuativa, la corrente di misura per un periodo di tempo sufficiente a far polarizzare la tubazione e comunque non inferiore a 5 ore. Il rilievo dei potenziali in ciascun punto di misura sarà determinato quale media di 5 valori ricavati come differenza fra le misure eseguite a corrente attaccata e corrente staccata, con un voltmetro a resistenza interna non inferiore a 100.000 Ohm/V e da basso tempo di risposta. La misura della intensità di corrente circolante nella tubazione potrà essere eseguita anche staccando il collegamento elettrico fra due tubi contigui.

Disposizioni generali sulla costruzione delle condotte e dei pezzi speciali. Tutte le operazioni inerenti la costruzione della condotta qualunque sia il tipo strutturale tra quelli previsti in progetto o che possono essere introdotti dalla Direzione lavori all'atto esecutivo devono essere affidate a personale specializzato. È facoltà della Direzione lavori richiedere all'impresa, per ciascun tipo di tubo, la presenza in cantiere di un tecnico specializzato, dipendente della ditta fornitrice, al fine di controllare l'esecuzione della posa in opera dei tubi: l'onere connesso con tale prestazione resta stabilito a carico dell'impresa. La Direzione lavori potrà, a suo giudizio insindacabile, far sospendere la posa qualora il personale incaricato di tale lavoro non dia le necessarie garanzie per la perfetta riuscita del lavoro. Allorché saranno state raggiunte le profondità di scavo, che in ogni caso non potranno risultare inferiori a quelle corrispondenti alla copertura minima di 1.00 m sull'estradosso delle tubazioni, salvo diverso ordine scritto della Direzione lavori, l'impresa far porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti a scopo di riferimento e controllo in punti del fondo delle fosse che corrispondono alle verticali dei cambiamento di pendenza e di direzione della condotta e in punti intermedi, in modo che le distanze fra picchetto e picchetto non superino i 15 m. Con riferimento a detti picchetti verrà eseguito il letto di posa, costituito secondo le previsioni di progetto o le prescrizioni della Direzione lavori Qualora sia ritenuto necessario consolidare il piano di posa in base alla natura dei terreni interessati, l'impresa è tenuta ad osservare scrupolosamente le disposizioni che all'atto esecutivo saranno impartite dalla Direzione lavori I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità della struttura e del rivestimento

eventuale e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni e secondo le pendenze migliori per l'eliminazione dell'aria, comunque non inferiori alle pendenze piezometriche massime nei tronchi declivi e al 2% in quelli acclivi; nei tratti pianeggianti il profilo sarà a "denti di sega", o secondo le prescritte pendenze di posa se con moto a canaletta. Non sono ammesse inversioni di pendenza ove non sia previsto un manufatto di scarico o di sfiato. Ove nella posa si riscontrassero tali inversioni sarà obbligo dell'impresa introdurvi un pezzo speciale con sfiato o scarico ovvero provvedere alla modifica altimetrica, il tutto a sue spese. Gli elementi di tubazione verranno convenientemente rincalzati con terra vagliata o sabbia secondo le previsioni del progetto. Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con adeguati tappi in legno. Dopo l'esecuzione delle giunzioni, l'impresa dovrà immediatamente procedere alla costruzione di tutte le murature di ancoraggio secondo le indicazioni e le norme di progetto o quelle prescritte, all'atto esecutivo, dalla Direzione lavori e alla ricopertura della parte centrale dei singoli elementi di tubazione(incavallottamento) portato fino al piano di campagna, onde assicurare la stabilità della condotta anche a cavi inondati. Ogni danno, in qualsiasi entità, che si verificasse in dipendenza della mancata adozione delle citate necessarie cautele, ricadrà a totale carico dell'impresa. Le tubazioni che dovranno attraversare murature contro acqua dovranno essere accuratamente pulite sulle superfici esterne e poste in opera con ogni accorgimento per garantire in modo assoluto l'aderenza delle murature alla superficie esterna del tubo. Potrà essere richiesta per i tubi di acciaio la rimozione del rivestimento bituminoso fino al metallo e la disposizione di collari saldati. L'impresa è comunque tenuta ad effettuare tutti necessari interventi di sigillatura ove alla prova si verificassero. Le tubazioni che dovranno attraversare le murature di altro genere dovranno essere libere rispetto alle stesse, passanti in idoneo varco circolare, presieduto esternamente da idoneo collare plastico per evitare ingresso di terra. Per i tubi e pezzi speciali che comportano un rivestimento isolante elettrico si curerà che a contatto con dette opere murarie il rivestimento rimanga integro, provvedendo, se nel caso, a rinforzarlo opportunamente. Per i pezzi speciali per i quali fossero prescritte giunzioni a flange, queste di norma eseguite con bulloni torniti e con guarnizioni di tela con elastomero. Per tutti i tubi che comportano guarnizioni di gomma, sarà cura dell'impresa conservare le stesse al riparo dalla luce e ove sussistano, negli imballaggi originali di fornitura, fino al momento in cui la singola guarnizione deve essere posta in opera. Trascorso il periodo di stagionatura delle ultime murature di sostegno e di ancoraggio si procederà alla prova del tronco di tubazione costituita secondo le particolari prescrizioni proprie di ciascun tipo di tubo. Tutte le operazioni di rinterro, sia parziale che totale andranno effettuate con la massima cura, in particolare, il rinterro dovrà iniziare dall'accurato rincalzo e rinfianco dei tubi, da effettuare a mano per la parte sottostante al piano diametrale, facendo seguire la ricopertura sempre a mano e con l'idoneo materiale ben costipato, fino a ½ diametro al di sopra della generatrice superiore della tubazione o del bicchiere se esistente; solo la parte superiore del cavo potrà essere riempita con materiale più grossolano, impiegando mezzi meccanici. L'impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posati al più presto possibile, e comunque sempre nei termini previsti nel programma dei Lavori. Tutti i danni per quanto gravi e onerosi, che possono derivare

alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere e alle proprietà, a causa di ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'impresa.

Pezzi speciali. I pezzi speciali saranno omogenei alle condotte. Le estremità dei pezzi speciali dovranno riprodurre perfettamente le caratteristiche del giunto adottato per tubi fra i quali sono inseriti; tali estremità - ove ritenuto necessario dalla Direzione lavori dovranno essere lavorate al tornio. In casi particolari - per riparazioni o quando il pezzo sia posato in ambiente aerato - potranno essere adottati Gibault della serie pesante; in ogni caso dovranno essere rispettate le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione lavori per raccordi per apparecchiature potranno adottarsi giunti a flangia o tronchetti filettati a gas. Ai fini di una normalizzazione generale verranno adottate in tutto l'impianto flange rispondenti alle norme UNI; per i pezzi filettati a gas si adotteranno le serie di filettature UNI 159 e 160 per ghisa e UNI 3824 per l'acciaio. I pezzi speciali di acciaio saranno ricavati da elementi tubolari di caratteristiche identiche a quelle delle tubazioni e avranno estremità lisce per saldature di testa. I disegni d'esecuzione di detti pezzi speciali dovranno essere predisposti dall'impresa ed essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione lavori Nella realizzazione delle curve "a spicchi "l'apertura massima di ognuno degli spicchi sarà di 15°. Nella posa in opera dei pezzi speciali deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta; dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la posa, danni alle parti delicate e al rivestimento.

Art.67. TUBAZIONI DI GHISA

Tubazioni di ghisa sferoidale. I tubi di ghisa sferoidale avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle seguenti norme: - EN 545: "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale per condotta in pressione"; - EN 598: "Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura"; - UNI ISO 8180: "Condotta di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene"; - UNI 9163: "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico"; - EN 681-1: "Guarnizioni di tenuta in caucciù. Specifiche dei materiali per guarnizioni di tenuta per giunti di canalizzazioni utilizzati nel campo dell'acqua e dell'evacuazione — Parte1: Caucciù vulcanizzato"; - EN ISO 9001: "Modello per la garanzia della qualità in produzione e installazione"; - UNI EN 10204: "Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo"; - UNI ISO 10802: "Prove idrostatiche dopo la posa – Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale"; - EN 45012: "Requisiti generali degli organi di valutazione e certificazione dei sistemi qualità".

Tubazioni. I tubi dovranno essere fabbricati con ghisa sferoidale, prodotta con qualsiasi procedimento di fabbricazione e avente caratteristiche chimiche scelte a giudizio della ditta fornitrice, purché possegga le seguenti caratteristiche meccaniche.

Resistenza a trazione	MPa	420
Valore minimo garantito	%	10 da DN 100 a DN 1000
Allungamento	%	7 da DN 1100 a DN 2000
Durezza Bruinel	HB	□ 230

Le tubazioni dovranno essere prodotte in stabilimenti preferibilmente ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione europea e comunque operanti in regime di qualità aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001:2000 per la progettazione, fabbricazione e commercializzazione certificata da un organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'Accordo di cooperazione europea per l'accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 emessa da un organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'Accordo di cooperazione europea per l'accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000. Le tubazioni dovranno essere contrassegnate con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598. Lo spessore delle tubazioni e relative tolleranze sarà conforme a quanto prescritto dalla Norma EN 598 al paragrafo 4.2.1. Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale dovranno essere le seguenti: - per i diametri nominali DN 100-600 mm incluso: 6 metri; - per i DN 700-1000 mm incluso: 7 metri; - per i DN 1100-2000 mm incluso: 8,15 metri. Le relative tolleranze sono conformi alla EN 598. I tubi, che dovranno avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma, dovranno rispettare il prospetto dimensionale secondo quanto indicato al paragrafo 8 (prospetto 11) della norma UNI EN 598. Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero a profilo divergente conforme alla norma EN 681-1 e UNI 9163, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Le deviazioni angolari ammissibili permesse dal giunto elastico automatico saranno le seguenti: - DN 1200 $\geq$ 2000 1° 30 Le pressioni consentite ammissibili permesse saranno quelle indicate nella norma UNI EN 598 al prospetto A1 dell'appendice A. Per la giunzione di tipo elastico automatico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al paragrafo 7 della norma EN 598 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)". Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione secondo la norma EN 598 e certificato secondo quanto prescritto al paragrafo 7 sempre della suddetta norma in originale o copia conforme rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45000 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)". Lo spessore del cemento alluminoso sarà conforme a quanto indicato nella Norma EN 598. Esternamente le tubazioni dovranno essere rivestite con uno strato di zinco purissimo di 200 g/m2 applicato per metallizzazione conforme alla norma EN 598, e successivamente verniciate con vernice epossidica rossa. L'interno del bicchiere e l'esterno dell'estremità liscia, ovvero le parti metalliche a contatto con l'effluente, saranno rivestiti con vernice epossidica rossa. Il collaudo in fabbrica delle tubazioni sarà effettuato mediante prova idraulica di tenuta sotto una pressione di 32 bar per tutti i diametri.

Pezzi speciali o raccordi. I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere prodotti in stabilimenti preferibilmente ubicati nell'ambito dei Paesi dell'Unione europea operanti in regime di qualità

aziendale secondo la norma UNI EN ISO 9001: 2000 per la progettazione, fabbricazione e commercializzazione certificata da un organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'Accordo di cooperazione europea per l'accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45012 e dovranno altresì essere provviste di certificazione di conformità alla norma EN 598 (ed EN 545 quando necessario per i raccordi a pressione) emessa da un organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'Accordo di cooperazione europea per l'accreditamento secondo le norme UNI CEI EN 45011 o UNI CEI EN 45000. I raccordi dovranno essere contrassegnate con il marchio della ditta Produttrice, diametro nominale DN, il simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale" e comunque secondo le marcature previste nella norma EN 598 ed EN 545 per i raccordi a pressione. I pezzi speciali o raccordi da impiegare nelle condotte di ghisa sferoidale dovranno essere fabbricati in ghisa sferoidale e prodotti in stabilimento certificato a norma EN ISO 9001:2000 conformemente alle norme EN 598 con il procedimento del colaggio del metallo entro forma di sabbia. I pezzi speciali dovranno essere, di norma, dimensionati secondo la norma EN 598 salvo diverse specificazioni ove particolari esigenze lo richiedano, ma principalmente con le caratteristiche di: - carico unitario di rottura a trazione pari a 420 MPa; - allungamento minimo a rottura pari al 5%, - durezza Brinell $\geq$ 250 HB. Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero a profilo divergente conforme alla norma EN 681-1 e UNI 9163, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Per la giunzione di tipo elastico automatico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al paragrafo 7 della norma EN 598 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)" I tipi e le dimensioni dei raccordi per condotte in pressione, dovranno essere quelli indicati nella norma EN 545. I raccordi dovranno inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia con forature a norma UNI EN 1092-2. Esternamente e internamente i raccordi dovranno essere rivestiti con uno strato di resina epossidica rossa dello spessore non inferiore a 250 microns. Le deviazioni angolari ammissibili permesse dal giunto elastico automatico saranno le seguenti: - DN 1400 $\geq$ 2000 1° 30 Potranno eccezionalmente essere impiegati raccordi con giunto elastico meccanico conformi alla norma EN 545, con controflangia e bulloni, il cui serraggio assicura la tenuta di una guarnizione in elastomero EPDM, conforme alle norme EN 681-1, all'interno di un bicchiere, provvisti di rivestimento interno ed esterno in vernice di tipo sintetico conformemente alla norma EN 545, per particolari necessità di cantiere e di collegamento tra elementi adiacenti della condotta. Anche per tale giunzione di tipo elastico meccanico dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo European Cooperation for accreditation (EAC) Le deviazioni angolari permesse dal giunto di tipo elastico meccanico saranno le seguenti: - DN 1400 $\geq$ 2000 1° 30 Il collaudo in fabbrica per i raccordi a pressione sarà effettuato preferibilmente ad aria secondo quanto prescritto dalla Norma EN 598, EN 545.

Tolleranze. Le tolleranze ammesse sulle lunghezze normali di fabbricazione dei tubi e dei pezzi speciali, espresse in mm, sono quelle indicate nella norma EN 598. Del numero totale dei tubi con bicchiere da fornire per ciascun diametro la percentuale di tubi più corti non deve essere maggiore del 10 %, nel qual caso lo scostamento deve essere conforme a quanto riportato nella EN 598. Le tolleranze sullo spessore di parete nominale dei tubi e dei pezzi speciali devono essere quelle indicate nel prospetto 1 della norma EN 598.

Rettilineità dei tubi. I tubi devono risultare diritti secondo quanto descritto nel paragrafo 4.2.4 e al punto 6.2 della EN 598.

Giunti. Le tubazioni possono essere tagliate per collegare le estremità lisce risultanti ad elementi provvisti di bicchiere per l'alloggiamento della guarnizione di giunzione. I tagli possono essere eseguiti in cantiere previo controllo sul diametro esterno secondo quanto indicato in 4.2.1.1 nella norma EN 598 e comunque eseguendo sempre un controllo della zona da tagliare con opportuna dima passa-non passa al fine di eliminare ogni sfrido nel corso delle operazioni di posa in opera.

Giunti a bicchiere per giunzione in gomma. I giunti a bicchiere per giunzione in gomma devono consentire deviazioni angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta. I giunti a bicchiere per giunzioni in gomma saranno del tipo elastico automatico Standard-Rapido secondo la norma UNI 9163 per i tubi e per i raccordi di DN compreso tra 80 e 2000 mm inclusi. La giunzione Standard - Rapido è ottenuta per compressione di una guarnizione di gomma a profilo divergente con forma tronco conica nella parte più interna del bicchiere affacciata al fluido inserita nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere stesso. Le guarnizioni in elastomero di tipo Standard - Rapido dovranno essere marcate in accordo alla norma EN 681-1. Dopo aver pulito accuratamente l'interno del bicchiere e la sede della guarnizione e cosparso di pasta lubrificante la parte della guarnizione affacciata all'effluente si cosparge poi di pasta lubrificante la estremità del tubo da infilare; introducendola nel bicchiere impiegando, ove occorra, appositi attrezzi per imprimere al tubo lo spostamento longitudinale necessario all'imbocco. Pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede della guarnizione all'interno del bicchiere nonché l'estremità liscia del tubo da accoppiare e la guarnizione. Dopo aver verificato la presenza del cianfrino e il suo buon stato (soprattutto se ripristinato come deve essere fatto a seguito di un taglio) introdurre la guarnizione nella sede facendole prendere la forma di un cuore per facilitare l'introduzione (nei DN 800-1800 è preferibile a forma di croce); esercitare quindi una forza radiale sulla guarnizione spingendo all'interno il cuore (o la croce) per sistemarla nella sua sede. Dopo avere verificato il corretto alloggiamento della guarnizione, se sull'estremità liscia del tubo non vi sono riportate marcature (o successivamente ad un taglio del tubo stesso) tracciare sulla canna del tubo da posare un riferimento a una distanza dall'orlo dell'estremità liscia uguale alla profondità di giunzione P diminuita di 10 mm, spalmare di pasta lubrificante la superficie visibile della guarnizione e l'estremità liscia del tubo. Spingere l'estremità liscia nel bicchiere verificandone l'allineamento. Spingere l'estremità liscia nel bicchiere finché il riferimento arriva all'altezza del fronte del bicchiere. Verificare con uno spessimetro che la guarnizione abbia assunto una posizione corretta. Le guarnizioni in

elastomero dovranno essere marcate in accordo alla norma EN 681-1. L'operatore dovrà pulire accuratamente l'interno del bicchiere, la sede della guarnizione e cospargere poi di pasta lubrificante la parte della guarnizione affacciata all'effluente e l'estremità del tubo da infilare.

