-

SALT

AUTOSTRADE SESTRI LEVANTE – LIVORNO
con diramazione VIAREGGIO – LUCCA e FORNOLA – LA SPEZIA

ACCORDO QUADRO
PER LAVORI DI MANUTENZIONE ORDINARIA
DI OPERE D'ARTE E GIUNTI

ELABORATI DI GARA

0	Aprile 2017	Prima emissione	M.B.	F.P.	D.B.
EM./RE.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
NORME TECNICHE

CODICE IDENTIFICATIVO: -

Scala: -

	Società Autostrada Ligure Toscana p.a. Direttore Tecnico Dott. Ing. Daniele Buselli	Società Autostrada Ligure Toscana p.a. Amministratore Delegato Dott. Ing. Claudio Vezzosi

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIQUALITY SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO

Sede sociale:
55041 Lido di Camaiore (LU)
via Don Enrico Tazzoli 9
Casella postale 56

Telefono: 0584–9091
Telefax: 0584–909300/319
E–mail: salt@salt.it
www.salt.it

Capitale sociale
€ 160.000.000
interamente versato

Codice Fiscale – P.IVA e
n.Iscr. Registro Imprese Lucca
00140570466

INDICE

CAPITOLO I: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI 4
ART. 1 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO 4
ART. 2 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI 4
CAPITOLO II: NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI 28
CAPO I: OPERE STRADALI 28
PREMESSA 28
ART. 3 – SONDAGGI, TRACCIAMENTI E DISERBAMENTO, SCOTICAMENTO 28
ART. 4 - SCAVI 29
ART. 5 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 32
ART. 6 - RILEVATI 35
ART. 7 - PALANCOLE TIPO LARSSEN 66
ART. 8 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 9 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 10 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 11 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 12 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 13 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 68
ART. 14 - CALCESTRUZZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI) 68
ART. 15 - POST TENSIONE DI ELEMENTI IN C.A.P. 88
ART. 16 - MANUFATTI PREFABBRICATI IN CA, NORMALE O PRECOMPRESSO 91
ART. 17 - CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO E CENTINATURE 95
ART. 18 - SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO 96
ART. 19 - RIPRISTINO/ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CLS 106
ART. 20 - MURATURE 131
ART. 21 - INTONACI 133
ART. 22 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI PONTI, VIADOTTI 135
ART. 23 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 139
ART. 24 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 140
ART. 25 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 140
ART. 26 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P. 140
ART. 27 - ACCIAIO PER CARPENTERIA 147
ART. 28 - APPARECCHI DI APPOGGIO PER IMPALCATI 158
ART. 29 - SOLLEVAMENTO DAL BASSO DEGLI IMPALCATI 163
ART. 30 - GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE 164
ART. 31 - DISPOSITIVI PER SMALTIMENTO ACQUA DEGLI IMPALCATI 177
ART. 32 - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ONDULATA 177
ART. 33 - STRUTTURE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO IN ELEMENTI PREFABBRICATI 180
ART. 34 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 183

ART. 35 - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE 183
ART. 36 - FONDAZIONE A LEGANTE IDRAULICO 185
ART. 37 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 191
ART. 38 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 191
ART. 39 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 191
ART. 40 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 191
ART. 41 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 191
ART. 42 - GABBIONI METALLICI E LORO RIEMPIMENTO 192
ART. 43 - TUBAZIONI, POZZETTI, MANTELLATE, CUNETTE E CORDONATURE 193
ART. 44 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 204
ART. 45 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 204
ART. 46 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 47 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 48 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 49 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 50 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 51 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 52 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
CAPO II: OPERE EDILI 205
ART. 53 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 54 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 55 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 56 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 57 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 58 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 59 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 60 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 61 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 62 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 63 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 205
ART. 64 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 65 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 66 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 67 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 68 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 69 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 70 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 71 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206
ART. 72 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 206

CAPITOLO III: NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI 207
CAPO III: OPERE STRADALI 207
ART. 73 - SCAVI E RILEVATI 207
ART. 74 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 209
ART. 75 - PALANCOLE TIPO LARSSEN 210
ART. 76 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 210
ART. 77 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 210
ART. 78 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 210
ART. 79 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 210
ART. 80 - - -ARTICOLO NON ATTIVO 210
ART. 81 - MURATURE E CALCESTRUZZI 210
ART. 82 - CASSEFORME - ARMATURE 211
ART. 83 - MALTA REOPLASTICA 211
ART. 84 - INTONACI - IMPERMEABILIZZAZIONI - TRATTAMENTO IMPREGNANTE DI SUPERFICI IN CLS212
ART. 85 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 212
ART. 86 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 212
ART. 87 - ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E IN C.A.P. 212
ART. 88 - MANUFATTI IN ACCIAIO 213
ART. 89 - SOLLEVAMENTO DAL BASSO DEGLI IMPALCATI 213
ART. 90 - GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI OPERE D'ARTE 213
ART. 91 - MURI IN ELEMENTI PREFABBRICATI - STRUTTURE DI SOSTEGNO - PANNELLI DI RIVESTIMENTO PREFABBRICATI 214
ART. 92 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 215
ART. 93 - FONDAZIONI STRADALI 215
ART. 94 - CONGLOMERATI BITUMINOSI 215
ART. 95 - INTERVENTI PER RIPRESE, CONGUAGLI, RAPPEZZI 215
ART. 96 - - - ARTICOLO NON ATTIVO 215
ART. 97 - GABBIONI IN MATERASSI METALLICI 215
ART. 98 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DELLE EROSIONI DELLE ACQUE 215
ART. 99 - MANTELLATE - RIVESTIMENTO DI CUNETTE E FOSSI - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA DI ACCIAIO ONDULATA 216

CAPITOLO I: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

PREMESSA

I riferimenti alle norme tecniche UNI, EN, ISO e ad ogni altra specifica tecnica citata nel presente Capitolato si intendono relativi alla versione attualmente in vigore o, qualora risulti ritirata, alla norma che la sostituisce.

Qualora alcune delle disposizioni di seguito riportate fossero in contrasto con norme di legge e regolamentari sopravvenute, si dovrà far riferimento esclusivamente alla norma di legge o regolamentare in vigore.

I materiali, le attrezzature e le metodologie da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e dal presente Capitolato. In mancanza di una loro precisa specificazione dovranno essere rappresentativi dello "stato dell'arte", ovvero i migliori reperibili sul mercato.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di fornire ed installare unicamente prodotti con marchiatura CE (Conformité Européenne) in tutti i casi in cui sia vigente, alla data di fornitura ed installazione del prodotto, una qualunque disposizione che preveda questa marchiatura, indipendentemente dal fatto che essa sia esplicitamente richiamata o meno nelle presenti Norme Tecniche.

Art. 1 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera, e l'opera sia stata collaudata.

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

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori.

Per quanto concerne le prove di controllo si rimanda a quanto specificamente previsto nel Capitolato Speciale d'Appalto Norme Generali.

Il numero delle prove di controllo riportato nel presente Capitolato potrà subire variazioni in aumento o in diminuzione, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e della Commissione di Collaudo.

Art. 2 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

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

In particolare, per i materiali e i prodotti per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE, al termine del periodo di coesistenza tra la norma armonizzata e la precedente specifica tecnica

nazionale, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione", recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n.499.

A tal proposito, si riporta in Tabella A il riepilogo dei riferimenti delle norme armonizzate ai sensi della Direttiva 89/106/CEE con l'indicazione dell'organismo europeo di normalizzazione.

TABELLA A

Organismo europeo di normalizzazione	Riferimento e titolo della norma	Riferimento della norma sostituita
CEN	EN 197-1:2000 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni EN 197-1:2000/A1:2004	
CEN	EN 197-4:2004 Cemento - Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale	
CEN	EN 295-10:2005 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e sinaltimento dí liquami — Parte 10: Requisiti di prestazione	
CEN	EN 413-1:2004 Cemento da muratura — Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità	
CEN	EN 438-7:2005 Laminati decorativi ad alta pressione (HPL) - Pannelli e base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati) - Parte 7; Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti	
CEN	EN 450-1:2005 Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità	
CEN	EN 459-1:2001 Calci da costruzione - Definizioni, specifiche e criteri di conformità	
CEN	EN 490:2004 Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murar' — Specifiche di prodotto	
CEN	EN 492:2004 Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori - Specifiche di prodotto e metodi di prova EN 492:2004/A1:2005	

	EN 492:2004/A2:2006	
CEN	EN 492:2004 Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori - Specifiche di prodotto e metodi di prova EN 492:2004/A1:2005 EN 492:2004/A2:2006	
CEN	EN 516:2006 Accessori prefabbricati per coperture - Installazioni per l'accesso al tetto - Passerelle, piani di camminamento e scalini posapiede	
CEN	EN 517:2006 Accessori prefabbricati per coperture - Ganci di sicurezza da tetto	
CEN	EN 520:2004 Lastre di gesso - Definizioni, specificazioni e metodi di prova	
CEN	EN 523:2003 Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione -Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità	
CEN	EN 534:2006 Lastre ondulate di bitume - Specifica di prodotto e metodi di prova	
CEN	EN 588-2:2001 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico - Pozzetti e camere di ispezione	
CEN	EN 681-1:1996 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Gomma vulcanizzata EN 681-1:1996/A1:1998 EN 681-1:1996/A2:2002	
CEN	EN 681-2:2000 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nello tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Elastomeri termoplastici EN 681-2:2000/A1:2002	
CEN	EN 681-3:2000 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Materiali cellulari di gomma vulcanizzata EN 681-3:2000/A1:2002	
CEN	EN 681-4:2000 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Elementi di tenuta di poliuretano colato EN 681-4:2000/A1 :2002	
CEN	EN 682:2002 Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi	

	per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi	
CEN	EN 771.1:2003 Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio EN 771-1:2003/A1:2005	
CEN	EN 771-2:2003 Specifica per elementi per muratura - Elementi di muratura di silicato di calcio EN 771-2:2003/A1:2005	EN 771-2:2000
CEN	EN 771-3:2003 Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri) EN 771-3:2003/AI:2005	
CEN	EN 771-4:2003 Specifica per elementi per muratura - Elementi di muratura di calcestruzzo aereato, autoclavato EN 771-4:2003/A1:2005	
CEN	EN 771-5:2003 Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di pietra agglomerata EN 771-5:2003/A1:2005	
CEN	EN 771-6:2005 Specifica per elementi di muratura - Parte 6: Elementi di muratore di pietra naturale	
CEN	EN 845-1:2003 Specifica per elementi complementari per muratura - Connettori trasversali. incatenamenti orizzontali, ganci e mensole di sostegno	
CEN	EN 845-2:2003 Specifica per elementi complementari per muratura - Specifica per elementi complementari per muratura	
CEN	EN 845-3:2003 Specifica per elementi complementari per muratura - Armatura di acciaio per-giunti orizzontali	
CEN	EN 934-2:2001 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura EN 934-2:2001/A1:2004 EN 934-2:2001/A2:2005	
CEN	EN 934-3:2003 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per malte per opere murarle - Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura EN 934-3:2003/AC:2005	
CEN	EN 934-4:2001	