Giunti a flangia. Per i raccordi le flange possono essere ricavate per fusione o unitamente al pezzo o separatamente da esso e successivamente avviate sul tubo stesso. Per i raccordi flangiati valgono le prescrizioni della norma EN 545 con le flange forate secondo la norma EN 1092-2 per le PN corrispondenti prescelte (normalmente per PN massimo pari a 40 bar per DN ≤ 300 mm e PN massimo pari a 25 bar per DN > 300 mm). Le dimensioni di accoppiamento delle flange (diametro e numero dei fori, diametro del contro-fori, posizione dei fori) saranno di norma conformi alle norme EN, salvo diversa specificazione. Gli spessori normali delle flange restano definiti, in funzione lineare del diametro nominale e delle PN secondo quanto indicato nelle norme EN 545 ed EN 1092-2.

Giunto a flangia mobile. Questo giunto, indicato nei disegni di opere d'arte tipo, è adoperato normalmente per il collegamento dei pezzi speciali e delle apparecchiature a flangia alle tubazioni nelle camere di manovra, nelle opere d'arte principali e nei pozzetti lungo le condotte. Il giunto consiste nell'unione, mediante bulloni a vite e interposta guarnizione di gomma, di due flange di cui una fissa - posta all'estremità dei pezzi speciali o apparecchi da collegare - e l'altra mobile, costituita da una flangia collarino - che abbraccia la parte estrema della testata liscia della tubazione da collegare; la lunghezza del collarino consente il necessario gioco tra la flangia fissa e la parte liscia della tubazione da collegare. I raccordi sono prodotti in stabilimento certificato a norma ISO 9001 e conformi alle norme EN 545. I raccordi hanno le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia, con forature a norma EN 1092-2. Per i raccordi valgono le prescrizioni della norma EN 545 e per i raccordi provvisti di flange, queste saranno forate secondo la norma EN 1092-2 per le PN corrispondenti prescelte (normalmente per PN massimo pari a 40 bar per DN ≤ 300 mm e PN massimo pari a 25 bar per DN > 300 mm). Il rivestimento interno ed esterno dei raccordi è costituito da uno strato di vernice sintetica elettrodepositata ovvero applicata per cataforesi e/o per immersione.

Giunzioni antisfilamento. Potranno essere impiegate per tubazioni e raccordi nel rispetto del meccanismo della tenuta antisfilamento del sistema costituito dal raccordo con i tubi ad esso adiacenti e che deve tenere conto delle sollecitazioni, pendenze, coefficienti di attrito tubo-suolo. Le caratteristiche di questi giunti sono descritte in apposita voce di Capitolato descrittiva della tipologia prescelta e saranno montati in opera con le prescrizioni di posa fornite dal Fabbricante. Potranno essere utilizzate giunzioni automatiche o meccaniche con o senza cordone di saldatura e accessori di completamento ma sempre nel rispetto dei criteri di dimensionamento della perfetta tenuta nelle condizioni prescelte per l'ottenimento del contrasto. Per alcuni giunti antisfilamento a doppia camera la guarnizione interna di tenuta può avere forma differente da quella indicata nella norma UNI 9163.

Rivestimento interno. Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta cementizia alluminosa applicata per centrifugazione secondo la norma EN 598.

Rivestimento esterno. I tubi e i pezzi speciali, di norma, dovranno essere protetti all'esterno con rivestimento avente 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. I rivestimenti esterni dovranno essere conformi alla norma EN 598; Le tubazioni di DN compresi tra 100 e 2000 mm inclusi, oltre al rivestimento con il solo zinco applicato per metallizzazione in ragione di almeno 200 gr/m2 avranno uno strato di vernice di finitura epossidica. Il rivestimento esterno e interno dei raccordi sarà costituito da uno strato di vernice sintetica applicata per cataforesi e/o per immersione. In caso di terreni aggressivi, secondo quanto riportato nella norma EN 598 paragrafo 4.4.1, le tubazioni possono essere fornite con i seguenti rivestimenti: - vernice ricca di zinco, con strato di finitura; - rivestimento rinforzato di zinco metallico, con strato di finitura; - rivestimento con manicotto di polietilene; - polietilene estruso; - polipropilene estruso; - poliuretano; - malta di cemento con fibre; - nastri adesivi. Tali rivestimenti esterni devono essere conformi alle corrispondenti norme e dove non sussistano queste ultime alle norme ISO. Le tubazioni in ghisa sferoidale fornite con rivestimenti conformi alla norma EN 598, paragrafo 4.4.2. e 4.5.2 possono essere interrate in tutti i terreni tranne quelli: - che presentano una resistività < 1500 Ω cm al di sopra della falda freatica, oppure meno di 2500 Ω cm al di sotto della falda freatica; - che presentano un pH < 6; - che presentano contaminazioni derivanti da alcuni tipi di rifiuti, effluenti organici e/o industriali. Il manicotto in polietilene potrà essere impiegato sia per il rivestimento in zinco e vernice sintetica che in zinco-alluminio e vernice epossidica in caso di interazioni elettriche vicinali alla condotta quali ad esempio parallelismi con ferrovie, sottostazioni e cabine elettriche e/o comunque in presenza di interazioni elettriche limitrofe alle condotte in ghisa sferoidale Nel caso di utilizzo dei manicotti in polietilene a bassa densità non aderenti - conforme alle norme ISO 8180 e EN598 (EN 545) - alle condotte in ghisa sferoidale è necessario rincalzarli per piegatura successiva intorno alle condotte nel corso della posa in opera e da fissare il manicotto alla condotta con nastro adesivo e filo metallico plastificato.

Marcatura. Tutti i tubi e i pezzi speciali dovranno essere marcati in modo leggibile e durevole secondo quanto prescritto dalla norma EN 598 e in generale devono riportare almeno i seguenti dati: - il nome o il marchio del fabbricante; - l'identificazione dell'anno di fabbricazione; - la designazione della ghisa sferoidale; - il DN; - se del caso la classificazione delle flange secondo la PN; - il riferimento della presente norma.

Guarnizioni in gomma - Caratteristiche. Le guarnizioni di gomma, da impiegarsi nei vari tipi di giunti indicati precedentemente, dovranno essere ad anello con sezione trasversale, conforme alla norma UNI 9163 per giunzioni di tipo elastico automatico. In caso di utilizzo di giunzioni antisfilamento, la forma, le dimensioni e le caratteristiche meccaniche e qualitative delle guarnizioni di gomma con le relative tolleranze, saranno fissate dalla ditta fornitrice che dovrà altresì indicare e garantire sia la tenuta idraulica stagna che del sistema antisfilamento. Per questo motivo saranno ammessi giunzioni in cui le tenute suddette possano essere realizzate a mezzo di una sola guarnizione con opportuni inserti annegati nella matrice elastomerica che

sistemi a doppia camera con guarnizione interna di tenuta alla pressione idraulica e sistema antisfilamento esterno. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati, secondo la norma EN 681-1 e per le guarnizioni di tipo standard o rapido, la matrice elastomerica sarà di tipo omogeneo di durezza univoca. Non saranno ammesse saldature negli elastomeri, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro, a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto.

Accettazione dei tubi e dei pezzi speciali Certificati e collaudi. Prima della firma del contratto tra l'Aggiudicatario e l'Ente appaltante, l'Aggiudicatario dovrà presentare alla Direzione lavori il nominativo del Produttore dei materiali forniti al fine che, preliminarmente alle spedizioni, l'Ente appaltante possa a sua discrezione eseguire una visita ispettiva presso lo stabilimento/i di fabbricazione dei prodotti per la verifica delle procedure di fabbricazione e della qualità aziendale del fabbricante dei materiali forniti e della loro conformità alle specifiche tecniche di Capitolato Le procedure di qualità aziendale del Fabbricante dovranno essere rispondenti a quanto previsto nella norma UNI EN ISO 9001:2000 con certificazione emessa da Enti terzi certificati secondo le norme UNI CEI EN 45012. A seguito di tale visita ispettiva, i cui costi saranno a carico dell'Aggiudicatario, il Fabbricante fornirà a corredo delle forniture, (secondo quanto prescritto dalla norma UNI CEI EN 45014) certificati di collaudo di tipo 2.2 secondo la Norma UNI EN 10204 per i tubi e di tipo 2.1 secondo la Norma UNI EN 10204 per i raccordi, guarnizioni, rivestimenti oltre alle Certificazioni di Conformità alle norme di Prodotto e al Piano di Controllo della Qualità per i materiali oggetto della visita ispettiva significativo del principio della conformità della produzione alla norma di fabbricazione. Le certificazioni per la conformità alla norma EN 598 dovranno essere emesse da Organismi terzi certificati secondo le norme UNI CEI EN 45000; saranno in genere preferiti materiali fabbricati in Paesi dell'Unione europea provvisti di Certificazioni emesse da Organismi appartenenti ai Paesi membri dell'Unione europea. Ugualmente qualora non sia possibile verificare le procedure di qualità aziendale del Fabbricante preliminarmente alle prime consegne, ciò potrà essere fatto anche in tempi successivi e sempre secondo un'opportuna visita di ispezione e di controllo in Stabilimento non specifica delle forniture ma rivolta al controllo generale delle procedure di Qualità e di fabbricazione questa conforme alla norma EN 598. Anche in questo caso saranno emessi certificati di collaudo tipo 2.2 per i tubi e di tipo 2.1 per i raccordi secondo le norme EN 10204 poiché la verifica dei requisiti generali di qualità, unitamente alla conformità al Capitolato e alle Norme di prodotto, supera ogni eventuale necessità di particolari controlli e collaudi specifici della fornitura tipici delle certificazioni e collaudi cui alle tipologie 3.1 e 3.2 di cui alla norma EN 10204. Eventuali altre prove, in caso di particolari necessità, dovranno essere concordate tra l'Ente appaltante e l'Aggiudicatario all'atto della firma del contratto e della consegna dei lavori, o successivamente nel corso dei lavori stessi qualora ciò si rendesse necessario, e saranno determinate solo da motivazioni tecniche o da eventi eccezionali o a seguito di insoddisfacenti risultati delle prove di ispezione e controllo svolte preliminarmente nello/negli Stabilimento/i di Fabbricazione. In tale senso, qualora i risultati delle ispezioni e dei controlli fossero negativi, le certificazioni risultassero incomplete (prove di prestazione incluse) o i materiali da fornire o forniti non

fossero rispondenti alle prescrizioni di Capitolato e normative o comunque di qualità inaccettabile, la Direzione lavori, previa comunicazione scritta all'Aggiudicatario e a seguito della verifica in contraddittorio con quest'ultimo e con il Fabbricante dei prodotti forniti, potrà richiedere la parziale o totale sostituzione dei prodotti forniti verificati inadeguati senza che questo comporti spese e oneri di alcun tipo all'Ente appaltante stesso.

Verifica ispettiva dei controlli di qualità in fabbrica. Il Fornitore, che dovrà essere provvisto di certificazione di qualità aziendale EN ISO 9001:2000, metterà a disposizione opportuno personale tecnico addetto alla illustrazione delle procedure di Qualità e di Fabbricazione, oltre alle macchine e attrezzature necessarie per la verifica della conformità dei procedimenti di fabbricazione, rilasciando comunque i relativi attestati di tipo 2.2 e 2.1 secondo quanto prescritto dalla norma EN 10204. Darà libero accesso allo Stabilimento illustrando dettagliatamente le procedure e le metodologie seguite per tutte le fasi produttive e di lavorazione dei Prodotti.

Controllo dei difetti superficiali. Il controllo dei difetti superficiali sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali prima del loro rivestimento. Le pareti interne ed esterne dovranno essere sbavate con cura e pulite. Il controllo sarà effettuato a vista, e cioè senza il soccorso di apparecchiature di ingrandimento. Al controllo i tubi e i pezzi speciali dovranno risultare esenti da difetti superficiali tali da nuocere al loro impiego. Qualora alcuni tubi o pezzi speciali presentassero leggere imperfezioni superficiali la ditta produttrice potrà rimediarvi sotto la propria responsabilità, nei modi che riterrà opportuno. Difetti, sempre di secondaria importanza, potranno essere riparati anche in Cantiere solamente con il consenso preventivo del rappresentante dell'Amministrazione. Nella riparazione potranno essere impiegati tutti i provvedimenti del caso, anche precedentemente sperimentati, anche la saldatura, assumendosi comunque ogni responsabilità sulla riuscita del lavoro di riparazione. Saldature eventuali non eseguite in Fabbrica dovranno essere realizzate da Saldatori Qualificati. Per le saldature di pezzi in ghisa sferoidale le radiografie in Stabilimento non sono da ritenersi necessarie poiché normalmente la posizione delle saldature e la natura del materiale ghisa sferoidale possono influenzare il controllo radiografico e vengono eseguite a macchina. I tubi e i pezzi speciali che presentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio del rappresentante dell'Amministrazione di notevole importanza ai fin dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Controllo delle dimensioni. Il controllo delle dimensioni sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali allo stato di fornitura. Le dimensioni sono misurate sia a mezzo di strumenti di misura che permettano di ottenere la precisione del millimetro sia con l'aiuto di un calibro a corsoio che permetta di ottenere la precisione del decimo di millimetro. I tubi e i pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

Prova di tenuta. La prova di tenuta dovrà essere eseguita durante il ciclo di produzione mediante prova di pressione idraulica interna, su tutti i tubi e raccordi non rivestiti così come previsto dalla norma EN 598 al punto 6.9 e 6.10. Le prove di tenuta in Stabilimento non dovranno comportare

perdite di alcun tipo o trasudamenti e in tale caso il Produttore deve prevedere di scartare i materiali non conformi nel proprio Manuale di Qualità. La prova di trazione dovrà essere eseguita come indicato nella norma EN 598 con risultati conformi a quelli indicati nel prospetto 3, altrimenti si rimanda al punto 6.3 della stessa norma. Nell'esame dei risultati della prova di trazione non si deve tenere conto dell'esito di prove eseguite su provette che presentassero evidenti difetti o intagli di lavorazione di natura accidentale. La prova di durezza, che potrà essere eseguita sia sulla superficie esterna che sulle sezioni delle stesse provette utilizzate per le prove meccaniche, consisterà nella determinazione della durezza Brinell secondo la norma ISO 6506 utilizzando una sfera di acciaio di diametro 2,5 mm oppure 5 mm oppure 10 mm. La durezza non deve risultare maggiore di 230 HB per i tubi e di 250 HB per i raccordi e accessori Per i componenti fabbricati mediante saldatura è ammessa una durezza Brinell più elevata nella zona influenzata termicamente della saldatura. Ugualmente se il valore della durezza Brinell risultasse superiore al massimo prescritto, la prova sarà ripetuta. Qualora anche la riprova fornisse un risultato non conforme a causa di un inadeguato trattamento termico, i materiali cui la prova si riferisce, potranno, con il consenso preventivo del rappresentante dell'Amministrazione, essere oggetto di un nuovo trattamento termico e successivamente posti di nuovo alla prova di accettazione. Altrimenti saranno rifiutati.

Controllo dei rivestimenti di zinco, della vernice e della malta cementizia. Avverrà in fabbrica in corso di produzione conformemente alle prescrizioni di cui alla norma EN 598, ovvero secondo quanto indicato ai punti 6.5, 6.6 e 6.8.

Accettazione dei materiali. Avverrà a seguito della visita ispettiva sopra descritta o per la semplice accettazione dei Certificati di tipo 2.2 e 2.1 secondo la norma EN 10204 sopra indicati.

Posa in opera di tubazioni in ghisa sferoidale. L'accoppiamento di tubi in ghisa sferoidale può avvenire con la di giunzione di tipo rapido con guarnizione di gomma alloggiata in apposito cavo del bicchiere, oltre ovviamente alle giunzioni a flangia. La posa in opera del giunto rapido richiede di mantenere rettilinei tra loro gli elementi tubolari da congiungere e degli speciali apparecchi in quanto il giunto ha una guarnizione a sezione conica con forma "a coda di rondine" che provvede da sola alla tenuta senza l'aiuto di ghiere a vite o a bulloni. Per effettuare la dovuta spinta ci si può servire a seconda dei diametri di palanchino, di spinta con benna dell'escavatore interponendo tra la benna e il bicchiere un elemento ligneo al fine di non rovinare il bicchiere del tubo, ci si può servire di un cavo facente capo da un lato al bicchiere del tubo già installato e dall'altro al bicchiere di quello da installare mediante opportune cravatte o Tirfort e la tensione del cavo si ottiene mediante un tendicavo a mano. In caso di giunzioni di estremità tagliate sarà eseguita una cianfrinatura della zona tagliata onde ricreare lo smusso di "invito" della parte tagliata eliminando così sbavature tali da poter creare pizzicamenti dell'elastomero nel corso del montaggio. Per i giunti a flangia vigono le comuni regole per l'accoppiamento delle flange piane da congiungere con interposta guarnizione piana e con il successivo serraggio dei corrispondenti dadi e bulloni in numero e forma corrispondente alla PN prescelta e indicati nella norma EN 1092-2. Le istruzioni di posa delle giunzioni antisfilamento per tubi e raccordi sono precisate nei manuali dei Fabbricanti come altresì in generale tutte le prescrizioni, istruzioni di posa saranno

definite nei manuali dei Fabbricanti dei Prodotti. L'Impresa o comunque chi è deputato alla posa in opera, dovrà impiegare l'apparecchiatura idonea allo scopo indicata dalla Ditta fornitrice dei tubi e comunque soggetta all'approvazione della Direzione lavori. In caso di necessità la Ditta fornitrice i materiali dovrà assicurare opportuna assistenza tecnica attraverso informazioni, istruzioni per il corretto svolgimento delle operazioni di posa in opera dei propri materiali. Con le modalità prescritte dalla Direzione lavori e dalla Ditta fornitrice, l'Impresa dovrà porre in opera ove occorra, il manicotto di rivestimento in polietilene del quale deve assicurare l'integrità fino al completo rinterro della condotta. In caso di forature e lacerazioni del manicotto, questo dovrà essere sostituito a cura e spese dell'Impresa. Ugualmente il completamento della protezione dei rivestimenti speciali dovrà essere osservata per il corretto isolamento degli elementi tubolari dai terreni aggressivi secondo le istruzioni dei Fabbricanti e comunque anche impiegando in corrispondenza delle giunzioni opportune fascette plastiche di ricoprimento o manicotti termorestringenti. Pur essendo le condotte in ghisa sferoidale le più robuste e resistenti agli urti, è fatto assoluto divieto nel corso della posa in opera di agire direttamente sul tubo in modo diretto con benne di scavatore o altri mezzi meccanici che possano rovinare la parete metallica della tubazione o indirettamente il rivestimento interno cementizio. Pertanto qualora elementi tubolari avessero eventualmente assunto nella trincea una posizione non corretta rispetto alla pendenza di progetto, l'Impresa o chi è deputato alla posa dovrà accuratamente operare in modo da ricollocare in opera l'eventuale elemento tubolare senza urti o colpi di alcun tipo. La stessa avvertenza sarà osservata nel corso del reinterro evitando colpi sussultori sulle condotte.

Collaudo in opera delle condotte. Per il collaudo in opera delle condotte si fa riferimento alla norma UNI ISO 10802, o alla norma EN 805 e se non altrimenti specificato avverrà alle seguenti pressioni di collaudo in cantiere. Pcollaudo = 1,5 volte la PFA della condotta per PFA inferiori o uguali a 10 bar; Pcollaudo = 1,2 volte la PFA più 5 bar per PFA>10bar. Si avrà cura prima di operare le registrazioni di collaudo di idratare la condotta e stabilizzarla opportunamente e in caso di mancanza o difficoltà di approvvigionamento di acqua la prova potrà essere considerata valida con un'ora di durata. Le prove di collaudo si faranno a giunti scoperti con opportuni contrasti alle estremità e cavallottamenti di terra sulle canne delle tubazioni.

Garanzia dei materiali forniti. Tubazioni e raccordi e in generale tutte le apparecchiature idrauliche sono garantiti per legge (secondo l'art. 1495 del Codice civile) per un anno a partire dalla loro data di consegna in cantiere. Eventuali vizi o difetti di fabbricazione dovranno essere sempre verificati in contradditorio tra le parti consegnando poi i materiali al Fornitore che provveda alla loro analisi e definisca in un opportuno rapporto le assunzioni di responsabilità del caso.

Tubazioni di ghisa grigia. Le tubazioni di ghisa grigia dovranno rispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dalle norme UNI 5336 ad UNI 5340 e alle caratteristiche fissate per la ghisa da tubi nella Normale 31 luglio 1937, n. 20 del Ministero dei Lavori pubblici. Saranno costruite con ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta, e saranno prive di difetti di lavorazione o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata. Avranno uno strato protettivo, con catramatura o bitumatura a caldo interna ed esterna, il quale dovrà essere

continuo e perfettamente aderente e non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua potabile trasportata dalle condotte o che possano pregiudicare le caratteristiche organolettiche della acqua stessa. I tubi dovranno essere diritti e potere essere lavorati (taglio, foratura) così come i pezzi speciali. Saranno impiegati nella gamma di diametri nominali DN 50 a 600 mm e nelle tre classi LA, A e B. Il collegamento fra le tubazioni sarà realizzato con giunti di tipo rigido (piombo a caldo o freddo) od elastico; nel secondo caso le guarnizioni saranno fabbricate con gomme resistenti sia all'invecchiamento che alla corrosione e saranno fornite con le tubazioni.

Movimentazione. Per il trasporto dei tubi di ghisa saranno realizzati appoggi accurati e stabili, collocando appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi. Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi o dalla parte centrale per mezzo di «braghe» o «tenaglie» rivestite o dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma, atti a non danneggiare il rivestimento cementizio interno. Saranno evitate manovre brusche e urti che possano provocare deformazioni delle estremità lisce dei tubi e conseguenti distacchi dei rivestimenti interni. I tubi di ghisa possono essere accatastati: - o collocandoli sulla stessa verticale con orientamento unico; essi poggiano su due intercalari in legno situati ad un metro circa dalle due estremità (fig. 1); - o collocandoli a «testa-coda»; essi sono disposti in «quinconce»: quelli dello strato inferiore poggiano su una generatrice e quelli degli strati superiori su due generatrici; questa disposizione richiede che i tubi dello strato inferiore siano posati su un intercalare in legno di altezza tale che i bicchieri non tocchino terra (fig. 2).

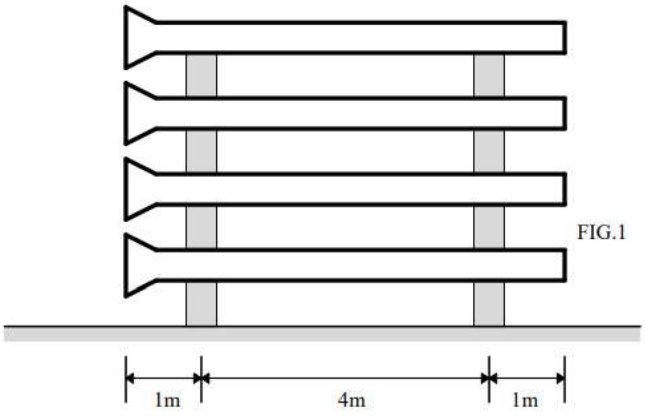


FIG.1

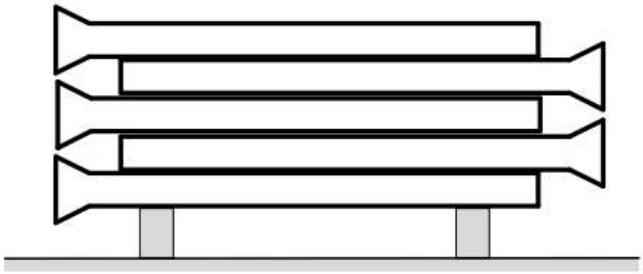


FIG. 2

Con l'uno o l'altro sistema verranno limitate le altezze delle pile e, quindi, il numero degli strati in funzione inversa del diametro dei tubi, allo scopo di non sovraccaricare i tubi degli strati inferiori. Il numero massimo di strati sarà il seguente:

DN	N° max strati
80	18
100	16
125	14
150	13
200	11
250	10
300	9
350	8
400	7
450/500	6
600	5

Taglio dei tubi

Il taglio

Quando, nel corso delle operazioni di posa delle tubazioni, sia necessario tagliare - fuori o dentro gli scavi - tubi di ghisa normale o sferoidale di lunghezza standard per ricavarne tronchetti o spezzoni, vi si provvederà: - per i tubi di ghisa normale, con i comuni attrezzi «tagliatubi» del tipo di quelli usati dalle aziende di gestione acqua e gas; - per i tubi di ghisa sferoidale, con tagliatubi speciali indicati dalle case fornitrici dei tubi stessi. Per il taglio dei tubi saranno seguite le seguenti istruzioni. 1) Nel caso di taglio fuori scavo disporre il tubo da tagliare su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo con una chiave a catena, in modo da impedirne la rotazione sotto l'azione del tagliatubi. In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare. 2) Accertarsi che le rotelle predisposte sul tagliatubi siano adatte al taglio del materiale tubolare (ghisa sferoidale o ghisa grigia); altrimenti sostituirle. 3) Dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il vitone con l'apposita leva a testa dentata. 4) Ruotare più volte, alternativamente, in senso orario e antiorario il tagliatubi, in modo che le rotelle si dispongano in un unico solco su un piano perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Evitare accuratamente che le rotelle si «avvitino» intorno al tubo in diverse spire. 5) Serrare fortemente il vitone del tagliatubi in modo che le rotelle aderiscano al tubo con una giusta pressione, tale da consentire l'incisione della parete, senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile, da poter provocare la rottura delle rotelle: in linea di massima deve essere sufficiente, per i diametri più grandi, l'azione contemporanea di due operai. 6) Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del tagliatubi non consenta la rotazione completa) fino a fare ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo. 7) Stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto 5) e ripetere le

operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo. Nei tubi in ghisa sferoidale con rivestimento interno cementizio il taglio con tagliatubi deve essere limitato al solo spessore della parete metallica: ciò al fine di non danneggiare le rotelle o gli utensili in acciaio speciale. Il taglio della parete interna cementizia potrà essere facilmente ottenuto percuotendo uno dei due monconi. Operazioni successive al taglio A seguito del taglio si effettueranno in cantiere, sulle estremità risultanti dal taglio stesso, le operazioni di spazzolatura dell'eventuale strato di ossidazione esterno, di arrotondamento del bordo esterno dell'estremità liscia da montare, di controllo della circolarità della sezione tagliata e di rettifica della eventuale ovalizzazione con le modalità seguenti:

a) Spazzolatura Sarà eliminato l'eventuale strato di ossido (ruggine) interposto fra la parete metallica e la vernice esterna. Può essere impiegata allo scopo una normale spazzola metallica manuale o una spazzola circolare rotativa azionata elettricamente o ad aria compressa. La spazzolatura non deve assolutamente essere spinta in profondità ma deve interessare soltanto la sottile pellicola esterna di ossidazione senza intaccare la massa metallica della parete. La zona da spazzolare deve avere una larghezza pari alla profondità del bicchiere corrispondente. Verrà poi, ripristinato, con vernice a base di catrame o bitume, lo strato di rivestimento esterno.

b) Arrotondamento Solo nel caso di spezzoni da montare in bicchieri di tubi con giunto RAPIDO è necessario procedere all'arrotondamento del bordo esterno dell'estremità tagliata. Ciò in quanto l'introduzione forzata dell'estremità a spigolo vivo sarebbe più difficile e potrebbe comportare il danneggiamento della guarnizione di gomma. Per tutti gli altri tipi di giunto l'operazione può essere limitata alla semplice eliminazione di eventuali «bave» di taglio. L'arrotondamento può essere fatto con una normale lima manuale adatta al materiale o, più rapidamente, con una mola rotativa.

c) Controllo della circolarità e rettifica della ovalizzazione Servendosi di un compasso o di un comune metro millimetrato, verificare le dimensioni di alcuni diametri esterni della sezione risultante dal taglio, individuando e annotando, se vi sono differenze, il diametro esterno massimo e quello minimo. La differenza millimetrica fra i due diametri costituisce il «grado di ovalizzazione». Qui di seguito vengono indicati i gradi massimi di ovalizzazione (cioè le differenze fra diametri massimo e minimo) oltre i quali verrà effettuata la RETTIFICA in cantiere della sezione ovalizzata, secondo le istruzioni della Ditta fornitrice dei tubi.

3	mm	per il DN 300	4,5	mm	per il DN 600
3,5	mm	350	5	mm	700
3,5	mm	400	6	mm	800
4	mm	450	7	mm	900
4	mm	500	8	mm	1000

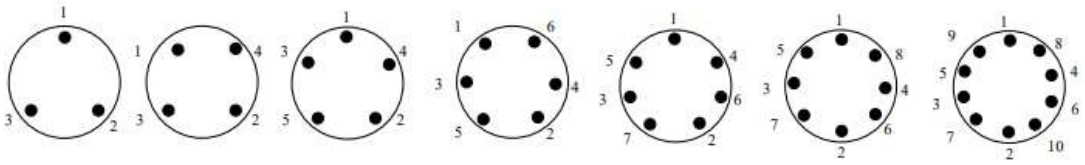
Giunzione dei tubi di ghisa sferoidale. La deviazione angolare consentita, sia per i tubi con giunto automatico che meccanico, è di 5° per i tubi sino DN 150, 4° per DN 200÷300, 3° per DN 350÷500, 2° per DN 600÷700. Con giunto automatico (RAPIDO) 1.1. Lubrificazione della sede della guarnizione. Pulito l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma, si lubrifica, con l'apposita pasta fornita a corredo dei tubi, la parte interna del bicchiere destinata a sede della

guarnizione, nella quantità strettamente necessaria a formare un leggero velo lubrificante come da tabella seguente.