	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Additivi per malta per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura	
CEN	EN 998-1:2003 Specifiche per malte per opere murarie - Malte per intonaci interni ed esterni EN 998-1:2003/AC:2005	
CEN	EN 998-2:2003 Specifiche per malte per opere murarie - Malte da muratura	
CEN	EN 1123-1:1999 Tubi e raccordi di tubi di acciaio rivestiti a caldo con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Requisiti, prove e controllo qualità EN 1123-1:1999/A1:2004	
CEN	EN 1124-1:1999 Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Requisiti, prove e controllo di qualità EN 1124-1:1999/A1:2004	
CEN	EN 1168:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Pannelli alveolari	
CEN	EN 1337-3:2005 Appoggi strutturali — Parte 3: Appoggi elastomerici	
CEN	EN 1337-4:2004 Appoggi strutturali — Parte 4: Appoggi a rullo	
CEN	EN 1337-5:2004 Appoggi strutturali — Parte 5: Appoggi a disco elastomerico	
CEN	EN 1337-6:2004 Appoggi strutturali — Parte 6: Appoggi a contatto lineare	
CEN	EN 1337-7:2004 Appoggi strutturali - Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici dí PTFE	EN 1337-7:2000
CEN	EN 1338:2003 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione -Requisiti e metodi di prova EN 1338:2003/AC:2006	
CEN	EN 1339:2003 Lastre di calcestruzzo per pavimentazione — Requisiti e metodi di prova EN 1339:2003/AC:2006	
CEN	EN 1340:2003 Cordoli di calcestruzzo - Requisiti e metodi, di prova EN 1340:2003/AC:2006	

CEN	EN 1341:2001 Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 1342:2001 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi, di prova	
CEN	EN 1343:2001 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi, di prova	
CEN	EN 1344:2002 Elementi per pavimentazione di laterizio — Requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 1433:2002 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità EN 1433:2002/A1:2005	
CEN	EN 1463:1997 Materiali per segnaletica orizzontale — Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali EN 1463-1:1997/A1:2003	
CEN	EN 1504-2:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di. calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo	
CEN	EN 1504-3:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Riparazione strutturale e non strutturale	
CEN	EN 1504-4:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 4: Incollaggio strutturale	
CEN	EN 1504-5:2004 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 5: iniezione del calcestruzzo	
CEN	EN 1504-6:2006 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione dalle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo dì qualità e . valutazione di conformità - Parte 6: Ancoraggio dell'armatura dl acciaio	
CEN	EN 1504-7:2006 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni., requisiti, controllo e valutazione della conformità - Protezione contro la corrosione delle armature	

CEN	EN 1520:2002 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta	
CEN	EN 1873:2005 Accessori prefabbricati per coperture - Cupole di materie plastiche - Specifica di prodotto e metodi di prova	
CEN	EN 1916:2002 Tubi e raccordi di calcestruzzo con armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali EN 1916:2002/AC:2003	
CEN	EN 10025-1:2004 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali -Parte I: Condizioni tecniche generali di fornitura	
CEN	EN 10210-1:2006 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura	
CEN	EN 10219-1:2006 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Condizioni tecniche di fornitura	
CEN	EN 10224:2002 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche dí fornitura EN 10224:2002/A1:2005	
CEN	EN 10311:2005 Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e di altri liquidi acquosi	
CEN	EN 10312:2002 Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura EN 10312:2002/A1:200 5	
CEN	EN 12101-1:2005 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: specificazioni per le barriere antifumo EN 12101-1:2005/A1:2006	
CEN	EN 12101-2:2003 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore	
CEN	EN 12150-2:2004 Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente - Parte 2: Valutazione di. conformità/ Norma di prodotto	

CEN	EN 12285-2:2005 Serbatoi di acciaio prefabbricati - Parte 2: Serbatoi orizzontali cilindrici a singola e a doppia parete per depositi fuori-terra di liquidi infiammabili e non infiammabili che possono inquinare l'acqua	
CEN	EN 123264:2004 Ardesia e prodotti di pietra per coperture discontinue e rivestimenti - Parte 1: Specifiche di prodotto	
CEN	EN 12337-2:2004 Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito chimicamente - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	
CEN	EN 12352:2006 Attrezzatura per il controllo del traffico - Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza	
CEN	EN 12380:2002 Valvole di ingresso aria per sistemi di scarico -Requisiti, metodi di prova e valutazione di conformità	
CEN	EN 12620:2002 Aggregati per calcestruzzo	
CEN	EN 12676-1:2000 Dispositivi anzi-abbagllamento per strade - Prestazioni e caratteristiche EN 12676-1:2000/A1:2003	
CEN	EN 12843:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Antenne e pali	
CEN	EN 12878:2005 Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce — Specifiche e metodi di prova EN 12878:2005/AC:200 6	
CEN	EN 12951:2004 Accessori prefabbricati per coperture - Scale permanentemente fissate per coperture - Specifica di prodotto e metodi di prova	
CEN	EN 13043:2002 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altra aree soggette a traffico EN 13043:2002/AC:2004	
CEN	EN 13055-2:2002 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione	
CEN	EN 13055-2:2004	

	Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati	
CEN	EN 13101:2002 Gradini per camere di ispezione sotterranee — Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità	
CEN	EN 13108-1:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo	
CEN	EN 13108-2:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 2: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili	
CEN	EN 13108-3:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero	
CEN	EN 13108-4:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 4: Conglomerato bituminoso chiodato	
CEN	EN 13108-5:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucciolo chiuso	
CEN	EN 13108-6:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 6: Asfalto colato	
CEN	EN 13108-7:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti	
CEN	EN 13139:2002 Aggregati per malta	
CEN	EN 13162:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13162:2001/AC:2005	
CEN	EN 13163:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13163:2001/AC:2005	
CEN	EN 13164:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica - Specificazione EN 13164:2001/A1:2004 EN 13164:2001/AC:2005	

CEN	EN 13165:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica - Specificazione EN 13165:2001/A1:2004 EN 13165:2001/A2:2004 EN 13165:2001/AC:2005	
CEN	EN 13166:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica - Specificazione EN 13166:2001/A1:2004 EN 13166:2001/AC:2005	
CEN	EN 13167:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13167:2001/A1:2004 EN 13167:2001/AC:2005	
CEN	EN 13168:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana di legno ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13168:2001/A1:2004 EN 13168:2001/AC:2005	
CEN	EN 13169:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13169:2001/A1:2004 EN 13169:2001/AC:2005	
CEN	EN 13171:2001 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica -Specificazione EN 13171:2001/A1:2004 EN 13171:2001/AC:2005	
CEN	EN 13224:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi nervati per pavimentazioni EN 13224:2004/AC:2005	
CEN	EN 13225:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi strutturali lineari	
CEN	EN 13241:2003 Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Norma di prodotto - Prodotti senza caratteristiche di resistenza al fuoco o controllo del fumo	
CEN	EN 13242:2002	

	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade EN 13242:2002/AC:2004	
CEN	EN 13249:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altro aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi) EN 13249:2000/A1:2005	
CEN	EN 13250:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie EN 13250:2000/A1:2005	
CEN	EN 13251:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno EN 13251:2000/A1:2005	
CEN	EN 13252:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti EN 13252:2000/A1:2005	
CEN	EN 13253:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione (protezione delle coste, rivestimenti di sponda) EN 13253:2000/A1:2005	
CEN	EN 13254:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di bacini e dighe EN 13254:2000/A1:2005 EN 13254:2000/AC:2003	
CEN	EN 13255:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di canali EN 13255:2000/A1:2005 EN 13255:2000/AC:2003	
	EN 13256:2000/A1:2005	

	EN 13256:2000/AC:2003	
CEN	EN 13257:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi EN 13257:2000/A1:2005 EN 13257:2000/AC:2003	
CEN	EN 13263-1:2005 Fumi di silice - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità	
CEN	EN 13265:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento di rifiuti liquidi EN 13265:2000/A1:2005 EN 13265:2000/AC:2003	
CEN	EN 13279-1:2005 Leganti e intonaci e base dl gesso - Parte 1: Definizioni e requisiti	
CEN	EN 13361:2004 Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe EN 13361:2004/A1:2006	
CEN	EN 13362:2005 Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali	
CEN	EN 13383-1:2002 Aggregati per opere di protezione (armourstone) — Specifiche	
CEN	EN 13454-1:2004 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio — Parte 1: Definizioni e requisiti	
CEN	EN 13479:2004 Materiali di apporto per saldatura - Norma dí prodotto generale per i metalli di apporto e i flussi utilizzati nella saldatura per fusione dei materiali metallici	
	EN 13491:2004/A1:2006	
CEN	EN 13492:2004 Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltlmento, di opere di trasferimento o di contenlmento secondario di rifiuti liquidi EN 13492:2004/A1:2006	

CEN	EN 13493:2005 Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimentodi rifiuti solidi	
CEN	EN 13658-1:2005 Profili e bordi di metallo - Definizioni, requisiti e metodi di prova - Parte 1: Intonaco per interno	
CEN	EN 13658-2:2005 Profili e bordi di metallo - Definizioni, requisiti e metodi di prova - Parte 2: Intonaco per esterno	
CEN	EN 13693:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi speciali per coperture	
CEN	EN 13707:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bltutninose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 13747:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre per solai	
CEN	EN 13815:2006 Intonaco a base di gesso rinforzato con fibre - Definizioni, requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 13030:2003 Facciate continue -Norma di prodotto	
CEN	EN 13859-1:2005 Membrane flessibili per impermeabilizzazione -Definizioni e caratteristiche del sottostrati - Parte 1: Sottostrati per coperture discontinue	
CEN	EN 13859-2:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione -Definizioni e caratteristiche del sottostrati - Parte 2: Sottostrati murari	
CEN	EN 13877-3:2004 Pavimentazioni a base di calcestruzzo - Parte 3: Specifiche per elementi di collegamento da utilizzare nelle pavirnentazioni a base di calcestruzzo	
CEN	EN 13950:2005 Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolami termo/acustici - Definizioni, requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 13956:2005 Membrane flessibili per l'impermeabizzazione di coperture -Membrane di materie plastica o gomma per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni o caratteristiche EN 13956:2005/AC:2006	
CEN	EN 13963:2005 Materiali di giunzione per lastre di gesso - Definizioni, requisiti e metodi di prova EN 13963:2005/AC:2006	
CEN	EN 13964:2004	

	Controsoffitti — Requisiti e metodi di prove	
CEN	EN 13967:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 13969:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 13970:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati bituminosi per il controllo del vapore - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 13978-1:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Garage prefabbricati di calcestruzzo - Parte 1: Requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da sezioni individuali con dimensioni di un modulo	
CEN	EN 13984:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 13986:2004 Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	EN 13986:2002
CEN	EN 14016-1:2004 Leganti per massetti a base di magnesite - Magnesia caustica e cloruro di magnesio - Definizioni, requisiti	
CEN	EN 14041:2004 Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni - Caratteristiche essenziali EN 14041:2004/AC:2006	
CEN	EN 14063.1:2004 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ - Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della mena in opera	
CEN	EN 14081:2005 Strutture di legno - Legno strutturale con sezione trasversale rettangolare, classificato secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Requisiti generali	
CEN	EN 14178-2:2004 Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro a matrice alcalina - Parte 2: Valutazione della	

	conformità/ Norma dl prodotto	
CEN	EN 14179-2:2005 Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo-calcico temprato termicamente e sottoposto ad heat soak test - Parte 2: Valutazione della conformità/norma di prodotto	
CEN	EN 14188-1:2004 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti - Parte 1: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a caldo	
CEN	EN 14188-2:2004 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti - Parte 2: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a freddo	
CEN	EN 14188-3:2006 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti - Parte 3: Specifiche per materiali per la sigillatura di giunti preformati	
CEN	EN 14190:2005 Prodotti di trasformazione secondaria di lastre di gesso -Definizioni, specificazioni e metodi di prova	
CEN	EN 14195:2005 Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso - Definizioni, requisiti e metodi di prova EN 14195:2005/AC:2006	
CEN	EN 14216:2004 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali e calore di idratazione molto basso	
CEN	EN 14246:2006 Elementi di gesso per controsoffitti - Definizioni, requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 14250:2004 Strutture di legno - Requisiti di prodotto per elementi strutturali prefabbricati assemblati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata	
CEN	EN 14316-1:2004 Isolanti termici per edilizia -Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa {EP) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	
CEN	EN 14317-1:2004 Isolanti termici per edilizia -Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa {EV) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	
CEN	EN 14321-2:2005 Vetro per edilizia - Vetro di silicato alcalino di sicurezza temprato terrnicamente — Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto	
CEN	EN 14339:2005	