Quantità indicativa di pasta lubrificante necessaria per ogni punto												
DN (mm)	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
gr	8	10	13	16	19	26	29	33	39	43	45	48	52

In sostituzione della apposita pasta si può usare solo vasellina industriale, con esclusione di altri lubrificanti quali grassi e oli minerali, vernici, ecc. 1.2. Inserimento e lubrificazione della guarnizione Quantità indicativa di pasta lubrificante necessaria per ogni punto Si introduce la guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere, con le «labbra» rivolte verso l'interno del tubo, curando in modo particolare che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti o fuoriuscite. Si lubrifica, con le stesse modalità del § 1.1., la superficie interna conica della guarnizione. 1.3. Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo Servendosi di un apposito calibro, si traccia sull'estradosso della canna del tubo una linea di fede ad una distanza dall'estremità liscia del tubo pari alla profondità d'imbocco del bicchiere corrispondente, diminuita di 5 ÷ 10 mm. Si lubrifica con la pasta l'estremità liscia del tubo limitatamente al tratto da imboccare. 1.4. Centramento e controllo della coassialità Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si controlla il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione. Si verifica la coassialità dei tubi contigui, correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo; saranno ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° per consentire la formazione di curve a grande raggio. 1.5. Disposizione dell'attrezzo di trazione e degli accessori Per tubi da DN 60 a DN 125 può essere impiegata una leva semplice. Per tubi da DN 150 a DN 600 viene normalmente impiegato un apparecchio da trazione tipo «TIRFORT» con relativi accessori o, in alternativa, macchine operatrici tipo escavatori, motopale, ecc.; in quest'ultimo caso, la successiva operazione di inserimento (ved. § 1.6.) sarà effettuata con la cura e gradualità necessarie a mantenere la distanza al fondo del bicchiere, come precisato al § 1.3. 1.6. Messa in tiro e controllo penetrazione Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto 4. con il piano frontale del bicchiere. All'atto della messa in tiro è normale che il tubo presenti una certa resistenza iniziale alla penetrazione; questa limitata resistenza coincide con la prima penetrazione in corrispondenza della guarnizione ed è, in genere, crescente col diametro dei tubi. Se si dovessero verificare resistenze eccessive, esse devono considerarsi anomale e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede o da una smussatura non appropriata dell'estremità liscia del tubo; in questo caso è necessario non insistere nella manovra; occorre invece estrarre il tubo e controllare l'assetto della guarnizione o migliorare, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

Con giunto meccanico (EXPRESS). Pulito l'interno del bicchiere e l'estremità liscia con una spazzola d'acciaio e un pennello, per eliminare, oltre che ogni traccia di terra o altro materiale estraneo, eventuali grumi di vernice, si procede come appresso. 2.1. Sistemazione della controflangia e della guarnizione - Nicchie Si inserisce la controflangia sull'estremità liscia del tubo rivolgendo al bicchiere corrispondente la parte concava della controflangia stessa. Si inserisce la guarnizione sull'estremità liscia del tubo tenendo lo smusso in direzione opposta rispetto alla controflangia. Si scava al di sotto del giunto una nicchia sufficientemente ampia da consentire l'avvitamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto. 2.2. Introduzione del tubo, controllo coassialità e centramento - Controllo del grado di penetrazione Si imbocca l'estremità liscia del tubo e si verifica la coassialità e il centramento dei tubi contigui correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo. Si verifica che la linea di fede tracciata sulla canna (v. § 1.3) coincida con il piano frontale del bicchiere; poiché, a giunzione effettuata, il segno di riferimento verrà a trovarsi coperto dalla controflangia, occorre che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali. 2.3. Introduzione della guarnizione e sistemazione della controflangia Si fa scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere (se l'estremità liscia del tubo è ben centrata e i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare) e curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti né fuoriuscite. Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza. 2.4. Sistemazione e serraggio bulloni Si sistemano i bulloni e si avvitano i dadi a mano sino a portarli a contatto della controflangia e si verifica il corretto posizionamento di questa imprimendo due o tre piccoli spostamenti rotatori nei due sensi. Si serrano progressivamente i dadi per passate successive e su punti diametralmente opposti, seguendo la progressione numerica dello schema seguente.



Per le chiavi da usare, anche per il controllo delle coppie di serraggio, si seguiranno le istruzioni della ditta fornitrice delle tubazioni.

Prova idraulica. Le condotte di ghisa saranno sottoposte nei singoli tronchi, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione superiore di 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato. Le due prove avranno la durata rispettivamente di otto e di quattro ore.

Art.68. TUBAZIONI IN PVC RIGIDO

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti di accettazione prescritti dalle norme vigenti e alle Raccomandazioni

I.I.P.. I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie. Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle, presentare una sezione circolare costante; e avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio e assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse. I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle norme UNI e devono rispondere alle norme EN1401 serie SN4. I raccordi e i pezzi speciali in PVC per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN 1401-1.

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

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

Trasporto. Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti e acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo. Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri. Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

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

Accatastamento e deposito. I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piene prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi. I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni e i tubi si presentano

appoggiati lungo un'intera generatrice). I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione. Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

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

Posa in opera e rinterro

Letto di posa. Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità e avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza. Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di calcestruzzo dosato a 2.5 q.li di cemento. Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato fino alla generatrice superiore con lo stesso calcestruzzo dosato a 2.5 q.li. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato a seconda dei casi il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario, ovvero il misto granulometrico stabilizzato con 0.8 q.li di cemento.

Posa della tubazione. Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno a uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. I tubi e i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

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

1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti. - Pozzetto di linea per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa. - Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno. - Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro. L'aumento può

essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente. - Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale. - Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

2) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità: A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio). a) Eliminare le bave nella zona di giunzione; b) eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione; c) rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media; d) completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti; e) mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo; f) applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa; g) spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi; h) asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere; i) attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati; l) effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore. B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice o a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica). a) Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede; b) segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata; c) inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere; d) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.); e) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione; f) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione. Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

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

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengering) oppure si applica una

guarnizione doppia e un raccordo di riduzione. Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo. Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

4) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta. La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria. Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione e una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa. Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, il Direttore lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive. Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento. La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale. La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore. In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello. Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua e alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

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

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

Tipo UNI	Deformazione diametrale Δ D/D	
	dopo 1 ÷ 3 mesi	dopo 2 anni
303/1	5% medio 8% max. locale	10% max.
303/2	5% max.	8% max.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere). Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali. Possono essere ammessi valori di

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

Art.69. PEZZI SPECIALI

I pezzi speciali saranno omogenei alle condotte. Le estremità dei pezzi speciali dovranno riprodurre perfettamente le caratteristiche del giunto adottato per tubi fra i quali sono inseriti; tali estremità – ove ritenuto necessario dalla Direzione lavori dovranno essere lavorate al tornio. In ogni caso dovranno essere rispettate le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione lavori per raccordi con apparecchiature. Comunque, ai fini di una normalizzazione generale dovranno adottarsi in tutto l'impianto flange rispondenti alle norme UNI. Nella posa in opera dei pezzi speciali deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta; dovrà essere adottata ogni cura per evitare, durante i lavori e la posa, danni alle parti delicate e al rivestimento.

Art.70. TUBAZIONI IN POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRA DI VETRO (PRFV)

Generalità

I tubi in PRFV a pressione per fognatura verranno prodotti usando la procedura di avvolgimento di filo continuo.
Nella procedura di fabbricazione la tecnologia del processo e delle attrezzature è essenziale per garantire una buona esecuzione per raggiungere la qualità finale del prodotto. Questo macchinario di produzione consiste in un mandrino continuo a foglia d'acciaio, supportato da fasce di forma cilindrica, posto in rotazione, sul quale tutti i materiali compositi vengono applicati in quantità predefinite. Sensori elettronici assicurano il controllo continuo dei parametri di produzione, in modo che i vari sistemi di alimentazione forniscano la giusta quantità di materiale.
Ciò assicura che la quantità di materiale necessaria per creare i vari strati viene dosata durante il processo di produzione. Iniziando dalla pellicola di applicazione, seguita da varie tipologie e varie forme di fibra di vetro, applicate in una matrice di resina di poliestere. Gli strati strutturali consistono solo di vetro e resina, mentre il core comprende prevede l'impiego anche di sabbia silicea. La continua applicazione di questi materiali sul mandrino formano il tubo. Una volta che il tubo è stato prodotto sul mandrino, viene lasciato essiccare e successivamente viene tagliato nelle lunghezze desiderate. Le estremità del tubo vengono calibrati per accogliere i giunti. I tubi si producono con una procedura di avvolgimento controllato e riproducibile, utilizzando i

materiali descritti nel punto 4.1. con una struttura composita resistente alla corrosione, fabbricato per lavorare in base alle condizioni di servizio del progetto.

Resina

Il produttore utilizza solo resine di poliestere validate ed approvate che soddisfano i requisiti stabiliti nella norma di riferimento del progetto in oggetto, delle quali può consegnare documentazione della loro idoneità per questa particolare applicazione.

Materiale di rinforzo

Vengono utilizzati rinforzi in fibra di vetro impiegando solo filo di vetro di alta qualità, adeguatamente trattato per renderlo compatibile con le resine scelta. I rinforzi di vetro sono realizzate in fibra continua filata o fibra tagliata, entrambi tipi sono inclusi nella struttura interna del tubo.

Aggregati

Per rendere la struttura del tubo più robusta si usano le cariche inerti od aggregati di sabbia silicea od altri materiali di granulometria non superiore a 1 mm.

Additivi

L'uso di additivi in resina come catalizzatore, accelerante, pigmenti ed inchiostri coloranti non pregiudica le caratteristiche del prodotto non impediscono un controllo visivo del prodotto finale.

Guarnizioni elastomeriche

Le guarnizioni elastomeriche, utilizzati nei sistemi di giunzione con giunti flessibili, vengono forniti
da produttori con garanzia di qualità. Il componente elastomerico è compatibile conl'ambiente in cui verrà utilizzato. L'anello elastomerico deve essere multilabbro in modo da migliorare la tenuta del giunto.

Composizione strutturale del tubo

La struttura del tubo a pressione è formata da diversi strati ognuna con differenti proprietà meccaniche. La configurazione strutturale si può combinare e modificare per adeguare il prodotto
ai requisiti di lavoro per le condizioni di servizio attesi. Questo tipo di costruzione in multistrato chiamata "sandwich" viene fornito con un liner protettivo interno standard applicabile alle applicazioni ed ai fluidi più comuni.
Il tubo in PRFV per fognatura in pressione verrà realizzato secondo la sezione seguente:

- <u>strato superficiale interno (composto da superficie interiore e liner):</u>
  il liner (interno è lo strato sigillante) si trova direttamente in contatto con il fluido, è lo stratto chimicamente resistente ed ha resistenza alla corrosione ed assicura la tenuta del tubo. Il liner è prodotto con una superficie molto liscia, senza difetti, rotture o zone di delaminazione. Queste zone riducono i carichi persi ed inoltre elimina l'accumulo di alghe e diversi solidi.

Il liner è realizzato con resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. È composto da 1 strato di velo di 25 g/m^2 impregnato con la resina con una percentuale di più del 90% di resina, ed anche questa parte include una parte di fibra di vetro per conferire resistenza meccanica e una percentualle di sabbia per la resistenza davanti il lavaggio a pressione con l'acqua abituale sulle condotte fognarie.

- Strati strutturali (composti dallo skin interno e esterno e dell'anima o core):

lo strato strutturale deve dare al tubo la resistenza meccanica richiesta per resistere tutte le condizioni di progetto (pressione interna, carichi esterni, vuoto, ecc). Questo strato strutturale è realizzato applicando diverse quantità e tipologie di fibra di vetro impregnati sopra la fodera di tensione controllato. Lo spessore di questo strato strutturale cambia secondo le condizioni specifiche del progetto. Questo strato strutturale può contenere pura sabbia silicea, secondo il disegno specifico del tubo.

- Strato superficiale esterno:
  questo strato protettivo assicura la completa impregnazione degli strati di fibra di vetro esterne per fornire al tubo la necessaria protezione dall'ambiente esterno.

a. GIUNZIONI PER CONNESSIONE DI TUBO

Il manicotto di collegamento è un elemento indipendente dal tubo che si deve accoppiare allo stesso. Questo sistema di giunzione utilizza due guarnizioni elastomeriche che garantiscono la tenuta. I giunti soddisfanno i requisiti indicati nei riferimenti standard ISO 8639 e ASTM D4161 e quanto richiesto nell disciplinare tecnico del progetto in oggetto e lavorano come elementi di giunzione e tenuta. La struttura dei manicotti é sempre in PRFV ed il suo processo di fabbricazione si basa sullo stesso processo utilizzato per il tubo, modificando le proporzioni e la disposizione delle materie prime in modo che si ottengano le proprietà meccaniche richieste per questo elemento del sistema. I manicotti, come nel caso dei tubi, sono prodotti con le dimensioni strettamente controllate. Le giunzioni sono fornite con le guarnizioni e il distanziatore centrale in EPDM.

OGNI TUBO E OGNI GIUNTO DOVRÀ ESSERE COLLAUDATO A DUE VOLTE LA PRESSIONE NOMINALE PRIMA DELL'USCITA DALLO STABILIMENTO.

Il manicotto di giunzione viene applicato mediante spinta sul maschio del tubo. Il dimensionamento di tubo e manicotto garantiscono una perfetta tenuta tra tubo e manicotto, dovuto anche al posizionamento delle guarnizioni in gomma di EPDM.Flange, curve, riduzioni, derivazioni, passi d'uomo e pezzi speciali in generale vengono prodotti, trasportati e montati secondo le prescrizioni date. I pezzi speciali vengono prodotti dai tubi fabbricati come sopra descritto o tramite stampaggio, per poi si tagliano e si collegano tramite laminazione chimiche secondo i disegni di produzione.

Dimensioni

Diametro nominale di tubi e raccordi

I tubi vengono forniti in base ai diametri nominali descritti nel progetto (vedere scheda allegata).

Dimensioni reali di tubi e raccordi

I tubi vengono forniti in conformità con le dimensioni esterne (OD) e dimensioni interne (ID) secondo le tabelle indicate nel riferimento sotto indicato.

Lunghezze di tubo

Le lunghezze dei tubi sono ogni metro, come misure standard 6 metri, essendo la lunghezza effettiva di un tubo ±25 mm montato.

Spessore di tubo

La larghezza media minima è quella indicata dal produttore ed è sufficiente per soddisfare le specifiche calcolato nel Manuale AWWA M45. Lo spessore minimo unitario non deve essere inferiore al 87,5% dello spessore indicato nella tabella allegata.

Tolleranze dei raccordi

Le tolleranze dimensionali adottate per la produzione di raccordi sono specificate secondo gli standard di riferimento:

- **Curve segmentate:**
  - lunghezza: L ±15 x numero di tagli;
  - angolo: α± 1º.
- **Derivazioni in ti**
  - diametro Principale: L ±10mm.
- **Derivazione con flangia:**

Table 1-Toleranza derivazione

DN	Lunghezza Derivazione Toleranza
100≤DN<300	± 1,5 mm
300≤DN<600	± 2,5 mm
600≤DN≤1000	± 4,0 mm

- **Derivazione senza flangia**:
  - lunghezza: L ±10 mm.
- **Riduzioni:**
  - lunghezza:
    - con flangia: L ±10 mm;
    - senza flangia:

Table 2- *Toleranza della riduzione flangiata*

DN	Toleranza
1800	± 10

- **Flangie:**
  - lunghezza:

Table 3- *Toleranza della lunghezza della flangie*

DN	Toleranza
DN≤400	± 2
400<DN≤600	± 5
600<DN fino DN3000	± 10

Specifiche di prodotto

Rigidezza

Il parametro di rigidità dipende principalmente dalle condizioni di posa e dalle pressioni considerate dal progetto. La rigidezza minima necessaria per il progetto in oggetto è stata determinata sulla base dei seguenti fattori:

- pressione richiesta dal progetto – PN10;
- modo di esecuzione descritto nel progetto tecnico di posa;
- dimensionamento statico della condotta – fase di posa e fase definitiva.

Per il presente progetto la rigidezza è: **SN10000**

Pressione nominale

La pressione nominale è definita sul progetto in oggetto ed è: **PN10**
La pressione massima di collaudo considerata è inferiore o uguale a 1,5 volte la pressione di esercizio.

Dimensioni e spessore

Le tubazioni hanno una lunghezza standard di 6 metri, per il progetto in oggetto vengono fornite le lunghezze predefinite del progetto esecutivo di montaggio.
I parametri principali dimensionali sono quelli indicati sotto nelle schede allegate a questo documento.

Test di validazione

Il dimensionamento ed il design dei tubi sono determinate sulla base di test eseguiti in laboratori abilitati secondo la norma EN 1796/EN14364. Il test utilizza campioni sviluppati con i metodi di produzione corrispondente e in conformità con gli studi di progetto **per raggiungere una vita utile di esercizio minimo di 50 anni**. Il design di progetto delle tubazioni deve garantire, inoltre, un **fattore di sicurezza del 1,8 a 50 anni**.
I test di laboratorio vengono eseguiti su campioni di diametro DN600 per poi essere estrapolati ad altri diametri. I campioni dei tubi sono simili nella composizione del materiale e fabbricati con le stesse specifiche.
Tutti i risultati dei test sono informazioni di proprietà del produttore ma in ogni momento disponibili per la visione su eventuale richiesta del committente o del suo rappresentante autorizzato.
Tramite questa procedura è garantita la qualità del design del tubo e l'impostazione della produzione stessa del tubo.
I parametri di base per la progettazione del tubo sono:

- **BASE DI DISEGNO IDROSTATICA - HDB;**
- **UNITÀ DI ALLUNGAMENTO A DEFLESSIONE A LUNGO TERMINE – Sb;**
- **RESISTENZA CHIMICA A DEFLESSIONE A LUNGO TERMINE;**
- **GIUNTI.**

Base di disegno idrostatica - hdb

La base di disegno idrostatica (HDB) viene ottenuta secondo la procedura B di ASTM D2992 norma, come stabilito attraverso l'estrapolazione del valore corrispondente a 50 anni di vita.