	Idranti interrati, cassette e coperchi di superficie	
CEN	EN 14342:2005 Pavimentazioni di legno - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	
CEN	EN 14351-1:2006 Finestre e porte pedonali - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e tenuta al fumo	
CEN	EN 14374:2004 Strutture di legno — LVL — Requisiti	
CEN	EN 14388:2005 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Specifiche	
CEN	EN 14396:2004 Gradini fissi per pozzetti di ispezione	
CEN	EN 14399-1:2005 Elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico - Parte 1: Requisiti generali	
CEN	EN 14449:2005 Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Valutazione della conformità/norma di prodotto EN 14449:2005/AC:2005	
CEN	EN 14496:2005 Adesivi a base di gesso per pannelli accoppiati termo/acustici e lastre dl gesso rivestito - Definizioni, requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 14604:2005 Rivelatori di fumo autonomi	
CEN	EN 14647:2005 Cementi alluminosi - Composizione, specificazioni e criteri di conformità	
CEN	EN 14716:2004 Plafoni in tensione -Requisiti e metodi di prova	
CEN	EN 14782:2006 Lastre metalliche autoportanti per coperture e per rivestimenti murari esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti	
CEN	EN 14783:2006 Lastre e bande metalliche totalmente supportate per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti	
CEN	EN 14844:2006 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi scatolari	
CEN	EN 14889-1:2006 Fibre per calcestruzzo - Parte 1: Fibre di acciaio - Definizioni, specificazioni e conformità	
CEN	EN 14889-2:2006	

	Fibre per calcestruzzo - Parte 1: Fibre polimeriche - Definizioni, specificazioni e conformità	
CEN	EN 14904:2006 Superfici per aree sportive - Specifiche per superfici per interni per uso multi-sport	
CEN	EN 14909:2006 Membrane flessibili per impenneabilizzazione - Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabile all'umidità - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 14915:2006 Rivestimenti interni ed esterni di pareti con elementi di legno massiccio - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	
CEN	EN 14967:2006 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per murature destinare ad impedire la risalita di umidità - Definizioni e caratteristiche	
CEN	EN 15088:2005 Alluminio e leghe di alluminio - Prodotti strutturali per impieghi nelle costruzioni - Condizioni tecniche di controllo e fornitura	

Nel caso di mancanza della Marcatura CE , il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.
In caso di discrepanza o difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto nella Norma specifica.
I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purchè corrispondano ai requisiti di cui sopra.
La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.
Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno riferirsi costantemente ai contenuti del D.M. del 14.01.2008 (c.d. NTU) relativi capitoli, ed alle norme che vengono richiamate dallo stesso D.M. tra cui in particolare le UNI EN in vigore.

A) **Acqua**: dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

B) **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane**: dovranno corrispondere alle prescrizioni:
- della legge 26/05/1965 n.595;
- delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
- d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.
Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

C) **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni)**: dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. n. 19 del 9/1/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

D) **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

E) **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni**: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

F) **Pietre naturali**: le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, ecc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 16-11-1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" n. 2232.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

G) **Pietre da taglio**: proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti dal Regio Decreto 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" - n. 2232.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

a) grana grossa

b) a grana ordinaria

c) a grana mezza fina

d) grana fina

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di 2 cm rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di 1 cm.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere gli spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i 5 mm.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le commessure non eccedono i 3 mm.

Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

H) **Tufi**: le pietre di tufo dovranno essere di natura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

I) **Materiali Laterizi**: dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti con R.D. 16-11-1939 - n. 2232 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" od alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65.

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

J) **Argilla espansa:** dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura di circa 1200 °C; peso in mucchio 320÷630 kg/m³ secondo la granulometria.

K) **Blocchi prefabbricati per vibro-compressione**: saranno confezionati con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere:

- 8 MPa per blocchi prefabbricati con impiego di ghiaietto e pietrisco;
- 3 MPa per blocchi prefabbricati con impiego d'argilla espansa.

La superficie delle costole dovrà essere almeno pari, nel caso di strutture non portanti, al 40%; nel caso di strutture portanti al 65% della superficie apparente del piano di posa del blocco.

L) **Blocchi prefabbricati di cemento e argilla espansa faccia-vista**: saranno prodotti con inerti di buona qualità e dosaggi non inferiori a 200 kg di cemento, di tipo IV 42,5 o 42,5R, per metro cubo d'impasto.

Saranno confezionati con conglomerato cementizio a struttura chiusa; la curva granulometrica varierà da 0,5÷4 mm; la densità da 1.200÷1.600 kg/m³.

Una varietà dei blocchi faccia vista è costituita dagli «splittati» ottenuti a spacco da un blocco doppio e possono essere a paramento normale o scanalato.

M) **Materiali ferrosi**: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo S355 ex Fe 510.

N) **Acciaio inossidabile**: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

O) **Acciaio zincato:** profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progettto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale;
- 300 g/m² per zincatura pesante.

P) **Alluminio e leghe leggere**: per laminati, trafilati o sagomati non estrusi dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99,5 da lavorazione plastica».

Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

Q) **Alluminio anodizzato**: dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo».

Gli strati normalizzati d'ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonico satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indica la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.

Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:

- Classe 5 : spessore strato min. 5 µm;
- Classe 10: spessore strato min. 10 µm;
- Classe 15: spessore strato min. 15 µm;
- Classe 20: spessore strato min. 20 µm.

Di queste la prima sarà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposte all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

R) **Rame**: Lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2^/3^/46 - 72.

S) **Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

T) **Legnami**: di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive sia per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

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

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture di legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

U) **Leganti ed emulsioni bituminosi**: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

V) **Leganti bituminosi**: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

W) **Vetri e cristalli**: dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

X) **Cristalli lustri**: s'intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre. Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 vetri piani-cristalli lustri (lustrati e float).

Y) **Vetri uniti al perimetro (vetro-camera)**: saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (per mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza, non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli.

Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme si rimanda alle norme UNI 7172-73.

Z) **Geotessili**: costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

Materie prime Caratteristiche tecniche	Poliestere	Polipropilene
. Densità : g/cm³	1,38	0,90
. Punto di rammollimento: °C	230÷250	140,00
. Punto di fusione: °C	260÷265	170÷175
. Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa	0,4	0,04

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

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

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

-	campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
-	peso, in g/m²	UNI 5114
-	Spessore, in mm	UNI 8279/2
-	resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N	UNI 8639
-	allungamento, in %	UNI 8639
-	lacerazione, in N	UNI 8279/9
-	resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa	UNI 8279/11
-	punzonamento, in N	UNI 8279/14
-	permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
-	comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
-	diametro di filtrazione, espresso in µm, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.	

AA) **Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

BB) **Materiali per opere in verde**:

1) Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.
   Qualora il prelevamento della terra sia fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.
   L'Impresa, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.
   La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Impresa.

2) Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

3) Materiale vivaistico: L'Impresa deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.
   Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4) Sementi: l'Impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.
   Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.
   Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.
   Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

CC) **Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni**:

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

CAPITOLO II: NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI
CAPO I: OPERE STRADALI

PREMESSA

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alla normativa sotto elencata:

a) Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
b) D.M. 14/01 /2008 - "Norme tecniche per le costruzioni".

L'Impresa dovrà inoltre sottostare agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile della esecuzione delle opere.

Art. 3 – SONDAGGI, TRACCIAMENTI e DISERBAMENTO, SCOTICAMENTO

Subito dopo la consegna dei lavori/attività e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, alla esecuzione della picchettazione completa del lavoro, provvedendo al rilievo di dettaglio dell'area di cantiere, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette ecc.. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

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

Per quanto concerne i tracciamenti si raccomanda quanto di seguito:

- negli elaborati sono riportate le monografie dei caposaldi utilizzati nella restituzione aerofotogrammetrica. L'Impresa esecutrice è libera sia nel loro utilizzo, che nella costruzione di un'altra qualsivoglia rete di raffittimento;
- l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori copia dei dati di tracciamento e delle monografie dei capisaldi utilizzati.

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.
Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.
Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;

b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.
Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

Art. 4 - SCAVI

4.1 Norme generali

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.
Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Appaltatore.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisionale secondo quote e pendenze di progetto.
Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).
Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Appaltatore).

c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

d) Provvedere al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza.

e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L. , prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.
In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.
g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Appaltatore:
- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.
h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Appaltatore , e sotto il controllo della D.L..
I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.
Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.
I materiali , che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, dietro formale autorizzazione della D.L, fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando che all'Appaltatore verrà riconosciuto un sovrapprezzo per il trasporto del materiale a discarica per distanze superiori ai 5 km, misurati per il percorso stradale più breve dal punto più vicino del cantiere come da voce di Elenco Prezzi.
L'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Appaltatore di accantonare i materiali su apposite aree per il loro riutilizzo, senza che l'Appaltatore possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Appaltatore la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.
Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.
Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.
Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

– al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
– alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di Legge.

4.2 Terre e rocce da scavo

Per la gestione delle terre e rocce da scavo, l'Appaltatore deve attenersi a quanto prescritto dal D.Lgs. 152 /2006 e s.m.i.
La caratterizzazione dei materiali provenienti dagli scavi consiste nelle seguenti attività, elencate in via indicativa e non esaustiva:

- scarico e sistemazione in cumuli presso le aree di caratterizzazione;
- gestione di detti cumuli e assistenza al prelievo dei campioni da analizzare, analisi dei campioni e prove di caratterizzazione in ottemperanza alle richieste degli Enti competenti (ARPA ecc.), e ogni altro onere connesso alla procedura di caratterizzazione;
- struttura e personale per la redazione della documentazione relativa alla rintracciabilità dei materiali;
- gestione dei documenti di trasporto relativi alla movimentazione dei materiali.

Si intende onere e responsabilità dell'Appaltatore l'inquinamento anche accidentale delle terre ed i conseguenti oneri di trasporto e conferimento a discarica autorizzata di tutto il materiale inquinato.

4.3 Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per l'apertura della sede autostradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di intervento; gli scavi per gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; gli scavi per la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati, la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

4.4 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

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

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno di adeguata capacità portante prevista.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate. Le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prescritta dalla Direzione Lavori ma in tal caso, non sarà pagato il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

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

L'Impresa dovrà provvedere al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

4.5 Scavi subacquei

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

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

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;
- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi (Legge n. 319 del 10/5/1976 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento; all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento delle acque.

Art. 5 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

5.1 Generalità

Le demolizioni di calcestruzzi, di murature e fabbricati devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio. L'impresa è quindi pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose.