Unità di allungamento a deflessione a lungo termine – sb

L'unità di allungamento a deflessione a lungo termine (Sb) viene ottenuta secondo la norma ASTM D 5365 per i progetti di installazione interrata. La prova deve essere eseguita a temperatura di ambiente per temperature di lavoro inferiori a 35°C.

Resistenza chimica a deflessione a lungo termine – scv

La deflessione a lungo termine in un ambiente chimico (SCV) viene determinata in base alla norma ASTM D3681 standard per fognature e applicazioni industriali. La prova deve essere eseguita a temperatura di ambiente per temperature di lavoro inferiori a 35°C.

Giunti

I giunti devono essere controllati in base alle prove di riferimento standard e quelle indicate nel disciplinare del progetto in oggetto.

Giunto di collegamento a manicotto

ISO 8639 Plastica termoindurente rinforzato con vetro (PRFV), tubi e raccordi - Metodi di prova per la tenuta di raccordi flessibili.
ASTM D4161 - 01 (2005): Specifiche standard per fibra di vetro (Fibra di vetro rinforzata con resina termoindurente). Giunti flessibile con sigillante elastomerico.

Controllo di qualità

I test di controllo qualità per i tubi devono essere effettuati rigorosamente seguendo la presente specifica.
I test devono essere almeno i seguenti:

A. Materie prime;
B. Rigidezza;
C. Prova idrostatica;
D. Capacità di carico;
E. Durezza Barcol;
F. Dimensioni Critiche;
G. Approvazione visiva.

Il fornitore deve tenere un registro delle prove; ed i rapporti sono disponibili per l'ispezione da parte del Cliente o dalla sua o il suo rappresentante autorizzato.
La frequenza delle prove sarà in base al capitolato di ispezione del fornitore.

Materie prime

Le materie prime utilizzate per la fabbricazione dei tubi in base alle specifiche, sono verificate dal produttore prima dell'uso per garantire che soddisfano tutte le caratteristiche indicate. Tutti i materiali forniti sono certificati dal fornitore in merito alla corrispondenza dei requisiti tecnici richiesti dal progetto in oggetto.
Le uniche materie prime che vengono utilizzate sono quelle che sono state precedentemente approvate dal produttore secondo l'elenco delle materie prime ammissibili.

Rigidezza

I campioni vengono provati per verificare che la rigidezza del tubo è quella indicata nel punto 2.1. La frequenza di campionamento e definito nel programma di qualità del produttore.
Se uno dei campioni non raggiunge i requisiti richiesti viene rifatto il test. Se il campione risulta non valido, vengono tagliati due campioni supplementari dal lotto in controllo (dai tubi precedente e seguente al campione). Se entrambi superano il test, il lotto viene considerato accettabile, a parte il tubo che non ha dato esito positivo. Se entrambi i tubi non superano il test, viene eseguito un test per ogni tubo del lotto prodotto. La prova viene eseguita secondo gli standard indicati, ottenendo il valore di rigidezza attraverso una deflessione anulare del3%. I campioni vengono testati sottoponendoli ad un livello A deflessione, secondo quanto stabilito nella norma di riferimento, in cui non deve apparire nessuna crepa sulla superficie interna o esterna del campione. Dopo i campioni devono essere sottoposti ad una deviazione di livello B secondo gli stessi standard non devono apparire delaminazioni nella parete del tubo, in questo caso sono ammesse crepe superficiali del liner interno.

Prova idrostatica

Il fornitore esegue le prove idrostatiche su tutti i tubi (100%), separatamente, a due volte la pressione nominale (in questo caso 20 bar) per una durata di due minuti. La pressione nominale del tubo è quella specificata nel punto 2.2. ogni tubo che non supera il test viene eliminato.

Capacità di carico

Per verificare la capacità di carico in direzione assiale e circonferenziale le prove devono essere eseguite conformemente ai requisiti della norma di riferimento.
Se i campioni non superano i requisiti della prova, due campioni supplementari devono essere tagliati, uno dal tubo precedente e uno del tubo seguente. Se entrambi superano il test, il lotto viene considerato accettabile, a parte il tubo che non ha dato esito positivo.

Durezza barcol

Tubi che non raggiungono la durezza minima di 35 vengono eliminati. Tubi eliminati possono essere analizzati in seguito in conformità con questa specifica (ATSM D2583). Se la durezza raggiunge il valore richiesto, è considerato accettabile.

Dimensioni critiche

I tubi devono essere misurati per dimostrare la loro conformità con le dimensioni critiche tra cui diametro, spessore, perpendicolare del taglio e la lunghezza.

Diametro

La verifica del diametro deve essere effettuata su ogni cambio di diametro prodotto.

Spessore

Tutti i tubi devono essere conformi con gli spessori indicati dal produttore. Lo spessore medio minimo deve essere maggiore o uguale a quello indicato. Lo spessore minimo puntuale deve essere maggiore di 87,5% dello spessore indicato nel punto 5 della presente specifica

Lunghezza

Tutti i tubi devono essere misurati per verificare che soddisfano i requisiti di cui al punto 1.6.3 - LUNGHEZZE DI TUBO della presente specifica.

Controllo visivo

I tubi devono essere liberi di tutti i difetti visivi; compresi delaminazioni, bolle, pori, crepe, inclusioni di resina od aree asciutte, che per loro natura, grado od espansione potrebbero essere dannose per le caratteristiche del servizio dei tubi. I tubi devono essere il più possibile uniformi nel colore, opacità, densità ed altre proprietà fisiche.
Per collegare il tubo con un giunto, il tubo deve avere una superficie esterna liscia e calibrata sufficiente per il montaggio a tenuta garantita del manicotto.

Art.71. MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

Generalità. Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti norme tecniche: - la normativa del Ministero dei lavori pubblici (1); - le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità (2); - le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento (3); - altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con il D.M. 4 aprile 2014, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi (4).

Movimentazione delle tubazioni

1) Carico, trasporto e scarico Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi e adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse e al loro eventuale rivestimento. Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà

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

2) Accatastamento e deposito L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche. La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali e ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali. I giunti, le guarnizioni, le bullonerie e i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi e in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura e ogni altro tipo di deformazione. Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

Scavo per la tubazione

1) Apertura della pista Per la posa in opera della tubazione l'Impresa dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta. A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

2) Scavo e nicchie Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi. Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m. Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dal Direttore lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai. Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi. Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze

di blocchi o massi o di radici. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile e accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità e avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza. Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso. Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante «livellette» determinate in sede di progetto oppure prescritte dal Direttore lavori. Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti. Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali. L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile del Direttore lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica e il rinterro.

Posa della tubazione

1) Sfilamento dei tubi Col termine «sfilamento» si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, e il loro deposito ai margini della trincea di scavo. In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa. I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico e il trasporto) per evitare danni ai tubi e al loro rivestimento. I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2) Posa in opera dei tubi Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità e all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino. Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi e in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga

comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio e un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice e ogni traccia di terra o altro materiale estraneo. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 20 cm. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni o altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle «livellette» di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso. Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato. La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Impresa.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i

tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi. Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante. Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera. Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore lavori. Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato. Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi a (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata. Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del «collarino» della flangia. È vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. È vietato ingrassare le guarnizioni. I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura. Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5) Giunzioni dei tubi Verificati pendenza e allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato. Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio. A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti

dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto e al tubo impiegato.

Art.72. ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI

Norme da osservare. Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le norme vigenti e in particolare le prescrizioni del D.M. 4 aprile 2014.

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade. Si devono predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri: - un corso d'acqua naturale o artificiale; - una strada ferrata; - una strada a traffico pesante. Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza. In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto di scarico. Gli attraversamenti ferroviari - per i quali vanno comunque scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 4 aprile 2014 - devono essere sempre eseguiti in cunicolo, possibilmente ispezionabile, avente lunghezza almeno uguale alla larghezza della piattaforma ferroviaria; alle estremità del cunicolo, prima e dopo l'attraversamento deve essere predisposto un pozzetto contenente una saracinesca di intercettazione e una derivazione per scarico. Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta. Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione. I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati. La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati. Per le condotte urbane:- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio; nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1

cm;- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a 2 ÷ 3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi. Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo. La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti, blocchi di ancoraggio o briglie in calcestruzzo ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta a una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura. Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento. 64.5.

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

Art.73. PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA

Puntellamenti e ancoraggi per la prova. Prima di procedere al riempimento della condotta per la prova idraulica deve essere eseguito il rinfianco e il rinterro parziale della condotta in modo da impedire che la pressione interna di prova provochi lo spostamento dei tubi; e i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche e altimetriche, alle diramazioni e alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati. Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, (ma di quelli che venissero costruiti si dovrà accertare la stagionatura, prima della prova) saranno effettuati puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (p.e. puntelli in ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici) per facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite. Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo; in tale caso si provvederà nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta. Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura. Per i blocchi di ancoraggio sarà generalmente adottata la forma a pianta trapezia e altezza costante, con i lati maggiore e minore del trapezio di base adiacenti rispettivamente alla parete verticale dello scavo e alla condotta. I blocchi di ancoraggio destinati ad essere sollecitati esclusivamente a compressione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio non armato dosato a 300 kg di cemento per 1 mc di inerti. I blocchi destinati a

sollecitazione di trazione e presso-flessione saranno realizzati in calcestruzzo cementizio armato. Le dimensioni dei blocchi saranno quelle di progetto o stabilite dal Direttore lavori.

Tronchi di condotta - Preparazione della prova. La condotta verrà sottoposta a prova idraulica per tronchi via via completati della lunghezza stabilita dal Direttore lavori. Si farà in modo di provare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi, così da avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica; in questo caso, quando manchino saracinesche di linea, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente, fra due flange piane, un disco di acciaio. Se invece le estremità delle condotte non sono costituite da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco) e relativi piatti di chiusura aventi un foro filettato. L'Impresa eseguirà le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni quella degli ancoraggi provvisori e di tutte le operazioni per le prove. Il Direttore lavori potrà prescrivere dispositivi speciali (come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo - da rimuovere in tutto o in parte dopo le prove per eseguire il tratto di tubazione corrispondente alla interruzione - con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua). L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte del Direttore lavori. Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Disinfezione della condotta. Per ogni tratto collocato, e comunque per lunghezza non superiore di norma a 500 m, debbono essere posti 20 kg di grassello di calce nell'interno della condotta per la sua disinfezione. L'acqua di calce sarà scaricata durante i lavaggi. Il Direttore lavori potrà prescrivere altro sistema di disinfezione. L'immissione del grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove delle condutture.

Riempimento della condotta. Si riempirà la condotta con acqua immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco, per assicurare il suo regolare deflusso e per la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta; il riempimento sarà sempre fatto molto lentamente per assicurare la completa evacuazione dell'aria. Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo d'aria. In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro. L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (2-3 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio; nel caso di condotte di adduzione

esterne si può prelevare l'acqua dai tronchi già collaudati o da vasche, pozzi, corsi d'acqua, mediante pompe munite di valvola di fondo. Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato. Si lascerà fuoriuscire l'acqua dai rubinetti per il tempo necessario affinché all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria (le quali renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione). In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di «staffe a collare».

Collocazione della pompa e messa in pressione. Ad avvenuto riempimento della condotta saranno lasciati aperti per un certo tempo gli sfiati per consentire l'uscita di ogni residuo d'aria e sarà poi disposta, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro registratore ufficialmente tarato. La pompa, se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee. Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) si metterà la condotta in carico fino ad ottenere la pressione di prova stabilita, che sarà raggiunta gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto primo. Specie nel periodo estivo e per le condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, si controllerà il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori stabiliti. Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, verrà ispezionata la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

Le due prove. La prova idraulica della condotta consisterà di due prove, una a giunti scoperti a condotta seminterrata e l'altra a cavo semichiuso, che saranno eseguite ad una pressione pari a 1,5-2 volte la pressione di esercizio. Alle prove il Direttore lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi. Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, il Direttore lavori, in contraddittorio con l'Impresa, eseguirà la visita accurata di tutti i giunti che, all'inizio della prova, debbono risultare puliti e perfettamente asciutti. Il buon esito della prima prova sarà dimostrato dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore; non potrà perciò accettarsi una prova in base alle sole indicazioni, ancorché positive, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti. Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, essa dovrà essere ripetuta. Dopo il risultato favorevole della prima prova, si procederà alla seconda prova a cavo semichiuso, il cui buon esito risulterà dal grafico del manometro registratore. Se questa seconda prova non darà risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti e il rinterro rinnovato. La prova verrà quindi ripetuta con le stesse modalità di cui sopra. La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e

l'attrezzatura occorrenti. Dopo il risultato favorevole della 1a e 2a prova verrà completato il rinterro.

Art.74. RINTERRO

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco e al rinterro dei tubi. Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi. Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito. Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni del Direttore lavori. Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo. A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche «pesante» alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune e ulteriori opere di compattazione e al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

CAPO 4 - OPERE DI PROTEZIONE SCAVI

Art.75. PARATIE E DIAFRAMMI

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- a palancole metalliche infisse;
- a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati.

Art.76. SISTEMI DI BLINDAGGI

In riferimento all'articolo 119 del Dlgs 81/08, si prevede l'applicazione di necessari sostegni delle pareti dello scavo quando la profondità dello stesso supera 1,50 m o quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità.

Quando la consistenza dei terreni non consente l'uso della sbatacchiatura, si utilizzano sistemi provvisionali di sostegno e di protezione degli scavi, a mezzo di un'armatura metallica provvisoria delle pareti del cavo che deve, pertanto, garantire la resistenza alla sollecitazioni provocate da:

- pressione del terreno;
- strutture adiacenti lo scavo;
- carichi addizionali e vibrazioni (materiale in deposito, traffico di automezzi, ecc.).

Le strutture di sostegno devono essere installate a contatto diretto con la superficie di scavo e lo spazio tra l'armatura e la parete del terreno deve essere riempito con materiale di rincalzo tale da garantire il contrasto.

L'armatura deve comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- essere realizzata in modo da evitare il rischio di seppellimento:
    - in un terreno incoerente la procedura deve consentire di disporre armature parziali tali da permettere di raggiungere in sicurezza la profondità richiesta nel terreno;
    - in un terreno dotato di coesione, in cui lo scavo può essere realizzato in avanzamento continuo fino alla profondità desiderata, la procedura deve prevedere la collocazione di una sistema di protezione prima che i lavoratori addetti accedano allo scavo;
- essere sufficientemente resistente da opporsi, senza deformarsi o rompersi, alla pressione esercitata dal terreno sulle pareti dello scavo;
- essere realizzata in modo da poter sopportare, senza deformarsi, anche carichi asimmetrici del terreno.

I sistemi di puntellazione per scavi devono assicurare la stabilità delle pareti verticali e sono composti da diversi componenti prefabbricati assemblati fra loro che creano un sostegno blindato dello scavo, chiamati, più genericamente, sistemi di blindaggio.

I componenti strutturali principali formano un modulo e comprendono i seguenti elementi:

- pannelli;
- componenti di sostegno (puntelli fissi e regolabili, barre di prolunga, telai di sostegno);
- armature pannello;
- rotaie di scorrimento;
- collegamenti dei puntelli con i pannelli o le rotaie di scorrimento (combinazioni integrate di armature/pannelli).

I sistemi di blindaggio per scavi sono normati secondo quattro tipologie così definite:

- **sistema di puntellazione per scavi supportato al centro**: tale sistema (denominato con la sigla "tipo CS" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da coppie di pannelli

collegati mediante puntelli fissati lungo la loro linea mediana verticale formanti l'unità o modulo e deve possedere le seguenti caratteristiche:

- il sistema di puntellazione deve essere costituito da almeno due unità;
- i bordi verticali fra le due unità devono risultare sempre collegati;
- il sistema di puntellazione non deve avere più di un modulo superiore;
- il modulo superiore deve disporre di almeno due puntelli sull'armatura del pannello;

- **sistema di puntellazione per scavi supportato ai bordi:** tale sistema (denominato con la sigla "tipo ES" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da coppie di pannelli collegati mediante puntelli fissati lungo i loro bordi verticali che formano l'unità o modulo;
- **sistema di puntellazione per scavi su rotaia di scorrimento singola, doppia o tripla:** tale sistema (denominato con la sigla "tipo R" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) è costituito da pannelli che possono essere spostati verso l'alto o verso il basso, sulle armature provviste di coppie di scanalature singole o multiple, realizzate su rotaie di scorrimento distanziate da puntelli o telai di sostegno e formanti l'unità o modulo;
- **sistema di puntellazione per scavi supportato ai bordi da trascinare orizzontalmente: cassa a trascinamento** (denominato con la sigla "tipo DB" dalla norma tecnica UNI EN 13331-1) dispone di punti di attacco per il trascinamento orizzontale (punti di trazione) e di bordi di taglio nell'estremità anteriore e di possibili bordi di taglio nella base.

Per le opere provvisionali di sostegno metalliche, inoltre, si può far riferimento, sempre secondo le direttive prestabilite, ai sistemi di **sostegno e contrasto mediante infissione di palancole prefabbricate**. La palancola è un elemento in acciaio, di opportuno profilo, provvisto di incastri (guida metallica o gargame) maschio-femmina che, collegati fra loro ed infissi nel terreno, formano un pannello continuo resistente alla spinta laterale del terreno.

I profili delle palancole si distinguono in sezione ad U ed a Z, la loro lunghezza varia a secondo dei produttori e per gli utilizzi abituali può arrivare fino a 12 m circa.

Alcuni sistemi di palancole (palancolato) sono costituiti dall'unione di palancole inserite in un cassero portapalancole che ha il duplice scopo di contrasto e guida dentro cui far passare le palandole stesse ed è provvisto di un elemento di regolazione. Tale sistema viene utilizzato in scavi attraversati da sottoservizi e, consente con un opportuno posizionamento di una o più palancole, di attraversarli senza interromperli e senza indebolire il blindaggio.

Nell'uso di sistemi di blindaggi dovranno essere previste, qualora lo si ritenga opportuno, anche l'uso di qualsiasi sistema accessorio del blindaggio quali puntoni per l'irrigidimento delle palancole e/o lastre di acciaio anche in fondazione e quanto altro necessario per la corretta posa ed esercizio in sicurezza del blindaggio.

Si precisa, inoltre, che durante le lavorazioni di scavo devono essere previsti tutti gli oneri e magisteri che consentono il mantenimento della viabilità stradale, la sicurezza delle maestranze

impegnate all'interno dello scavo ed il contenimento dei terreni in adiacenza a fabbricati ubicati in prossimità degli scavi stessi.

Art.77. PARATIE COSTRUITE IN OPERA

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo. Particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per i singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Art.78. PALIFICAZIONI

Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione, infissi o costruiti dalla superficie del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

Le palificazioni potranno essere composte da:

- pali trivellati di calcestruzzo armato costruiti in opera.

Art.79. PALI COSTRUITI IN OPERA.

- Pali speciali di conglomerato cementizio costruiti in opera (tipo Simplex, Franki, ecc.)

La preparazione dei fori destinati ad accogliere gli impasti dovrà essere effettuata senza alcuna asportazione di terreno mediante l'infissione del tubo-forma, secondo le migliori norme tecniche d'uso della fattispecie, preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori.

Per la tolleranza degli spostamenti rispetto alla posizione teorica dei pali e per tutte le modalità di infissione del tubo-forma e relativi rilevamenti, valgono le norme descritte precedentemente per i pali prefabbricati in calcestruzzo armato centrifugato.

Ultimata l'infissione del tubo-forma, si procederà anzitutto alla formazione del bulbo di base in conglomerato cementizio, mediante energico costipamento dell'impasto e, successivamente, alla confezione del fusto, sempre con conglomerato cementizio energicamente costipato.

Il costipamento del getto sarà effettuato con i procedimenti specifici per il tipo di palo adottato, procedimenti che, comunque, dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione dei lavori. Il conglomerato cementizio impiegato sarà del tipo prescritto negli elaborati progettuali e dovrà risultare esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà pozzolanico o d'alto forno. L'introduzione del conglomerato nel tubo-forma dovrà avvenire in modo tale da ottenere un getto omogeneo e compatto, senza discontinuità o disgregazione; l'estrazione del tubo-forma dovrà essere effettuata gradualmente, segnando man mano l'immissione e il

costipamento del conglomerato cementizio ed adottando comunque tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei nel corpo del palo. Durante il getto dovrà essere tassativamente evitata l'introduzione di acqua all'interno del tubo e si farà attenzione che il conglomerato cementizio non venga trascinato durante l'estrazione del tubo-forma; si avrà cura, in particolare, che l'estremità inferiore di detto tubo rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello raggiunto dal conglomerato.
Dovranno essere adottati inoltre tutti gli accorgimenti atti ad evitare la separazione dei componenti del conglomerato cementizio ed il suo dilavamento da falde freatiche, correnti subacquee, ecc. Quest'ultimo risultato potrà essere ottenuto mediante arricchimento della dose di cemento, oppure con l'adozione di particolari additivi o con altri accorgimenti da definire, di volta in volta, con la Direzione dei lavori. Qualora i pali siano muniti di armatura metallica, i sistemi di getto e di costipamento dovranno essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto. Le gabbie d'armatura dovranno essere verificate, prima della posa in opera, dalla Direzione dei lavori. Il copriferro sarà di almeno 5 cm. La profondità massima raggiunta da ogni palo sarà verificata, prima del getto, dalla Direzione dei lavori e riportata su apposito registro giornaliero.

- La Direzione dei lavori effettuerà, inoltre, gli opportuni riscontri sul volume del conglomerato cementizio impiegato, che dovrà sempre risultare superiore al volume calcolato sul diametro del tubo-forma usato per l'esecuzione del palo. Pali trivellati in cemento armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo. Il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui la esecuzione dei pali può essere soggetta, sarà assicurato in uno dei seguenti modi:

a) mediante infissione di rivestimento tubolare provvisorio in acciaio;
b) con l'ausilio dei fanghi bentonitici in quiete nel cavo od in circolazione tra il cavo ed una apparecchiatura di separazione dei detriti.

Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte, durante l'infissione, anche con uso di vibratori; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi sia la confezione del palo. Tale rivestimento tubolare costituirà cassero a perdere per la parte del palo interessata dal battente d'acqua. L'infissione del tubo-forma dovrà, in ogni caso, precedere lo scavo. Nel caso in cui non si impieghi il tubo di rivestimento, il diametro nominale del palo sarà pari al diametro dell'utensile di perforazione. Qualora si impieghi fango di perforazione per il sostegno delle pareti del foro, si procederà con le modalità stabilite per i diaframmi in calcestruzzo armato, di cui al precedente articolo. Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc. L'esecuzione del getto di

conglomerato cementizio sarà effettuata con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento. Il cemento sarà del tipo pozzolanico o d'alto forno.
In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. L'Appaltatore dovrà predisporre impianti ed attrezzature per la confezione, il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio, aventi potenzialità tale da consentire il completamento delle operazioni di getto di ogni palo, qualunque ne sia il diametro e la lunghezza, senza interruzioni. Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente, adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo. Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo. Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori, atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri, che sarà di 5 cm. I sistemi di getto dovranno essere, in ogni caso, tali da non danneggiare l'armatura non alterarne la posizione rispetto ai disegni di progetto.
A giudizio della Direzione dei lavori, i pali che ad un controllo, anche con trivellazione in asse, risultassero comunque difettosi, dovranno essere rifatti.

Art.80. DISPOSIZIONI VALEVOLI PER OGNI PALIFICAZIONE PORTANTE

Prove di carico

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico od a prove di ribattitura, in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Controlli non distruttivi

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

Art.81. TRATTAMENTI COLONNARI – DEEP MIXING

Definizioni.

Il Deep Mixing è un metodo di consolidamento efficace ed economicamente vantaggioso che consiste nell'inserimento nel terreno di un utensile rotante su cui sono calettate delle eliche e/o pale miscelatrici, che assicurano la disgregazione del terreno ed il rimescolamento dello stesso con il legante inserito mediante appositi ugelli. Si viene a formare così una colonna di materiale che presenta caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità migliori del terreno circostante.

Trattamenti Colonnari.

Per quanto non espressamente di seguito riportato relativamente agli interventi colonnari in deep mixing si farà riferimento alla norma **EN 14679:2005**
La miscelazione meccanica del terreno avviene tipicamente tramite l'impiego di alberi rotanti cavi, dotati di uno strumento di taglio all'estremità inferiore; l'asta al di sopra dello strumento può essere munita di ulteriori pale o eliche miscelatrici che assicurino la corretta miscelazione tra il terreno e le malte introdotte. Gli alberi rotanti sono montati verticalmente su di un mezzo adatto (solitamente munito di ruote cingolate per poter lavorare sui diversi terreni) e possono essere in numero da uno a otto (tipicamente da due a quattro) per mezzo, in funzione del progetto, della variante del metodo usato e del fornitore. Il trattamento viene di solito portato a termine in due fasi. Nella prima fase l'utensile è fatto avanzare nel suolo fino alla profondità voluta, disgregando e miscelando meccanicamente il terreno; nella seconda fase, si preleva lo strumento miscelatore invertendo il verso di rotazione. L'iniezione della malta può avvenire in fase di discesa, di risalita o entrambe seguita dalla miscelazione della stessa con il suolo. Lo scopo del processo di miscelazione è quello di diffondere il legante nel terreno in modo da creare le condizioni migliori affinché avvengano le reazioni chimiche di idratazione. È molto importante quindi che le particelle di legante siano uniformemente distribuite nel volume della colonna, sia in direzione longitudinale sia trasversale, per ottenere ovunque le medesime caratteristiche di resistenza e deformazione. Si possono anche effettuare dei cicli continui di penetrazione e recupero, per migliorare la disgregazione del terreno e aumentare il grado di omogeneizzazione della miscelazione. Questo obiettivo può essere raggiunto anche modificando i parametri operativi della macchina: velocità di penetrazione e rotazione, numero di rotazioni delle lame, quantità di legante iniettato.
Ripetendo la sequenza costruttiva (le infissioni adiacenti vengono, per sicurezza, parzialmente sovrapposte), è possibile ottenere per esempio una barriera continua, formata da una serie di colonne.

Fattori che influenzano il processo di miscelazione
La tecnica di installazione è essenziale per poter assicurare una miscelazione omogenea ed efficace in sito. Sono ancora pochi gli studi condotti sul processo, sui meccanismi di miscelazione e sulle tecniche di installazione. Vi sono due categorie di requisiti che riguardano i processi di installazione e i fattori che necessitano considerazione (Larsson, 2005):
a) Fattori che influenzano l'installazione che dovrebbero essere studiati simultaneamente:

- Geometria dello strumento di miscelazione;
- Tasso di risalita;
- Velocità di rotazione;
- Pressione d'alimentazione e quantità d'aria;
- Diametro dell'ugello di fuoriuscita del legante;
- Tipo di macchina e operatore;
- Stato tensionale in sito durante l'installazione.

b) Ulteriori fattori che influenzano il processo di miscelazione e che devono essere valutati:

- Proprietà reologiche del terreno, sia trattato sia non trattato;
- Tipo e quantità di legante;
- Stato tensionale in sito durante la maturazione.

I fattori della categoria (b) sono stati studiati in laboratorio da molti ricercatori e saranno discussi più avanti e nei paragrafi § 3.4 e 5. La conoscenza riguardo i fattori appartenenti alla categoria (a) è basata solo su prove di laboratorio e sono poche le prove in sito eseguite, tuttavia alcuni

dei parametri menzionati compaiono nella “numero di rotazione delle lame, T (o Blade Rotation Number, BRN), discusso nel paragrafo seguente.

Soggezioni geotecniche e ambientali

Di norma le perforazioni dovranno essere eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.
I fluidi di perforazione potranno essere costituiti da:

- acqua;
- miscele cementizie;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'ESECUTORE e accettati dalla Stazione Appaltante.

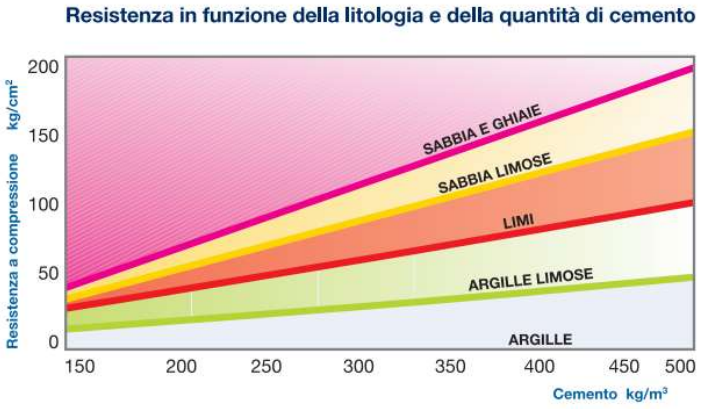
Le pressioni d'iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'ESECUTORE, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Caratteristiche terreni consolidati

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni consolidati sono principalmente in funzione della natura e composizione dei terreni stessi e della quantità di cemento che rimane nel terreno. Valori di resistenza a compressione non confinata pari a 6 ÷ Mpa sono ottenibili in terreni alluvionali grossolani mentre in presenza di litotipi coesivi le resistenze decrescono sensibilmente.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni consolidati dipendono principalmente dalla natura e composizione dei terreni stessi e della qualità di cemento che rimane nel terreno.

Nel grafico a fianco viene mostrata la resistenza di vari tipi di terreni trattati in funzione della quantità di cemento effettivamente presente nel prodotto finale, in cui si evidenzia come valori di resistenza a compressione non confinata pari a 6 – 15 Mpa sono raggiungibili in terreni alluvionali grossolani, mentre in presenza di litotipi coesivi le resistenze diminuiscono sensibilmente.



Il valore di riferimento della permeabilità del terreno consolidato varia tra 10^{-7} e 10^{-11} m/s a seconda del tipo di terreno, della quantità di cemento iniettata e dell’eventuale aggiunta di bentonite.

Nella seguente tabella viene mostrata la permeabilità di vari tipi di terreni trattati in funzione della quantità di cemento effettivamente presente nel prodotto finale, in cui si evidenzia che il valore atteso di permeabilità è maggiore di 10^{-8} m/s.

Soil type	Cement factor[b], α [kg/m³]	Permeability, k [m/s]
Sludge	250–400	1×10^{-8}
Peat, organic silts/clays	150–350	5×10^{-9}
Soft clays	150–300	5×10^{-9}
Medium/hard clays	120–300	5×10^{-9}
Silts and silty sands	120–300	1×10^{-8}
Fine-medium sands	120–300	5×10^{-8}
Coarse sands and gravels	120–250	1×10^{-7}

Modalità esecutive

Nel seguito vengono riportate le modalità esecutive a cui l'ESECUTORE si dovrà attenere per l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, verticali, o sub orizzontali all'aperto od in sotterraneo.

Preparazjone del piano di lavoro, tracciamento

L'ESECUTORE dovrà accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante la perforazione, possano arrecare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Prima di iniziare la perforazione dovrà essere materializzata sul terreno la posizione delle iniezioni mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza di ciascun asse. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo dell'iniezione risulta così come risulta dalla pianta dell'intervento di
consolidamento.
Su tale pianta, redatta e presentata dall'ESECUTORE alle STAZIONE APPALTANTE, dovrà essere indicata la posizione di tutte le iniezioni, incluse quelle di prova, contrassegnate con numero progressivo.