E' vietato in particolare gettare dall'alto materiali i quali, invece, dovranno essere trasportati o guidati in basso, adottando le opportune cautele per evitare danni e pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

5.2 Raschiatura delle solette in cemento armato di ponti e viadotti

La raschiatura delle solette coperte da residui di pavimentazione bituminosa e/o impermeabilizzazioni e/o incrostazioni di varia natura dovrà essere eseguita con speciali bocciarde o frese rotanti adeguate ad asportare i materiali sopraddetti senza manomettere i ferri d'armatura del calcestruzzo di spessore mai superiore, anche solo localmente, a mm 10.

5.3 Scarifica di solette in cemento armato di ponti e viadotti

Dovrà essere asportato dall'estradosso della soletta tutto il calcestruzzo degradato o ammalorato, gli interventi di scarifica, effettuati mediante idrodemolizione, dovranno risultare selettivi ed asportare gli stati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata dalla DL.

La idrodemolizione degli strati di calcestruzzo, quando formalmente ordinata dalla Direzione Lavori, dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 250 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Pressione e portata dovranno essere regolate ai valori necessari per asportare tutto il calcestruzzo degradato e/o preparare la zona di attacco fra i getti esistenti e i nuovi getti.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

5.4 Scarifica di cordoli e demolizione a tutto spessore di solette in cemento armato di ponti e viadotti

La scarifica dei cordoli e la demolizione di solette per il collegamento longitudinale degli impalcati, l'ancoraggio dei giunti o il rifacimento degli sbalzi longitudinali, dovrà essere eseguita a mano o con martelli demolitori leggeri, procedendo con tutte le precauzioni necessarie per conservare inalterata la posizione spaziale e la capacità portante delle armature in acciaio, nonché l'integrità delle strutture contigue che non devono essere demolite: travi, traversi, ecc.
La demolizione dovrà essere seguita da una efficace sgaggiatura e pulizia delle superfici di attacco al nuovo getto e delle barre in acciaio eventualmente ossidate, da eseguirsi mediante l'impiego di idrosabbiatrice o sabbiatrice fino ad ottenere una superficie pulita, integra, sgrassata e con ferri d'armatura disossidati.
I lavori di cui sopra potranno essere anche eseguiti mediante idrodemolizione, se ordinati od autorizzati dalla Direzione Lavori.

5.5 Demolizione corticale o profonda di pile e spalle in cemento armato

Dovrà essere asportato tutto il calcestruzzo degradato e/o ammalorato e/o carbonatato, comunque fino a scoprire completamente tutte le armature ossidate, oppure la demolizione dovrà essere spinta fino alla profondità indicata dalla DL per eventuale alloggiamento di apparecchi di appoggio od altre strutture metalliche.
La demolizione dovrà essere eseguita a mano o con martelli demolitori leggeri o mediante idrodemolizione, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, procedendo con tutte le precauzioni ed adottando tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare i ferri di armatura ed il calcestruzzo lasciato in sito.
La demolizione dovrà essere seguita da una efficace sgaggiatura e pulizia delle superfici di attacco al nuovo getto e delle barre in acciaio eventualmente ossidate, da eseguirsi mediante l'impiego di idrosabbiatrice o sabbiatrice fino ad ottenere una superficie pulita, integra, sgrassata e con ferri di armatura disossati.

5.6 non attivato

5.7 Demolizione di murature e fabbricati

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

Verranno impiegati i mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

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

Le demolizioni dovranno essere eseguite sotto la sorveglianza di un preposto e condotte in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

Ai sensi del art. 151 comma 2 del D.Lgs. 81/08 la successione dei lavori di demolizione dovrà risultare da apposito programma contenuto nel Piano Operativo di Sicurezza (POS), tenendo conto di quanto indicato nel Piano di sicurezza e coordinamento (PSC), ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizione potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi. Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con getto di vapore a 100 °C ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Società, tramite la Direzione Lavori, le parzializzazioni viarie che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

I materiali di risulta ritenuti idonei dalla Direzione Lavori saranno reimpiegati secondo quanto previsto al punto 6.2.4, fermo restando l'obbligo di allontanare e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

5.8 Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con apposite attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non perfettamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in accordo con la DL. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o a un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di screpolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

5.9 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di screpolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

Art. 6 - RILEVATI

6.1 Definizione

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché, il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Le caratteristiche geometriche di tali opere saranno indicate dal progettista ma resta inteso che l'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progettto di dettaglio nel quale, oltre ad indicare la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi, dovrà fornire, in corrispondenza delle sezioni più rappresentative, una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato-terreno di fondazione. Dovrà essere altresì verificato il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorso dello stesso nel tempo. A tale scopo l'Impresa eseguirà o farà eseguire a sua cura e spese, una sistematica campagna di indagini atte ad accertare le caratteristiche fisico meccaniche dei materiali in sito e dei materiali che intende impiegare.

A seconda della natura e della variabilità dei terreni di fondazione e dell'entità dei rilevati, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori il programma della campagna di indagini che contempli l'esecuzione di sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, ecc.) atte a determinare con sufficiente dettaglio le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e fisico meccaniche dei terreni di sedime. Salvo contro indicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 m e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato, salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

Sui campioni indisturbati, semidistrutti o rimaneggiati prelevati nel corso delle indagini in sito, si provvederà ad eseguire un adeguato numero di prove di laboratorio (granulometrie, peso specifico, contenuto d'acqua, taglio, compressione, edometrica triassale ecc.).

6.2 Materiali per la formazione dei rilevati

6.2.1 Provenienza dei materiali

Prima di fornire i materiali a piè d'opera nel cantiere, provenienti dagli scavi e/o dalle cave di prestito, l'Appaltatore dovrà esperire una campagna di indagini atta a fornire alla Direzione Lavori una esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali prevedendo un numero adeguato di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m^3).

Laddove sarà previsto l'impiego di materiali provenienti da scavo, la fornitura sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e l'esecuzione delle prove di laboratorio; l'Appaltatore provvederà inoltre alla eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura (vedasi specifiche seguenti).

Ove l'Appaltatore si approvvigionasse da cave di prestito, prima di avviarne la coltivazione per l'impiego a rilevato dei materiali di scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quelli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Le cave di prestito, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le prescrizioni impartite dagli Enti concedenti le relative autorizzazioni in modo che, tanto durante la cavatura ed anche a cavatura ultimata non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica, ferma restando ogni responsabilità connessa a tale attività unicamente in capo all'Appaltatore. Le stesse condizioni di sicurezza dovranno

essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi, esterne al cantiere di consegna.

Per le aree di deposito provvisorio, l'Appaltatore rimane responsabile della loro conduzione e stabilità generale, avendo cura di garantire la sicurezza del personale e mezzi impiegati nelle operazioni di scarico, carico, trasporto e sistemazione.

6.2.2 Autorizzazioni alla fornitura

Prima di essere autorizzato ad iniziare la fornitura dei materiali per rilevati, l'Appaltatore dovrà comunque sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- una mappa della o delle aree di cava o comunque dei siti di estrazione in scala 1: 1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi effettuati;
- una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali provenienti da cave che dagli scavi.

6.2.3 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003, di cui all'allegata tabella.

6.2.3.1 Materiali per rilevati stradali provenienti da cave o da scavi

Dovranno essere forniti, nelle quantità necessarie alla realizzazione dell'opera, materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.

La fornitura di materiale lapideo proveniente da frantumazione è ammessa solamente se il materiale presenta caratteristiche di natura non geliva, stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e comunque tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm; si escludono forniture di elementi prevalentemente bidimensionali o marcatamente scistosi, così come di rocce di natura flyshoide.

I materiali forniti dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

6.2.3.2 Fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

La fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 è ammessa limitatamente all'utilizzo previsto al paragrafo 6.4 (Stabilizzazione con calce e/o cemento).

È ammessa altresì, a giudizio della Direzione Lavori, l'integrazione e la correzione con terreni aridi di cava, da sottoporre ed utilizzare previa accettazione, delle terre appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7, senza la loro asportazione o sostituzione.

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granolumetrica Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 %	≤ 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,425UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
0,075UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,425UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	– ≤ 6		– N.P.	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10 IP≤≤ LL .	> 40 > 10 IP > LL . 30	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.													

Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003

6.2.3.3 Trasporto e scarico dei materiali forniti in cantiere

I materiali forniti in cantiere dovranno essere scaricati nei modi e nelle aree che verranno indicate dalla Direzione Lavori, evitando ogni danneggiamento dei rilevati o comunque di opere già realizzate, o di strati di sottofondo.

Il materiale dovrà essere consegnato con percentuali di umidità prossime a quelle ottimali di impiego: in caso il contenuto di umidità fosse eccessivo ai fini dell'impiego a rilevato, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'asciugatura dello stesso in cava o in cantiere con operazioni di erpicazione e di aereatura.

Il deposito in cumuli, ove previsto e consentito dalla Direzione Lavori, dovrà essere condotto in modo da garantire sempre la massima stabilità del cumulo stesso.

6.2.3.4 Prove di controllo ed autorizzazioni

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali sarà accertata mediante le seguenti prove di laboratorio, che verranno condotte con la frequenza minima di cui alla tabella seguente:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 20.000 mc di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell' indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,425 UNI 2332;
- prova di compattazione UNI EN 13286-2:2005 ed esecuzione di:
  - analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
  - prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova UNI EN 13286-2:2005 e compattati al 95% della densità massima (+2%).

6.2.4 Materiali aridi provenienti da impianti di recupero e di riciclaggio

Nel caso sia previsto nella costruzione dei rilevati stradali l'impiego totale o parziale di materiali provenienti da impianti di riciclaggio, dovranno essere applicate le disposizioni di cui ai commi seguenti.

6.2.4.1 Descrizione

Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i..

I materiali provenienti da attività di costruzione o demolizione sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, intonaci, allettamenti, materiali lapidei provenienti da cave autorizzate o da attività di taglio e lavorazione.

I materiali di scarto provenienti da processi industriali sono prevalentemente costituiti da scorie, loppe d'alto forno, esclusivamente di nuova produzione e, comunque, non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno. I materiali di riuso possono venire miscelati tra loro ed anche con terre naturali, in modo da favorirne il riutilizzo nelle costruzioni stradali con i conseguenti benefici economici ed ambientali.

6.2.4.2 Qualificazione fisico-meccanica

L'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento.

I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi:

- impiego nello strato di sottofondo, fino alla profondità di circa 1,00 m a partire dal piano di posa della sovrastruttura;
- impiego per strati di rilevato, per bonifiche del piano di posa e similari.

Per le miscele a più largo spettro, provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, si applica la Tabella 1.1 seguente, nel caso meno restrittivo dell'impiego degli stessi nel corpo del rilevato si usa la Tabella 1.2.

Tabella 1.1	**Materiali per strato di sottofondo**	
Parametro	*Modalità di prova*	*Limiti*
Cls, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	>80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4mm	<10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,2% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,4% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<15% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	NP
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>100% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Perdita Los Angeles	Uni EN 1097/2:2008	<45
Rapporto tra passante setaccio 0,425 e 0,075 mm	CNR 23/71	>1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo ± 2 % Wott	CNR 69/78	Differenza P0.075post - - P0.075ante s5%
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-4:2008	<35
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-3:2008	<35

Tabella 1.2	**Materiali per corpo del rilevato**	
Parametro	*Modalità di prova*	*Limiti*
Cls, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa

Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<25% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili,	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,3% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,6% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<25% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	<6
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Dimensione massima	Misura diretta	<140 mm
Trattenuto crivello 71 UNI*	Frantumazione	Assenza di vuoti interni
*Nota: in caso di presenza di mattoni forati, blocchi forati e simili, va eseguita la frantumazione per il riuso fino ad avere il 100% di passante al crivello 71 UNI		

Per gli inerti provenienti prevalentemente da attività industriali, con reimpiego diretto di una specifica tipologia di scarti, valgono invece le specificazioni riportate nella Tabella 2.1 per il sottofondo, e nella Tabella 2.2 per il corpo del rilevato.