Perforazioni

Le perforazioni, per il raggiungimento della lunghezza di progetto del trattamento, in dipendenza del tipo di sistema prescelto e in funzione della natura dei terreni da attraversare, dovranno essere eseguite a rotazione o rotopercussione eventualmente tramite la batteria stessa di iniezione munita di speciale utensile auto perforante in relazione alle caratteristiche del terreno determinate preventivamente all'inizio dei trattamenti.
I diametri medi della testa perforante dovranno essere normalmente compresi fra 65 e 200 mm.
La misurazione dei parametri di perforazione durante l'esecuzione dell'apposito campo prove, come descritto al successivo paragrafo e durante le lavorazioni correnti, dovranno risultare nell'apposita scheda allegata

Iniezioni

Il dosaggio della miscela, la pressione e la portata d'iniezione, la velocità di rotazione e di sollevamento dell'asta dovranno essere scelti opportunamente, in relazione alle caratteristiche del terreno da consolidare, onde conseguire, oltre al diametro voluto, la necessaria resistenza, compenetrazione e impermeabilità delle colonne.
I parametri sopra indicati dovranno essere verificati sperimentalmente in sito, con l'esecuzione preliminare del campo prove di cui al successivo § 1.1.c.8 per l'ottenimento dei diametri minimi indicati in progetto. In caso d'interruzione accidentale dell'iniezione, eliminato l'inconveniente, la stessa dovrà ripartire da una quota tale da comprendere almeno 50 cm della parte di colonna realizzata prima dell'interruzione. Dei sensori dovranno fornire, in corso d'opera, la registrazione

continua dei parametri (di profondità, di pressione, di flusso) per tutta la lunghezza della colonna.

Tipi di miscela
Il cemento utilizzato potrà essere pozzolanico (CEM IV/ A) o Portland (CEMII/ A-L), di classe 32,5 o 42,5. La composizione più adatta verrà messa a punto, prima in laboratorio poi in cantiere, con opportune prove di qualificazione. La miscela standard utilizzata deve avere, indicativamente, la seguente composizione (per 1 m^3):

- Cemento (kg) 500 ÷ 1100;
- Acqua (lt) 650 ÷ 800;
- Bentonite o fluidificanti (kg) 0 ÷ 14.

Il dosaggio della bentonite o dei fluidificanti dipende dal tipo di cemento. I parametri fisici caratteristici di tale miscela sono i seguenti:

- Viscosità Marsh (secondi) 28 ÷ 45;
- Densità (kg/ cm^3) 1,5 ÷ 1,7;
- Resa Volumetrica (%) >75.

La resistenza a rottura ad espansione laterale libera di tali miscele dopo maturazione di 28 giorni deve essere fra i 25 e i 35 Mpa.

Caratteristiche delle attrezzature
Le attrezzature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Impianto di miscelazione
L'impianto cli miscelazione dovrà essere del tipo a cicli ripetitivi con polmone cli accumulo e agitatore della miscela confezionata e avere i seguenti dispositivi cli controllo:

- bilancia del cemento meccanica o con celle cli carico;
- misuratore del volume d'acqua;
- dosatore di eventuali additivi;
- contacicli progressivo di miscelazione con stampa in automatico delle singole pesate.

Successivamente all'impianto del cantiere e prima dell' inizio delle lavorazioni dovrà essere eseguita la taratura delle bilance per i componenti solidi.

Centrale di iniezione
Le pompe di iniezione ad alta pressione, le cui caratteristiche dovranno essere dichiarate dall'ESECUTORE prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere provviste cli manometri, sia sulla mandata delle pompe sia in prossimità dell'inserimento dei tubi ad alta pressione nelle batterie delle aste cli iniezione, in quest'ultimo punto la pressione dovrà corrispondere ai valori dichiarati.
I manometri dovranno essere sigillati e muniti di un certificato ufficiale di taratura. Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere consegnato alle STAZIONE APPALTANTE un manometro, tarato presso un Laboratorio Ufficiale, per i controlli in corso d'opera. Dovranno essere installati, in funzione delle caratteristiche delle pompe, opportuni dispositivi atti a regolarizzare le mandate delle pompe stesse.

Attrezzature di iniezione

Tali attrezzature dovranno essere idonee per eseguire l'iniezione della colonna o modulo di trattamento in
un'unica fase senza interruzione; per casi particolari, la ripresa della perforazione dovrà riprendere riperforando, almeno 50 cm, l' elemento già realizzato.
Le attrezzature di perforazione e iniezione dovranno avere caratteristiche tali da garantire una deviazione dall'asse di progetto inferiore o pari all'1,5% della lunghezza di perforazione.
Durante il trattamento, sia nel campo prova che durante l'esecuzione del lavoro, tutti i parametri di perforazione e di iniezione (velocità di avanzamento e di risalita, velocità di rotazione delle frese, portata della pompa, pressione di iniezione della miscela e dell' aria, ecc.) dovranno essere registrati in continuo su supporto magnetico collegato all'attrezzatura di lavoro mediante opportuni trasduttori.
Solo durante l'esecuzione del campo prova dovrà essere registrata con opportuna attrezzatura la deviazione della perforazione rispetto alla verticale.
Le schede di ogni elemento realizzato dovranno essere allegate alla relazione finale.
Prima dell'inizio dei lavori e durante la loro esecuzione dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- messa a punto del sistema ed esecuzione di un adeguato campo prove;
- definizione delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato con prove eseguite in sito e m laboratorio;
- controlli in corso d'opera e archiviazione dati.

Definizione dei parametri operativi di prova

L'attività deve definire un set di parametri operativi da verificare con il successivo campo prova. Essa ha inizio con l'esame della documentazione progettuale particolarmente sotto l'aspetto delle caratteristiche richieste al terreno trattato, alla funzione assegnata all'intervento, al contesto geotecnico e idrogeologico del sito con riferimento, soprattutto, ai fattori critici che possono avere influenza sul trattamento. In sintesi:

- Requisiti richiesti dal trattamento. I requisiti progettuali sono espressi in termini di diametro della colonna, resistenza a compressione, modulo elastico, densità, coefficiente di permeabilità.
- Funzionalità dell'intervento. Occorre valutare attentamente la funzione a cui deve assolvere l'intervento di trattamento poiché può fornire indicazioni importanti ed evidenziare criticità che la sola considerazione dei parametri richiesti al trattamento potrebbe non fornire.
- Caratteristiche dei terreni/Variabilità delle caratteristiche dei terreni. devono essere analizzati i dati geotecnici come ad esempio granulometrie, prove SPT, prove CPT, prove di permeabilità in situ e prove di laboratorio; fondamentale è inoltre riconoscere la sequenza stratigrafica dei terreni nell'ambito del volume da trattare.
- Contesto ambientale. In questa fase occorre valutare l'ambiente circostante per minimizzare gli effetti secondari.

Messa a punto del sistema ed esecuzione di un adeguato campo prove

La tipologia e numero di prove, di seguito richieste, saranno stabilite in relazione all'opera da realizzare, alla sua natura e alla sua importanza secondo le indicazioni di dettaglio della D.L.

Per la scelta della miscela da utilizzare per ottenere i risultati richiesti dal progetto, nonché per verificare le modalità operative, le dimensioni medie rese, ecc., dovranno essere progettati e realizzati, come detto, idonei campi prova in con i seguenti obbiettivi:

- definire i dosaggi delle miscele cementizie:

- stabilire i parametri per l'esecuzione delle colonne e/o dei pannelli:
- per trattamenti non meccanici determinare il diametro medio reso:
- le caratteristiche meccaniche del terreno trattato:
- l'omogeneità del trattamento:
- la verticalità delle colonne o dei pannelli di terreno trattato.

I trattamenti dovranno essere eseguiti in condizioni simili a quelle operative, in sostanza il trattamento dovrà essere eseguito alle stesse profondità di progetto e in terreni affini a quelli previsti in progetto.
Il campo prova potrà svolgersi **in due fasi**, **la prima** dovrà permettere di definire tutte le metodologie operative, e nella **seconda fase** sarà simulato il trattamento, con i parametri e le metodologie individuate nella prima fase.
Prima dell'inizio delle attività dovrà essere fornito alla Direzione Lavori il progetto del campo prova, in cui dovranno essere sviluppate e descritte le attività del campo prova, in relazione alle prestazioni e alle caratteristiche richieste al trattamento, in dettaglio dovranno essere indicate:

- ubicazione delle colonne da eseguire;
- caratteristiche delle miscele di iniezione che si intende provare;
- parametri di iniezione (portate, velocità di risalita, ecc.);
- stratigrafia del terreno interessato dal campo prova.

Dovrà essere eseguita una prova Cross-Hole sul terreno naturale per definire le sue velocità caratteristiche prima del trattamento.
Nella relazione dovranno essere presentati i modelli teorici previsionali per l'indagine geofisica utilizzati per il dimensionamento di dettaglio dei dispositivi di misura e per verificare la rispondenza del sistema agli obiettivi di indagine.
Prima dell'esecuzione di ogni colonna, dovrà essere verificato lo stato di usura degli ugelli e dei loro diametri nominali e il controllo dell'efficacia dei giunti della batteria di iniezione.
Nel caso di elementi compenetrati, una volta che sono state definite le modalità esecutive idonee, come detto, dovrà essere verificata la fattibilità del progetto eseguendo una controllo del set di parametri scelti, in una seconda fase in cui è simulata la geometria di progetto.

Ubicazione campo prova
I terreni dove sarà eseguito il campo prova dovranno essere simili a quelli su cui dovrà essere realizzato il trattamento.
Qualora l'intervento si sviluppi in terreni con una stratigrafia variabile dovrà essere valutata e verificata la necessità di sviluppare più campi prova, per le varie litologie presenti.
Prima di iniziare la perforazione dovrà essere materializzata sul terreno la posizione delle iniezioni mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza di ciascun asse. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo dell'iniezione quale risulta dalla pianta consegnata con il progetto.
Le macchine utilizzate dovranno essere attrezzate con dispositivi in grado di registrare, durante la perforazione e l'iniezione, eventuali spostamenti del must di perforazione, sia planimetricamente che di verticalità, nonché delle quote del piano campagna.
Inoltre per tutte le colonne dei campi prova dovranno essere misurate, con idonee attrezzature, la deviazione della testa delle aste di perforazione.

Campo prova prima fase
Nella prima fase saranno definiti i parametri e le tecnologie da utilizzare per le lavorazioni.

Il campo prova deve essere messo in relazione ad un sondaggio geotecnico a carotaggio continuo su cui occorrerà eseguire prove SPT in foro ogni 2/3 ml.
Il campo prove deve essere esterno all'area di intervento in aree molto prossime.
Nel caso di elementi singoli, questa fase sarà da ritenersi esaustiva.
Le attrezzature avranno le caratteristiche precedentemente esposte che dovranno avere una configurazione analoga a quelle che successivamente saranno utilizzate per la produzione.
Per verificare la percentuale di sostituzione dovrà essere misurato, durante la fase di trattamento, il volume del materiale di risulta (refluo), e dovranno essere analizzate le sue caratteristiche, confrontandole con quelle della miscela cementizia di partenza. Il refluo dovrà essere opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che ne permettano il convogliamento in vasche di raccolta.

Controlli da eseguire sul trattamento dei campi prova
I controlli che dovranno essere eseguiti sul volume di terreno consolidato saranno:

- l'ispezione visiva, (qualora sia possibile raggiungere l'elemento di terreno trattato con uno scavo con escavatore);
- l'omogeneità del trattamento e determinazione del modulo dinamico in sito su tutto lo spessore del terreno trattato;
- carotaggi con il prelievo di campioni significativi di terreno trattato su cui eseguire prove di laboratorio;
- prove in sito per verificare la permeabilità del terreno trattato;
- prove di laboratorio per la determinazione della resistenza al taglio e la deformabilità del terreno trattato;
- controllo volumetrico e di composizione del refluo.

Ispezione visiva
Qualora il trattamento raggiunga profondità prossime al piano campagna e le condizioni ambientali lo permettano (es. profondità di falda, stabilità dello scavo ecc.), sarà eseguito uno scavo per verificare la parte superficiale delle colonne e pannelli.
Dovrà essere verificata la dimensione, la regolarità e la corretta conformazione delle colonne o pannelli, per poter verificare le possibili anisotropie di comportamento del terreno trattato. Nella parte scoperta per l'ispezione visiva potranno essere eseguite delle perforazioni orizzontali e su alcuni provini ricavati dalle suddette carote saranno eseguite le prove di laboratorio che saranno successivamente descritte.

Omogeneità del trattamento
La verifica delle caratteristiche del terreno trattato e la sua omogeneità saranno eseguite per mezzo di sondaggi a carotaggio continuo e prove geofisiche.
Dovrà essere applicata la metodologia sismica a rifrazione mediante l'acquisizione tomografica m 2D (tomografie sismiche bidimensionali).

Sondaggi a carotaggio continuo
Tutti i sondaggi saranno eseguiti a carotaggio continuo nel tratto interessato dal trattamento e saranno attrezzati con tubi inclinometrici per la verifica della deviazione rispetto alla verticale.
I sondaggi a carotaggio continuo saranno eseguiti nel rispetto delle specifiche allegate al contratto in una delle colonne eseguite per ogni set di parametri o metodologia.

Qualora il progetto preveda che le colonne e gli elementi non siano compenetrati il sondaggio dovrà essere eseguito a 10 cm dal bordo teorico ipotizzato.

Nel caso che gli elementi siano compenetrati (diaframmi, tappo di fondo, ecc) il sondaggio sarà eseguito a circa 15 cm dal centro della colonna.
Il carotaggio sarà eseguito con doppio carotiere (T6 o T6S) e corona diamantata, il diametro minimo delle carote dovrà essere di 82 mm.
Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette, e dovrà essere redatta apposita stratigrafia in cui sia riportata anche una descrizione dettagliata sul grado di continuità dei campioni estratti, della percentuale di carotaggio, dell' indice RPM, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero di giunti e della presenza di eventuali lenti limose o argillose non disgregate e cementate.
La percentuale minima di recupero non dovrà essere inferiore al 90% della lunghezza teorica dello spessore del trattamento ed il recupero percentuale modificato (RPM) non dovrà essere inferiore al 50 %.

Prelievo dei campioni per prove di laboratorio
I campioni saranno prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori, immediatamente dopo il recupero della carota.
I campioni saranno paraffinati e conservati in borsa frigorifero e consegnati quotidianamente al laboratorio per le prove previste.

Prove in sito
Analogamente alla prima fase del campo prova potranno essere eseguite, durante la perforazione del sondaggio, prove in sito come pressiometriche, dilatometriche, di permeabilità ecc. La loro scelta sarà funzione dei parametri che dovranno essere determinati. Nel caso che il trattamento debba garantire l'impermeabilità dovranno essere eseguite prove di permeabilità.
I gradini di prova devono essere funzione del battente idraulico di esercizio, l'andamento della prova dovrà essere analizzato e valutato sia quantitativamente sia qualitativamente, sia in fase di pressioni crescenti sia in fase di scarico.

Prove di laboratorio
Su campioni significativi e rappresentativi di tutte le classi granulometriche di terreno consolidato, prelevati dalle cassette e di lunghezza tale da permetter la realizzazione di provini di altezza doppia rispetto al diametro, saranno eseguite, tenendo conto dei parametri richiesti dal progetto, le seguenti prove di laboratorio:

- Determinazione del peso di volume, saturo e secco, del terreno consolidato;
- Prove di compressione semplice con lettura delle deformazioni assiali; le prove saranno eseguite nel rispetto della norma ASTM-D 2166/79 con la ricostruzione della curva sforzi-deformazioni.
- Prove di trazione brasiliana.
- Prove triassiali CD da eseguirsi tendenzialmente su provini di materiale caratterizzati da resistenze alla compressione semplice non superiore a quelle richieste.

Il numero delle prove sarà quello necessario per caratterizzare tutto il tratto di terreno trattato, permettendo di definire le curve di distribuzione normale tipiche del materiale trattato. I valori medi ottenuti non dovranno mai essere al disotto di quelli minimi previsti dal progetto. Il tratto di terreni con valori inferiori a quelli minimi di progetto non potrà comunque essere superiore al 10% dello spessore totale di terreno trattato.

Tenendo conto che la curva di maturazione è diversa per ogni trattamento, questa potrà essere ricostruita ripetendo le operazioni suddette. Comunque i campioni non potranno maturare in camera umida ma dovranno essere prelevati al momento previsto.