Ai fini dell'impiego nel corpo stradale, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Tabella 2.1 Scarti industriali per sottofondo		
Parametro	*Modalità di prova*	*Limiti*
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>80% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<1 5% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,5% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	Non plastico
Perdita Los Angeles	UNI EN 1097/2	<45
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	100%
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa

Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<20% in massa
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo ± 2 % Wott	CNR 69/78	Differenza P0.075post- - P0.075ante ≤5%

Tabella 2.2 Scarti industriali per corpo rilevato		
Parametro	*Modalità di prova*	*Limiti*
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<1% in massa
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Dimensione massima D max	UNI EN 933/1	140 mm
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	<4

6.2.4.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 per cento. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere ≤ 0,5 per cento.

6.2.4.4 Impianto di lavorazione

L'impianto di lavorazione, per garantire l'omogeneità e la costanza temporale del prodotto, deve essere organizzato in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotato di una zona debitamente attrezzata e delimitata per lo stoccaggio provvisorio del materiale;
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dall'alimentatore, il controllo qualitativo dei materiali e, con stoccaggio separato, tramite un by-pass, la successiva eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso;

- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fina, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato d'un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro (per le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore);
- essere dotato d'un vibrovaglio, per la selezione delle frazioni granulometriche.

Le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc...) devono essere, invece, automaticamente separate, anche in più stadi e convogliate in appositi contenitori.

Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, l'impianto deve essere strutturato in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato dall'Amministrazione per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo dettagliate al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98, n.72. Ai fini del mantenimento degli standards qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuate visite di efficienza dell'impianto ogni 20.000 m^3 di materiale lavorato e comunque almeno una ogni sei mesi.

6.2.4.5 Formazione e stoccaggio delle partite

Le singole partite di prodotto, o lotti, se non impiegabili direttamente, devono essere stoccate a carico dell'Appaltatore, in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m^3.

L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:

- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante.

Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

6.2.4.6 Campionature per impianti ordinari

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei prelevamenti stessi, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei materiali. Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, quindi trasportato, adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fino.

Prelievo dei campioni da cumuli conici o simili

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

- se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, si preleveranno almeno cinque campioni, del peso minimo di 50 kg, da parti diverse ed a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste dalla norma UNI EN 932/1:1999 e curando di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;
- se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza alle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

Prelievo dei campioni da cumuli piatti ed estesi

L'accumulazione in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente una singola partita, deve avere altezza massima di 3.00 m.

Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 3, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

Tabella 3	**Campionatura da cumuli piatti**		
Volume del cumulo piatto (m^3)	< 500	500 - 1000	1000 - 3000
Numero minimo di campioni	3	4	5

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo inferiori a 3 metri. Per altezze superiori, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un campione ogni 3 metri o frazione.

Prelievo dei campioni da partite omogeneizzate in fase di formazione

Se le partite vengono disposte in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzate in modo automatico durante la loro formazione, la campionatura può essere effettuata progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va ridotta, poi, per quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.

In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo, secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei paragrafi precedenti.

Prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla norma UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti separatamente a prova.

6.2.4.7 Campionatura per impianti a prodotto ordinario costante

Un impianto di trattamento dei materiali provenienti da riciclo può essere qualificato a "prodotto costante" se, oltre a quanto sopra descritto per l'impianto di lavorazione, permette di:

- separare automaticamente, anche in più stadi, e convogliare in appositi contenitori le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere ecc.);
- compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato. Ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20.000 m³ di materiale lavorato e, comunque, almeno una ogni 6 mesi da parte di un Laboratorio accreditato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato, se , per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 4000 m³ al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziati una costanza di risultati conformi alle specifiche.
Qualora l'impianto sia anche dotato di laboratorio interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del laboratorio accreditato. La prima serie sarà sottoposta a prova dal laboratorio interno; della seconda serie il laboratorio accreditato sottoporrà a prova un campione ogni 10 o frazione.
Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel laboratorio interno, completi del verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso 1 campione su 10, i risultati dei due laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel laboratorio interno, le medesime avranno piena vigenza per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del laboratorio accreditato.

6.2.4.8 Accettazione

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle forniture e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.
Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della partita proposto, l'Impresa deve attenervisi rigorosamente.
Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

6.2.4.9 Posa in opera

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.
La superficie finita del rilevato (piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale) non dovrà scostarsi dalla sagoma prevista di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.
L'utilizzo di materiali da riciclo per le realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purchè interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre.
Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.
Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità.
Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali.
In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

6.2.4.10 Controlli prestazionali

I controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, salvo diverse prescrizioni motivate in sede esecutiva, sono conformi a quelli previsti per le terre naturali.

Ogni 1.000 m³ di materiale fornito, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico - meccanica riportati nelle tabelle precedenti.

6.2.4.11 Campo prova

Una prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta dall'Appaltatore quando il volume fornito dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m³ o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dalle specifiche di Tabelle precedenti.
Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione Md (CNR 146/92) che dovrà risultare non inferiore a 20 Mpa nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 da N/cm²; le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli stati finiti.
L'onere della sperimentazione ricade completamente sull'Appaltatore, che dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori i necessari mezzi di stesa e compattamento meccanico e quant'altro necessario per dare il rilevato finito e testabile.

6.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati

6.3.1 Scotico, bonifica e gradonature

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.
Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in accordo con le risultanze delle indagini e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.
L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.
Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.
Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.
Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato per la realizzazione delle opere, se ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.
Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate e delle aiuole sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.
Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.
Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche, caposaldi per rilievi topografici ed eventuali altri strumenti di misura. La posa in opera della strumentazione e dei caposaldi e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.
La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

6.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) Md, determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico (diametro della piastra 30 cm.) deve risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cmq, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cmq, sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale,
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cmq, sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.
Per altezze di rilevato superiori a 2,00 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m^2. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.
La variazione di detti valori di portanza al variare della quota dovrà risultare lineare.
Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.
Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.
A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.

6.3.3 Strato di transizione (Rilevato - Terreno)

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in generale allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, quando prescritto dalla Direzione Lavori, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di teli di geotessile tessuto o non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

6.3.3.1 Strato granulare anticapillare

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm (se non diversamente indicato dalla DL), deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 20 e 80 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.
Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.
Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va
effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragionescogliere di almeno 1 prova ogni 1000 m^3 di materiale fornito in opera.
La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 932-1:1998.
I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.
Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

6.3.3.2 Geotessile tessuto

I geotessili dovranno avere marchiatura CE, dovranno essere costituiti al 100% di fibre di prima scelta resistenti all'invecchiamento da UV e immarcescibili, a struttura **isotropa** (non tessuti) con funzione di separazione, filtrazione dei piani di posa dei rilevati o in opere in terra, mediante l'inserimento alla base o in strati intermedi di geotessili, nella direzione di sforzo prevalente.
I geotessili isotropi previsti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>12 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >40 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >10 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,13 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <30 mm
(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione.

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>18 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >40 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >15 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,13 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <22 mm
(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione.

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>25 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >40 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >15 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,13 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <22 mm
(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione.

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>35 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >40 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >15 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,13 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <22 mm

(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione

Sono consentiti altresì geotessili a struttura **anisotropa** (trama e ordito)
I geotessili anisotropi previsti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>25 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >20 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >200 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,25 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <18 mm
(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione

Resistenza a trazione (*) UNI EN ISO 10319 (kN/m)>35 (kN/m)
Allungamento al carico max(*) UNI EN ISO 10319 >15 (%)
JSEC UNI EN ISO 10319(*) >400 (kN/m)
Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,20 mm
Cone drope test UNI EN ISO 13433 <13 mm
(*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione.

Ogni geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

6.3.3.3 Geogriglie

Le geogriglie previste dovranno avere le seguenti caratteristiche:

– Geogriglia flessibile per il rinforzo dei terreni. La geogriglia sarà realizzata in polivinilalcool (PVA) nella direzione dell'ordito ed in poliammide (PA) nella direzione della trama, coperte con rivestimento polimerico inerte, resistente ai raggi UV e a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere intrecciate con le fibre trasversali in modo da impedire lo spostamento delle stesse in corrispondenza dei nodi. La resistenza a trazione dovrà essere non inferiore a 20 kN/m nella direzione longitudinale e dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 13% (ISO 10319).

Ogni geogriglia dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere. La geogriglia dovrà essere marcata CE in conformità alla normativa europea. Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma UNI EN ISO 10320:2002.

6.3.3.4 non attivo

:

6.3.4 non attivo

6.4 Stabilizzazione con calce o con cemento dei piani di posa dei rilevati e delle fondazioni stradali in trincea - Stabilizzazione di livelli interni ai corpi dei rilevati

6.4.1 Terra stabilizzata a calce

6.4.1.1 Generalità

La terra trattata a calce è una miscela composta da terra, calce viva o idrata ed acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo il costipamento, risultino di adeguata resistenza meccanica nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

6.4.1.2 Scopo

La presente specifica riguarda il trattamento di terre naturali con calce finalizzato al miglioramento e/o alla stabilizzazione della terra stessa; definisce le caratteristiche dei componenti e della miscela, le metodologie di posa in opera, i requisiti del prodotto finale, le modalità e le frequenze dei controlli.

6.4.1.3 Definizioni

Nella presente specifica si applicano le seguenti definizioni:

Miglioramento del terreno con calce

L'aggiunta di calce ad una terra comporta il miglioramento immediato delle caratteristiche geotecniche della terra stessa, quali la riduzione del contenuto d'acqua, l'incremento della capacità portante e la riduzione della plasticità.

Stabilizzazione del terreno con calce

Si intende per stabilizzazione di una terra, una miscela di terra e calce tale da avere un miglioramento significativo, in genere a medio e/o a lungo termine, delle proprietà fisico-meccaniche della miscela risultante che la rendano stabile alle azioni dell'acqua e del gelo.

6.4.1.4 Campo di applicazione

La presente specifica tecnica è applicabile al trattamento dei terreni limosi e/o argillosi a mezzo di calce.

6.4.1.5 Normativa di riferimento

Di seguito si riportano le norme di riferimento.

Si ribadisce che i riferimenti alle norme tecniche UNI, EN, ISO e ad ogni altra specifica tecnica citata nel presente Capitolato si intendono relativi alla versione attualmente in vigore o, qualora risulti ritirata, alla norma che la sostituisce.

1) CNR-UNI 10006 - Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica d'impiego delle terre.
2) CNR-UNI 10008 - Prove su materiali stradali: Umidità una terra.
3) CNR-UNI 10009 - Prove su materiali stradali: Indice CBR.
4) CNR-Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) - A. VII - n°36. Stabilizzazione delle terre con calce.
5) C.N.R-Bollettino ufficiale - n°69 - Prova di costipamento di una terra.
6) UNI EN 459-1 "Definizioni, specifiche e criteri di conformità"
7) AASHO T 99 Standard Laboratory Method of Test for the Compaction and Density of soil
8) UNI 8520 Parte 11 - Determinazione del contenuto in Solfati
9) UNI 8520 Parte 12 - Determinazione del contenuto di cloruri solubili in acqua
10) NFP 94 - 055 Détermination de la teneur ponderale en matière organique
11) NF P 94 - 078 Indice CBR après immersion . Indice CBR immediate
12) CNR Bollettino Ufficiale A. VI n. 22 - Peso specifico apparente di una terra in situ
13) CNR Bollettino Ufficiale A. VI n. 25 - Campionatura di terre e terreni
14) CNR Bollettino Ufficiale A. V n. 23 - Analisi granulometrica di una terra
15) CNR Bollettino Ufficiale A. XXVI n. 146 - Determinazione dei moduli di deformazione
16) CNR -UNI 10014 - Determinazione dei limiti di consistenza di una terra

17) CNR -UNI 10013 - Peso specifico dei granuli
18) AGI - Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio
19) B.U. C.N.R. n.3/58 Emulsioni bituminose per usi stradali
20) B.U. C.N.R. n.7/57 Bitumi liquidi per usi stradali
21) SNV 670 315 Essais CBR in situ
22) SNV 640 503 Stabilisations des sol à la chaux
23) UNI EN 459-2/96 Calci da costruzione - metodi di prova
24) P.I. Determinazione del contenuto in nitrati
25) ASTM C 977-92 Determinazione del contenuto iniziale di calce
26) UNI 1744-1 Determinazione del contenuto di sostanza umica

6.4.1.6 Materiali

6.4.1.6.1 Terre

Il trattamento a mezzo di calce è previsto per i terreni limosi e/o argillosi, altrimenti non utilizzabili, che dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Granulometria (rif.4) (vedi fuso granulometrico riportato nella norma B.U. n.36)
- Indice di plasticità (rif. 16) > 10
- Sostanze organiche (rif. 10)-(rif.26) < 2% (*)(***)
- Solfati totali (solfati e solfuri) (rif. 8) < 0.25% (**)
- Nitrati (rif. 24) < 0.1%
- Contenuto d'acqua Wn (rif. 2) ≤ 1.3 Wopt (standard)(****)

Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio. In ogni caso l'indice di plasticità dovrà essere Ip>5.

La terra da stabilizzare dovrà essere libera di vegetazione e di qualsiasi altro materiale estraneo.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre dei gruppi A2-6 e A2-7 qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35% e la cui granulometria rientri nel fuso del B.U. n.36 (rif.4).

Nota:(*) - Questo valore può essere superato fino al valore del 4% nel caso di impiego del trattamento per il piano di posa del rilevato, purchè sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza, deformabilità e durabilità richiesti.

Nota:(**) - I terreni con contenuto di solfati totali >1% non sono idonei al trattamento a calce; le terre con un contenuto di solfati totali compreso tra 1% e 0.25% potrebbero, in casi eccezionali essere accettati, e comunque dopo uno specifico studio di laboratorio.

Nota:(***) - Sono consentite prove colorimetriche, per la valutazione preliminare del contenuto di sostanze organiche, ai sensi della norma UNI 1744-1. Nel caso di esito positivo della suddetta prova, si procederà alla verifica in laboratorio chimico secondo la norma NF P 94-055. Al fine di ottenere una correlazione fra la scala dei colori della prova colorimetrica ed i risultati analitici della prova AFNOR, dovranno essere eseguiti dei confronti sui campioni del medesimo terreno da trattare.

Nota:(****) - L'umidità Wn è quella del terreno naturale da trattare; Wopt (standard) è da intendersi quella ottimale ottenuta dalla prova di compattazione Proctor Standard della miscela terra-calce.

6.4.1.6.2 Calce

Tipi di calce

I tipi di calce da impiegare sono:

a) calce aerea idrata in polvere sfusa;
b) calce aerea viva macinata sfusa.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi nei quali i valori di umidità sono sensibilmente più elevati del valore ottimo per il costipamento.

La calce idrata e/o viva confezionata in sacchi non dovrà essere utilizzata.

Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nella norma UNI EN 459-1 ed inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche Chimiche (rif. 23)

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO_2	≤ 5%	_____
Titolo in ossidi liberi (CaO+MgO) (*)	≥ 84%	
Tenore in MgO	≤10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali ($CaOH_2$)	_____	> 85%
$SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+SO_3$	≤ 5%	≤5%
Umidità	____	≤ 2%
Acqua legata chimicamente	≤ 2%	
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	

Nota(*) : La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO dovrà essere effettuata secondo la formula (100-I-2.27 *CO_2 -X) dove:
I = percentuale di impurezze ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SO_3$);
X è la percentuale di acqua legata chimicamente

Caratteristiche granulometriche

	Calce Viva	Calce Idrata
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≥ 90%	_____
Passante al setaccio 0.075 mm	≥ 50%	≥ 90%

6.4.1.6.3 Acqua

L'acqua utilizzata non dovrà contenere apprezzabili quantità di sostanze organiche e/o inorganiche che possano inibire le reazioni chimiche del trattamento (es. acque salmastre, con contenuto di oli, solfati, cloruri, etc).

6.4.1.7 Studio preliminare

Scopo dello studio delle miscele è quello di raggiungere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.

Nel caso in cui il terreno sia trattato in situ dovranno essere prelevati n. 1 campione ogni volta che il terreno abbia caratteristiche differenti e in ogni caso almeno 1 ogni 1000 m^2 secondo uno schema a maglie e comunque rappresentativo dell'area da trattare.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 m^3.

Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

Qualora il terreno da trattare provenga da scavi di linea potrà essere classificato mediante campionatura in cumulo o su strati di materiale steso prima della miscelazione con calce e con frequenza di un campione rappresentativo ogni 2000 m^3.

Per i terreni provenienti dallo scavo di pali e diaframmi le modalità e le frequenze di campionamento verranno definite caso per caso in relazione alle caratteristiche specifiche dei terreni interessati.

Prima di dare inizio alle lavorazioni, l'Impresa dovrà effettuare uno studio di laboratorio per definire la formulazione della miscela attraverso:

a) l'identificazione del terreno
b) lo studio delle miscele sperimentali
c) la scelta della miscela da utilizzare.

6.4.1.7.1 Identificazione del terreno

Si procederà alla classificazione geotecnica di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

- Composizione granulometrica mediante setacciatura a umido, con la determinazione del diametro massimo, della percentuale del passante a 2 mm, a 0.4 mm e a 0.075 mm.
- Indice di plasticità.

Sulla base delle prove suddette dovranno essere individuate le superfici e/o i volumi omogenei e rappresentativi dei terreni oggetto dello studio.

Per ogni campione rappresentativo di ciascuna superficie e/o volume omogeneo, dovranno essere determinati:

- Curva granulometrica cumulativa
- Indici di consistenza e di plasticità
- Contenuto d'acqua (Wn)
- Contenuto in solfati e solfuri
- Contenuto in sostanza organica
- Contenuto in nitrati
- Caratteristiche di costipamento mediante prova di costipamento Proctor Standard, con determinazione di umidità ottima (Wopt) (rif. 7).
- Indice CBR (rif. 3)
- Indice CBR immediato (IPI) (rif. 11).

6.4.1.7.2 Studio delle miscele sperimentali

Le prove di laboratorio su un terreno proposto per il trattamento hanno lo scopo di stabilire:

a) le regole che forniscono il dosaggio in calce del trattamento in funzione dell'IPI e del contenuto d'acqua previsto al momento della messa in opera. I risultati dovranno essere forniti sotto forma di diagrammi ed abachi come esemplificato nella fig. 1;
b) la compatibilità del trattamento in relazione ai requisiti dell'opera prescritti nel par. 6.4.1.9.

Per quanto si riferisce al punto a), la procedura comprenderà la sperimentazione su più miscele necessarie alla formulazione di diagrammi come quelli di fig. 1, a partire da campioni della frazione granulometrica del materiale ≤ 20 mm, con riferimento ai corrispondenti valori dell'IPI.

Lo studio delle miscele dovrà essere così formulato. Si determinerà il consumo iniziale di calce (di seguito indicato con CIC rif. 25) ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi.

A partire da una percentuale minima di calce pari al determinato valore del CIC, dovranno essere preparate diverse miscele terra-acqua-calce aumentando dello 0,5% il contenuto di calce. In ogni caso la percentuale iniziale di calce utilizzata nello studio non dovrà essere < 2% (riferito al peso del secco del terreno) ed il numero minimo di miscele da esaminare non dovrà essere inferiore a tre.

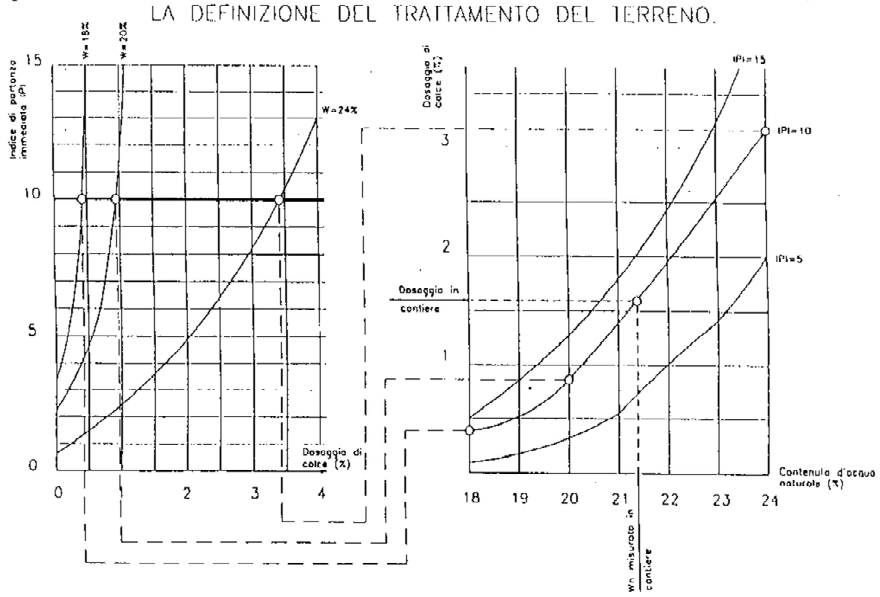
Per le diverse miscele sperimentali dovranno essere effettuati:

1) Analisi granulometrica continua
2) Indice di plasticità e di consistenza
3) Indice CBR imbibito (a 7 e 28 giorni)
4) Indice IPI. Si ricercherà la minima percentuale di calce che consenta di ottenere un IPI > 10
5) Prova Proctor Standard
6) Prova di compressione semplice (a 1, 7 e 28 giorni) (rif. 18)
7) Prova di rigonfiamento lineare e volumetrico delle miscele con IPI>10. Si dovrà verificare, per ciascun provino, un aumento di volume rispetto al provino appena compattato inferiore al 1%
8) Prove di taglio diretto CD a 28 giorni di maturazione su campioni "tal quali" e dopo completa saturazione in acqua (per un tempo massimo di 7 giorni), costipati con energia AASHTO Standard e umidità pari a Wopt, Wopt-2%, Wopt+2%.

6.4.1.7.3 Scelta della miscela da utilizzare

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio.

Fig.1 ESEMPIO DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DI UNO STUDIO PER LA DEFINIZIONE DEL TRATTAMENTO DEL TERRENO.



Variazione dell'indice di portanza immediata in funzione del contenuto di calce, per differenti valori di contenuto d'acqua naturale.

Dosaggio di calce, in funzione del contenuto naturale necessario per ottenere un IPI prefissato.