Log sonici

Il rilievo sonico e ultrasonico, da eseguire nel foro eseguito nella colonna permette, conoscendo l'andamento della perforazione, un apprezzamento della verticalità e del diametro medio reso.
Il rilievo dovrà essere eseguito con una configurazione dei trasduttori con offset di 1 m, con trasduttore di trasmissione in posizione inferiore.
I dati dovranno essere registrati partendo dal fondo e salpando i trasduttori a velocità costante lungo tutta la verticale, fermando la registrazione in corrispondenza della bocca del sondaggio.
La frequenza di scansione dovrà essere controllata tramite un encoder ottico, collegato all'acquisitore.

Tomografia 2D

Con questa tecnica si ha l'obiettivo di verificare la continuità del trattamento, con la definizione, per tutta la lunghezza del diametro medio reso, della verticalità della colonna, di eventuali "sbulbature" (claquage) o assottigliamenti, nonché le eventuali disomogeneità nel corpo integro della colonna o elemento di terreno consolidato.
Questo sarà ottenuto con due sez1oru tomografiche in onde P ed S incrociate, a cavallo della colonna o elemento di terreno trattato.
I fori saranno eseguiti, nel tratto corrispondente alla quota del terreno trattato, a carotaggio continuo, per verificare l'omogeneità del terreno. Questi saranno attrezzati con tubi inclinometrici in modo da verificare esattamente la verticalità dei fori stessi.
Le immagini bidimensionali saranno costruite analizzando la variazione m continuo della velocità sismica (tomografia) delle onde di taglio (onde S) e di compressione (onde P). Con questa tecnica si riuscirà a ricostruire, pertanto, una visione qualitativa della stratigrafia del terreno consolidato investigato, in termini di variazioni di "densità" dello stesso, essendo questo parametro direttamente legato alla velocità sismica.
La conoscenza della velocità delle onde di taglio S permetterà anche di calcolare il valore dei moduli dinamici. Qualora le caratteristiche finali del terreno trattato siano simili a quelle del terreno naturale sarà opportuno eseguire una sezione tomografica sia con onde P che S sul terreno naturale, utilizzando due fori il cui allineamento non interessi il terreno consolidato. L'acquisizione di ogni sezione verrà realizzata posizionando in uno dei fori una colonna con 6/12 sensori tridimensionali spaziati di 1 m, mentre nel foro opposto, saranno creati degli impulsi sismici procedendo dal fondo alla superficie, ad intervalli regolari di 1 metro. Le operazioni saranno ripetute in modo simmetrico, con posizioni rovesciate dei punti sorgente e dei punti registrazione. Qualora non si riesca ad eseguire la tomografia con onde S, e serva comunque calcolare i moduli dinamici, sarà realizzata solo la sezione tomografica per le onde P e sarà un Cross-Hole tradizionale con la registrazione della velocità delle onde S.

Campo prova seconda fase

Una volta scelti i parametri operativi, e verificati i risultati delle indagini eseguite, sarà sviluppata la 2° fase del campo prova con la simulazione della lavorazione. Verranno eseguite una serie di colonne o elementi nella geometria prevista per l'esecuzione della lavorazione, il numero delle colonne dovrà essere tale da avere la parte centrale in configurazione finale. Sostanzialmente dovrà essere realizzata una "rosetta" in cui, rispetto alla colonna centrale, le colonne laterali chiudono tutte le compenetrazioni. Come per la prima fase il refluo dovrà essere

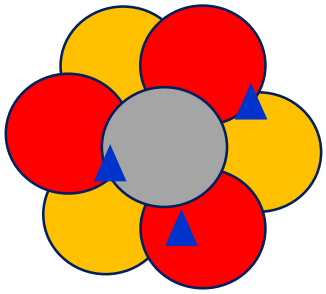
opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che lo convoglino in vasche di raccolta. Dovranno essere effettuati, altresì, controlli volumetrici e di composizione dello stesso. Le prove da eseguire, da decidere in funzione delle prestazioni che il consolidamento deve garantire sono:

- sondaggi a carotaggio continuo;
- prove in situ (permeabilità, dilatometriche, ecc.);
- prove di laboratorio sui campioni prelevati;
- monitoraggio geofisico 2D e 3D;
- collaudo idraulico del tampone di fondo.

Sondaggi a carotaggio continuo di controllo dell'omogeneità e per il prelievo dei campioni

I sondaggi a carotaggio continuo saranno eseguiti con le stesse modalità operative utilizzate per la prima fase del campo prova.

Dovranno essere almeno 3 disposti nelle posizioni di seguito indicate in figura:



(▲ Carotaggi di controllo)

nelle seguenti posizioni:

- a metà del raggio di una colonna
- all'intersezione di 2 colonne
- all'intersezione di 3 colonne

E dove le varie colorazioni rappresentano:

- Colonne primarie arancioni
- Colonne secondarie rosse
- Colonne terza fase verdi

Questi tre fori, che saranno utilizzati per eseguire l'indagine geofisica tridimensionale e bidimensionale, saranno attrezzati con tubi inclinometrici per la verifica della loro eventuale deviazione rispetto alla verticale.
Dai carotaggi dovrà risultare omogeneità di cementazione.

Prelievo dei campioni per prove di laboratorio

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori, immediatamente dopo il recupero della carota. I campioni saranno paraffinati e conservati in borsa frigorifero e consegnati quotidianamente al laboratorio per le prove previste.

Prove in situ

Come nella prima fase durante la perforazione dovranno essere eseguite prove in sito per caratterizzare il terreno trattato almeno nel sondaggio eseguito nella zona di compenetrazione. I risultati dovranno essere simili a quelli registrati nella prima fase.

Prove di laboratorio

Sui campioni significativi e rappresentativi di tutte le classi granulometriche di terreno consolidato, in particolare nella zona di compenetrazione, saranno eseguite prove di laboratorio come per la prima fase.

Rilievo sismico in 3D

Con questa tecnica di rilevo, attraverso l'acquisizione simultanea in posizioni diverse collocate in un volume geometrico definito, si dovrà ricostruire la distribuzione della velocità sismica delle onde di compressione (onde P) in un ambito volumetrico di terreno investigato, e quindi rappresentare lo stesso, in termini di variazioni di "densità". Come detto per l'indagine bidimensionale, tale tecnica di prospezione consiste nella acquisizione simultanea degli impulsi sismici e nella misura dei tempi impiegati dalle onde sismiche per percorrere un tragitto rettilineo, compreso tra una serie di punti di energizzazione (sorgente sismica) disposti all'interno di un foro di sondaggio e una serie di punti di ricezione (idrofoni), disposti negli altri 5 fori. L'energizzazione sarà ripetuta lungo tutte le colonne di sondaggio ad intervalli di lm, procedendo dal fondo dei fori verso la superficie. In questo modo sarà possibile l'acquisizione di una ragnatela di traiettorie sismiche attraversanti l'intero corpo oggetto d'indagine. L'elaborazione dei dati tomografici 3D dovrà permettere la costruzione del modello tridimensionale del volume di terreno investigato. In tal modo sarà costruito il modello solido del volume del terreno trattato indagato, che potrà essere "tagliato" lungo piani predefiniti per rappresentare in modo bidimensionale la situazione esistente lungo specifiche direzioni corrispondenti a tagli effettuati sia su piani orizzontali che verticali. Confrontando i risultati di indagini dirette e attribuendo le velocità caratterizzanti le varie litologie consolidate, e gli eventuali tratti anomali, sarà possibile "estrarre" immagini tridimensionali di porzioni significative di dati, in cui siano evidenziati volumi con uguale velocità (isovolumi). In particolare, andranno evidenziati i volumi delle eventuali anomalie, per verificare la loro influenza con il progetto di consolidamento.

Indagine geofisica 2D

Qualora si renda necessario valutare l'andamento dei moduli dinamici del terreno trattato dovrà essere eseguita una indagine geofisica 2D con onde di taglio (onde S).
Questa tecnica potrà essere utilizzata in sostituzione dell'indagine 3D quando s1 realizzano diaframmi o elementi strutturali in cui la compenetrazione avviene lungo una sola direzione.
In questo caso le metodologie operative saranno simili a quelle per la prima fase del campo prova, eseguendo una tomografia con registrazione delle onde di taglio (onde S) o in alternativa una sezione tomografica con registrazione di onde di compressione (onde P) e un Cross Hole per la registrazione delle onde di taglio (onde S).

Collaudo idraulico

Dopo il completamento e maturazione del tampone (45-60 gg) e prima dell'esecuzione degli scavi si dovranno eseguire delle prove che dovranno dimostrare la tenuta idraulica del tampone di fondo; altresì le prove dovranno registrare la tenuta del tampone e la sua permeabilità. Gli scavi potranno essere avviati soltanto se il trattamento impermeabile di deep mixing avrà raggiunto livelli accettabili in termini di filtrazione di acqua allontanabile con ordinari normali sistemi di aggottamento (permeabilità inferiore a 10-4 cm/s). La prova da effettuarsi consiste in una prova di emungimento dell'acqua intrappolata tra il tappo di fondo ed il confinamento laterale.
Si dovrà procede effettuando:

- un pozzo di emungimento al centro del volume di terreno da scavare
- un piezometro all'interno del volume di terreno da scavare

- un piezometro all'esterno del volume di terreno da scavare

Successivamente attrezzato il pozzo di emungimento con la relativa pompa si potrà procedere al controllo della tenuta del tampone di fondo e alla misura del valore di permeabilità del terreno trattato.
Le fasi di prova e di misura sono le seguenti:

- Emungimento dell'acqua dal pozzo (ubicato all'interno dell'opera da scavare) fino ad abbassare la piezometrica al fondo scavo. Durante l'emungimento dovrà registrarsi a step temporali significati il livello piezometrico interno ed esterno. (È buon segnale il mantenimento del livello esterno stabile e l'abbassamento repentino del livello interno)
- Stabilizzazione dell'emungimento con contestuale misura della portata necessaria a mantenere il livello piezometrico interno a fondo scavi. (Tali informazioni accorreranno per dimensionare il gruppo di pompaggio all'interno dello scavo).
- Interruzione emungimento e contestuale misura della risalita piezometrica interna. (Una risalita del livello lenta è un segnale di una buona impermeabilizzazione).

Se i controlli effettuati in corso di prova non risultassero soddisfacenti occorre reintervenire sul tampone, con integrazione del trattamento a carico dell'Appaltatore.

Relazione finale
Completate le prove del campo prove dovrà essere redatta opportuna relazione tecnica in cui saranno illustrati e commentati i risultati ottenuti e dove saranno indicate le modalità esecutive dell'intervento. Infine, dovrà essere sviluppato il progetto di monitoraggio da eseguire in corso d'opera.

Esecuzione del trattamento
In corso d'opera il trattamento di consolidamento del terreno dovrà essere e monitorato con specifici e rigorosi controlli per la verifica del raggiungimento degli obiettivi progettuali. I dosaggi della miscela, le pressioni e portate d'iniezione, nonché la velocità di rotazione e di sollevamento delle aste dovranno essere quelli indicati nella relazione finale del campo prova, dovranno essere registrate in continuo e dovranno essere trasmessi alle STAZIONE APPALTANTE. Prima dell'inizio delle attività dovranno essere trasmessi alla Direzione Lavori le caratteristiche delle attrezzature da utilizzare tutti i certificati di taratura dei manometri e degli strumenti di registrazione. Tutte le centrali di miscelazione dovranno essere verificate e dovranno essere eseguite le prove analogamente a quelle eseguite per il campo prova dovranno essere ottenuti gli stessi risultati. Quando si devono consolidare grandi superfici di terreno a profondità tali che anche le tolleranze ammesse posso determinare la non compenetrazione dei singoli elementi, alfine di ridurre il rischio di errore occorre certificare la corretta posizione planimetrica delle colonne eseguite, nonché la verticalità della torre di perforazione. Per questo le macchine dovranno essere attrezzate con sistema di posizionamento con sistema GPS, in grado di registrare gli scostamenti, durante le lavorazioni, rispetto alla coordinata progettuale. La perforatrice sarà attrezzata con opportuno monitor, collegato ad un computer in cui saranno visualizzate le posizioni planimetriche del centro delle singole colonne, la quota di inizio trattamento. Saranno inoltre visualizzati il picchetto virtuale della colonna da eseguire e la "bolla" per la verticalità della torre di perforazione. Quando la macchina sarà correttamente posizionata dovranno essere registrate le coordinate di 1n1z10 perforazione e sarà calcolata e visualizzata la lunghezza esatta della perforazione da eseguire. Durante la perforazione e la fase d'iniezione saranno visualizzati e registrati eventuali spostamenti rispetto alle tolleranze di progetto dei parametri monitorati (posizione planimetrica, quota, verticalità della torre).

Analoga registrazione a quella di inizio perforazione sarà eseguita alla fine. I tabulati delle registrazioni eseguite dovranno essere trasmesse alla Direzione Lavori e saranno indicati:

- Identificativo della macchina;
- Data di esecuzione della colonna;
- Numero della colonna;
- Coordinate di progetto;
- Quota del piano campagna;
- Scostamento dalle coordinate di progetto;
- Quota di inizio trattamento;
- Inclinazione della torre;
- Ora inizio e termine della colonna;
- Durata complessiva della lavorazione;

Il refluo dovrà essere opportunamente regimentato attraverso la disposizione di apposite tubazioni che ne permettano il convogliamento in vasche di raccolta. Dovranno essere attentamente monitorati dall'ESECUTORE eventuali effetti secondari correlati all'esecuzione del deep mixing. In particolare in corrispondenza delle aree urbanizzate dovranno essere predisposti sistemi di controllo topografico.

Controlli e documentazione

Il monitoraggio dovrà essere progettato prima dell'inizio delle lavorazioni alla conclusione del campo prova e sarà eseguito con le tecnologie utilizzate nel campo prova.

Il numero delle prove sarà definito sulla base della funzionalità del campo prova e comunque saranno controllate, complessivamente, utilizzando metodi diretti (sondaggi) e indiretti (geofisica) almeno l'80 % delle colonne eseguite. Le indagini geofisiche potranno essere rappresentate da profili sismici tomografici, sezioni tomografiche in foro, sezioni tomografiche geoelettriche. La scelta delle metodologie da utilizzare sarà fatta in funzione delle caratteristiche dell'intervento e dell'ambiente in cui si opera. I valori delle prove di laboratorio e/ o in sito non dovranno essere inferiori a quelli registrati durante il campo prova.

Durante le operazioni di esecuzione dell'iniezione l'ESECUTORE dovrà controllare le volumetrie e la composizione del refluo confrontandole con quanto riscontrato nel campo prova Quando le colonne di terreno consolidato vengano eseguite al fine di creare una fascia di terreno consolidato all'estradosso delle pareti di scavo in galleria, al fine di verificare, in sito, l'efficacia del trattamento medesimo, dovrà essere eseguita nel nucleo da scavare, una colonna consolidata della lunghezza utile di 4.0 metri ogni 300 ml o frazione di colonne consolidate eseguite.

Sono comunque a carico dell'ESECUTORE:

- il trasporto e l'allontanamento per e dal cantiere di lavoro delle attrezzature;
- la fornitura in loco delle miscele consolidanti;
- la predisposizione delle piazzole di lavoro, anche in presenza di acqua, e delle relative strade di servizio;
- l'eventuale inserimento di barre o tubi di armatura, anche con riperforazione e successiva iniezione di intasamento;
- gli spostamenti successivi e i riposizionamenti delle attrezzature;
- l'esecuzione di carotaggi continui e le relative prove da eseguire in corso d'opera come precedentemente indicato, nonché l'intasamento dei vuoti dovuti alle carote;
- la realizzazione di fori di spurgo o di prefori per il controllo delle sovrappressioni in fase di esecuzione del trattamento;

- quant'altro possa occorrere per dare le colonne finite a perfetta regola d'arte, secondo le istruzioni che verranno stabilite dalle STAZIONE APPALTANTE.

Sono a carico dell'ESECUTORE le ulteriori lavorazioni dovute alla presenza di massi di scogliera, di trovanti, ceppaie, materiali ferrosi, murature e conglomerati semplici od armati od altro, che ostacolassero la costruzione delle colonne, nonché la rimozione, la rottura o attraversamento dei suddetti ostacoli e l'eventuale maggiore impiego di miscela cementizia o chimica, derivante dalla presenza nel terreno di cavità naturali e di vani conseguenti alla rimozione dei ripetuti ostacoli.
Di ogni colonna consolidata di prova, eseguita sia preliminarmente che in corso d'opera, si dovrà compilare e consegnare alle STAZIONE APPALTANTE un'apposita scheda.