6.4.1.8 Modalità di esecuzione prescrizioni

La tecnica consiste nello spandimento della calce sulla superficie di terreno da miscelare mediante l'ausilio di mezzi meccanici.

Il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori a 5°C e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

6.4.1.8.1 Approvvigionamento e stoccaggio della calce

La calce dovrà essere consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi sili dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.

Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

6.4.1.8.2 Fasi esecutive

La stabilizzazione a calce del terreno prevede le seguenti fasi:

a) lo scotico;
b) la preparazione del terreno da trattare;
c) lo spandimento della calce;
d) la miscelazione
e) la compattazione e finitura degli strati.

Resta inteso che qualora si utilizzino macchinari in grado di effettuare la preparazione del terreno (frantumazione) e la miscelazione del terreno con la calce contemporaneamente, le fasi b) e d) potranno essere unificate.

6.4.1.8.2.1 Scotico del terreno

La realizzazione del piano di posa dovrà essere preceduta dall'esecuzione dello scavo, di larghezza pari all'ingombro del rilevato o della sede in trincea, per l'asportazione del primo strato di terreno vegetale.

6.4.1.8.2.2 Preparazione del terreno

a) **terreno in situ**

Consiste nella frantumazione e nello sminuzzamento delle zolle da utilizzare, fino alla riduzione di eventuali grumi di terreno limo-argillosi tali che il 100% passi attraverso un setaccio da 40 mm.

Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua. La quantità d'acqua utilizzata dovrà essere controllata da opportuni dispositivi e, perché raggiunga in modo omogeneo tutto lo strato di terreno da trattare, tale operazione dovrà essere effettuata prima di ultimare la frantumazione del terreno.

Al termine di tale operazione dovrà essere misurato, in più siti e a diverse profondità, il contenuto d'acqua Wn.

Lo strato di terreno da trattare, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm.

b) **terreno in cava e/o da scavi**

Qualora la terra venisse miscelata in un sito diverso da quello della lavorazione, si dovranno eseguire comunque tutte le operazioni previste nel precedente punto a) del par. 6.4.1.8.2.2 e dei successivi paragrafi 6.4.1.8.2.3 e 6.4.1.8.2.4. Le terre miscelate dovranno essere trasportate nel luogo dell'impiego dopo la miscelazione, in contenitori coperti per evitare eccessivi essiccamenti o per essere protetti da eventuali piogge. La quantità di terreno da trattare a calce non dovrà essere superiore a quella che potrà essere impiegata nella giornata stessa.

Per i terreni provenienti da pali e diaframmi si rimanda a quanto detto al punto 6.4.1.7.

6.4.1.8.2.3 Spandimento della calce

Il quantitativo di calce da utilizzare non dovrà essere inferiore a quello approvato.

La stesa della calce dovrà essere effettuata mediante uno spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento e dotato di un dispositivo ponderale che regoli il dosatore volumetrico con una certa rapidità e precisione. E' preferibile l'utilizzo di spanditori a dosaggio volumetrico che producano un diagramma dello spandimento.

Essi dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione della calce. Pertanto tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande.

Lo spandimento della calce dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa.

L'Appaltatore dovrà eseguire, in caso di spandimento di calce sfusa, all'inizio della giornata lavorativa, la taratura delle macchine spanditrici; questa verrà effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di calce che viene raccolta da ciascun telo (o contenitore) al fine di tarare

l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina rispetto al dosaggio prescritto per uno spandimento omogeneo in senso longitudinale e trasversale.

6.4.1.8.2.4 Miscelazione della calce con il terreno

La miscelazione calce-terreno dovrà essere realizzata con una o più passate di frese tipo Pulvimixer, fino a quando tutte le zolle siano state ridotte a dimensioni tali per cui la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm.

Il miscelatore utilizzato dovrà essere del tipo a rotore e potrà essere semovente o trainato e permettere di lavorare strati di profondità almeno di cm 50.

Le modalità di miscelazione dovranno determinare il numero minimo di passaggi effettuati ad una determinata velocità di avanzamento che permetta di raggiungere una distribuzione uniforme della calce.

La qualità della miscelazione dovrà essere controllata oltre che visivamente, verificando l'omogeneità del colore della miscela e l'assenza di strisce di calce non amalgamata nel terreno, anche mediante la misura dei diametri dei grumi di materiale fino e facendo ricorso ad opportuni indicatori (fenoftaleina).

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 10 cm; inoltre nella stessa giornata lavorativa devono essere completati tratti di tracciato per tutta la loro larghezza prevista.

Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.

Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati.

6.4.1.8.2.5 Compattazione e rifinitura

Le operazioni di compattazione potranno essere iniziate solo quando il contenuto d'acqua della miscela sia compreso in un intervallo tra Wopt $\pm$ 2%.

Le caratteristiche geotecniche della miscela terra-calce orientano la scelta dei rulli e ne condizionano le modalità d'impiego.

La finitura superficiale degli strati dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici e non con l'apporto di nuovo materiale.

Lo strato di terreno, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno potrà essere effettuato previe verifiche in situ.

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura, qualora lo strato trattato non venga ricoperto con un ulteriore strato e la superficie, soprattutto nei periodi estivi, risulti esposta in maniera prolungata al sole, si potrà stendere, a protezione dello strato appena ultimato, un velo protettivo di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL55 con un dosaggio minimo di 1.5 kg/m^2 o in alternativa un velo di bitume liquido del tipo BL 350-700 in ragione di 1 kg/ m^2. Tale strato di protezione dovrà essere rimosso prima di realizzare lo strato successivo. Per la protezione delle superfici finite potranno essere adottate soluzioni alternative.

Per assicurare un'adeguata compattazione delle scarpate, dovranno essere messe a punto tutte le necessarie metodologie operative, prevedendo in ogni caso la costruzione fuori sagoma del rilevato di almeno 20 cm e successiva riprofilatura.

Fermo restando quanto sopra riportato per quanto concerne la protezione delle scarpate del rilevato si potrà procedere nei modi suddetti:

1) mantenimento del fuori sagoma suddetto e riprofilatura, con gradoni di ancoraggio, solo prima della stesa del vegetale;
2) rimozione del fuori sagoma subito dopo la compattazione dello strato (o degli strati) di rilevato e immediata protezione o con terreno vegetale ovvero con emulsione bituminosa.

Le soluzioni sopra dette possono essere adottate singolarmente o in combinazione tra di loro in relazione alle caratteristiche del rilevato in esecuzione.

La superficie finita del rilevato (piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale) non dovrà scostarsi dalla sagoma prevista di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

6.4.1.9 Controllo qualità

6.4.1.9.1 Controllo in corso d'opera sui materiali

6.4.1.9.1.1 Calce

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati.

Le caratteristiche della calce, riportate al par. 6.4.1.6.2 precedente, dovranno essere verificate secondo la seguente procedura:

- per ogni trasporto in cantiere sarà prodotto, entro 24 ore dalla consegna, un bollettino di prove ed analisi eseguite dal produttore giornalmente;
- verifica ogni 2000 ton. della granulometria, della reattività dell'acqua, del contenuto d'acqua, del contenuto in CO_2 combinata, del titolo in idrati totali per la calce idrata.

Nel caso in cui il prodotto non venga utilizzato entro 72 ore dalla consegna in cantiere, fermo restando le condizioni di stoccaggio stabilite in capitolato, dovranno essere eseguite le seguenti prove: reattività dell'acqua, titolo in idrati totali per la calce idrata.

6.4.1.9.1.2 Terre e miscele

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 2.500 m^3; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli dello studio e che rispettino i limiti di cui al punto 6.4.1.6.1.

Sulla miscela dovrà essere effettuata, in laboratorio, una prova CBR ogni 5.000 m^2.

6.4.1.9.1.3 Umidità del terreno

Per ogni giorno di lavorazione e per ogni tratto omogeneo di terreno da utilizzare l'Appaltatore è tenuto a rilevare il contenuto d'acqua del terreno da trattare al momento della posa, prima della miscelazione con la calce, e al momento della compattazione, entrambi con una frequenza di 1 ogni 2.500 m^2 di terreno steso. L'Appaltatore è tenuto ad adottare gli eventuali accorgimenti affinché sia verificata la corrispondenza tra la miscela prevista ed approvata dalla DL ed il contenuto d'acqua.

6.4.1.9.1.4 Fasi operative

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 5.000 m^2 di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.

Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1 controllo 5.000 m^2.

6.4.2 Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso stabilito dalla Direzione Lavori, il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0,075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

Il cemento dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione dei cementi di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela approvata dalla DL) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la Direzione Lavori definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela in modo che:

il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.

il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste. A richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà predisporre adeguato campo prove per stabilire la composizione preventiva della miscela e le modalità operative.

6.4.3 Studio preliminare

Scopo dello studio delle miscele è quello di raggiungere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce/cemento e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce/cemento dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce/cemento.

Nel caso di terreno trattato in situ dovranno essere prelevati campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m^2 e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato, la frequenza di campionamento sarà opportunamente incrementata.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 m^3. Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

Prima di dare inizio alle lavorazioni, si dovrà effettuare uno studio di laboratorio per definire la formulazione della miscela attraverso:

1. l'identificazione del terreno;
2. lo studio delle miscele sperimentali;
3. la realizzazione del campo prova;
4. la scelta della miscela da utilizzare.

La Direzione Lavori, anche in relazione ai risultati di prova che si otterranno dalle indagini, potrà richiedere ulteriori campionamenti del suolo e relativi esami.

6.4.3.1 Realizzazione del campo prova

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali dovrà essere predisposto un campo prova per verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio e per mettere a punto il metodo di compattazione da utilizzare. Per questo scopo, quando è previsto il trattamento a calce/cemento delle terre del piano di posa dei rilevati e per le sedi in trincea, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di larghezza 4 m e di lunghezza utile 30 m.

Quando è previsto il trattamento a calce/cemento delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di dimensioni utili in sommità 4 m × 50 m (escluse le rampe di accesso degli automezzi nel caso dei rilevati).

Dovranno essere messi in opera diversi schemi di rullatura, scelti in funzione del terreno da compattare, per verificare ed eventualmente ottimizzare le operazioni di compattazione.

Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio e che soddisfino la stabilità globale dell'opera. Il terreno da utilizzare per il campo prova dovrà rispondere ai requisiti determinati con lo studio delle miscele sperimentali e i risultati, opportunamente certificati, dovranno essere riportati in un'apposita relazione da consegnare al Direzione Lavori. Qualora le terre trattate a calce/cemento dovessero essere utilizzate per la realizzazione del corpo dei rilevati, il campo prova dovrà essere costituito da almeno 3 strati di terreno trattato, aventi ciascuno uno spessore di 30 cm dopo la compattazione.

Inoltre per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono:

- dovrà essere tarata la spanditrice di calce/cemento per il controllo del dosaggio;
- prima della stesa della calce/cemento dovrà essere controllato il contenuto d'acqua e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele;
- dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua;
- la miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati;
- il prodotto finale dovrà essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione, con piastra da 30 cm (B.U. CNR n.146, 1992), ed il suo andamento nel tempo. Le misure dovranno essere effettuate per ogni strato almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg, a 7gg su almeno 5 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea sia per la miscela che per le modalità di compattazione. Solo sull'ultimo strato verranno effettuate le misure anche a 30 gg dalla compattazione;
- dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR in situ, delle densità in situ e del contenuto d'acqua nelle porzioni di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo su piastra;
- dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito.

Il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Appaltatore ed approvato dalla Direzione Lavori.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Qualora i requisiti minimi non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra/calce/cemento fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

6.4.3.2 Scelta della miscela da utilizzare

La miscela ottimale da utilizzare scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

6.4.3.3 Controlli

In fase esecutiva l'Impresa dovrà predisporre un accurato programma dei lavori, che consenta alla Direzione Lavori di definire un programma di prove di controllo giornaliero degli strati lavorati.

L'Appaltatore dovrà predisporre, prima dell'inizio dei lavori un accurato programma temporale delle attività e il piano delle prove e delle verifiche da eseguire sia in corso lavori sia finali. I controlli e le prove da effettuare in corso d'opera dovranno essere riportate in un apposito Piano di Controllo Qualità (PCQ), che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

6.4.3.4 Controlli sul prodotto finale

Ogni 2000 m^2 di terreno trattato e comunque per ogni tratto di miscela omogenea posata, dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

prova di carico su piastra, con piastra da 30 cm (B.U. CNR n.146, 1992), con misura del modulo di deformazione (Md) che dovrà essere non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm^2, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/ cm^2, sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale,
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cm^2, sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2,00 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

- grado di costipamento (densità secca) ottenuto dovrà essere determinato secondo norma CNR - B.U. 69 e dovrà risultare non inferiore a:

95%	Per il piano di posa dei rilevati
98%	per i rilevati e per i piani di posa in trincea.

- spessore dello strato finito:

30cm	massimo spessore risultante dopo compattazione

- densità relativa:

densità relativa	a compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione UNI EN 13286- 2:2005 Modificato., salvo l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%

6.5 Formazione del rilevato

6.5.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati autostradali;
- Rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata" e "terra verde rinforzata";
- Rilevati di precarico e riempimenti.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003, di cui si allega tabella.

6.5.1.1 Rilevati autostradali

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o alternativamente terreni trattati a calce e/o a cemento con i criteri di cui al precedente paragrafo 6.4 o materiali provenienti da impianti di riciclaggio con i limiti di cui al precedente punto 6.2.4, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm. ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane, di diametro superiore ai 15 cm.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello stato compattato.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione UNI EN 13286-2:2005 Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm. costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

6.5.1.2 Rilevati in "Terra Armata" e "Terra verde rinforzata"

Si ottengono per inserimento fra gli strati di un rilevato di elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc..) Ai fini del mantenimento in efficienza del massiccio sono indispensabili speciali caratteristiche dei materiali adottati.

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5.

Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa. In ogni caso vanno rispettate le seguenti condizioni:

a) Il terreno di riempimento sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 80 µ (0,08 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore al 15%.
b) I terreni con percentuale passante al vaglio da 80 µ superiore al 15%, potranno essere accettati se:
   b-1) la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 µ (0,015 mm) è inferiore al 10 %;
   b-2) la percentuale sulle prove realizzate per sedimentazione rimane compresa tra il 10 % e il 20 % e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi, è superiore a 25°.
c) Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 250 mm.

Il rilevato può essere alleggerito con strati di misto granulare o sabbia e argilla espansa se e come indicato nei disegni costruttivi. L'inerte leggero avrà le seguenti caratteristiche:

granulometria minore di 25 mm, peso di volume umido compreso tra 7 e 8 kN/m^3.

Resistività

Il valore di resistività del materiale saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C sarà superiore a 1.000 Ohm×cm per opere a secco e 3.000 Ohm×cm per opere inondabili.

Attività ioni idrogeno

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato sarà compreso tra 5 e 10.

Contenuto in sali solubili

Il contenuto di cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per i materialila cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm×cm e non dovrà eccedere i seguenti valori:

Opere a secco	Opere in acqua dolce	Opere a secco	Opere in acqua dolce
(Cl-) 200 mg/kg	(Cl-) 100 mg/kg	(SO4=) 1000 mg/kg	(SO4=) 500 mg/kg

Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili).

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometrica e chimica, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.

La posa del materiale di riempimento seguirà strettamente il montaggio di ciascuna fila di pannelli; in corrispondenza di ogni livello di armature il materiale sarà steso e compattato dopo la posa ed il fissaggio delle stesse. Ad ogni fila di pannelli, corrispondono due strati di rilevato in modo da compattarne strati che non superino i 40 cm circa.

La stesa del materiale dovrà essere eseguita sistematicamente per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro, e ad opera ultimata, si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 4%. La pendenza sarà contrapposta al paramento.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascuno strato non inferiore a 90% del valore fornito dalla prova UNI EN 13286-2:2005 mod. , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% o secondo quanto indicato sui disegni costruttivi. La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (± 1,5% ca.) a quello ottimale determinato mediante la prova UNI EN 13286-2:2005 mod.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione. Se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo nei punti indicati dalla Direzione Lavori ed in contraddittorio con la stessa. L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle 50 apparecchiature: durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5000 m^3 verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Armatura di rinforzo per terra rinforzata

Biorete antierosione, per la protezione temporanea contro l'erosione delle scarpate e per favorire il rinverdimento. La stuoia biodegradabile dovrà essere interamente realizzata in fibre di juta, intrecciate in modo da conformare una rete tessuta a maglia aperta di circa 15x10 mm. La resistenza ultima a rottura longitudinale dovrà essere pari a 15 kN/m, con un allungamento dell'8%. Il peso unitario sarà di circa 500 gr/m^2. Sui valori sopraindicati è ammessa una tolleranza del +/- 12%. La biorete dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le prescrizioni progettuali e le procedure indicate dal fornitore.

Cassero a perdere da porre sul fronte delle terre rinforzate in rete elettrosaldata.

Terreno vegetale per uno sp. medio di 0,30 cm.

Idrosemina su tutto il paramento con miscela di sementi in quantità di almeno 40 gr/m² e additivi (concimi, collanti, equilibratori idrici) ottimizzata sulla base delle condizioni climatiche e di espressione del sito.

Armatura metallica per terra armata

Le armature laminate e profilate debbono essere in acciaio, del tipo S355JO.

Le reti metalliche sono a doppia torsione a maglie esagonali, tipo 8×10 (conformi UNI EN 10223-3:1999), con valori elevati di resistenza a trazione (fino a 47 kN/m) senza fenomeni di creeping; gli elementi di acciaio interrati, di qualsiasi tipo, debbono essere protetti da zincatura a caldo, di spessore minimo garantito di 70 micron, in ragione di circa 5 g di zinco per dm di superficie sviluppata, o debbono essere inossidabili. I fili sottili, componenti le reti, debbono essere protetti da uno strato di PVC dello spessore di 0,5 mm.

6.5.1.3 Rilevati di precarico e riempimenti

Per la realizzazione di rilevati di precarico verranno impiegati i medesimi materiali destinati alla realizzazione dei rilevati, con le medesime tecniche di posa, al fine di poter contare, nel riporto in quota, su di un corpo in rilevato già correttamente realizzato.

I materiali provenienti da scavi, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere eventualmente impiegati per le quote parti di rilevato che verrà realizzato con funzione provvisionale.

Nel caso di riempimenti e/o risagomature verranno impiegati, su autorizzazione della Direzione Lavori, in via prioritaria materiali provenienti dagli scavi del cantiere, inutilizzabili per altri fini.

A seconda dei casi, i materiali a riempimento potranno essere compattati e sagomati o solo sagomati superficialmente.

Il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tali da garantire l'opera da instabilità volumetrica e dalle erosioni.

6.5.2 Costruzione del rilevato

6.5.2.1 Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e nel contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 40 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantunate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre stabilizzate a calce e/o cemento, o con materiali provenienti da impianti di recupero.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno, ponendo la massima cura al controllo delle deformazioni del paramento medesimo.

6.5.2.2 Compattazione

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova UNI EN 13286-2:2005 mod.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aereazione, se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme: a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m. dai parametri della terra armata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di ordinare, a ridosso delle murature dei manufatti, la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV 32.5N o 32.5R in ragione di 25÷50 kg/m³ di materiale compattato. La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max UNI EN 13286-2:2005 mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse autostradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m,quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

6.5.2.3 Condizioni climatiche

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale fatte salve particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.pietrame).

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

6.5.2.4 Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, alla esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo.

In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo: i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8 passate).

Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, di deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre.

In taluni casi si potrà ricorrere: a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e al prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile e successivamente riempito d'acqua.

L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori

6.5.2.5 Prove di controllo ed autorizzazioni

Prima che venga messo in opera uno strato successivo ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

E' comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio ufficiale.

Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5000 m^3 verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripartizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m^3)

Tipo di prova	Rilevati autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati di precarico Riempimenti, Banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato cm 30					
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento UNI EN 13286-2:2005 mod.	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22/1976	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 146/1992	*	*	500	2000	1000	5000	-	-
Controllo umidità UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
PH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

* Su prescrizioni della Direzione Lavori;

** Frequenti e rapportate alle condizioni metereologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

Art. 7 - PALANCOLE TIPO LARSSEN

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità.

Le palancole metalliche impiegate per la realizzazione di palancolati provvisori, dovranno avere le caratteristiche di resistenza, peso e dimensioni, specificate ed autorizzate dalla DL.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con attrezzatura idraulica a pressione senza vibrazione; dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola. A tale scopo gli incastri, prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuori uscita dalla guide.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'Impresa.

Si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:
-posizione planimetrica dell'assemediano del palancolato : ± 3 cm
-verticalità : ± 2 %
-quota testa : ± 5 cm
-profondità : ± 25 cm

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Appaltatore, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

MODALITA' ESECUTIVE

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Appaltatore allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore.

L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni:
- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;

- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Appaltatore potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Appaltatore dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

SPECIFICHE DI CONTROLLO

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Appaltatore dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Appaltatore oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Appaltatore a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.

Art. 8 - - - ***articolo non attivo***
Art. 9 - - - ***articolo non attivo***
Art. 10 - - - ***articolo non attivo***
Art. 11 - - - ***articolo non attivo***
Art. 12 - - - articolo non attivo

12.1 non attivo
12.1.1 non attivo
12.1.2 non attivo

12.1.3 non attivo
12.1.4 non attivo
12.1.5 non attivo
12.1.6 non attivo
12.1.7 non attivo
12.2 non attivo
12.2.1 non attivo
12.2.2 non attivo
12.2.3 non attivo
12.2.4 non attivo

Art. 13 - - - ***articolo non attivo***

13.1 non attivo
13.2 non attivo
13.3 non attivo
13.4 non attivo
13.4.1 non attivo
13.4.2 non attivo
13.4.2.1 non attivo
13.4.2.2 non attivo
13.4.3 non attivo
13.4.4 non attivo
13.5 non attivo
13.6 non attivo
13.7 non attivo
13.8 non attivo
13.8.1 non attivo
13.8.2 non attivo
13.9 non attivo
13.10 non attivo
13.11 ***non attivo***

Art. 14 - CALCESTRUZZI SEMPLICI E ARMATI (NORMALI E PRECOMPRESSI)

14.1 Norma di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

L' Appaltatore sarà tenuto all'osservanza:

- del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- della UNI EN 206-1 2006;
- delle linee guida ministeriali del calcestruzzo preconfezionato;
- delle linee guida ministeriali per la messa in opera del calcestruzzo strutturale.

Gli elaborati eventualmente allegati all'intervento previsto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare. L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe (figura nelle tavole progettuali o nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza e durabilità non inferiore a quella richiesta dal DL. La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver approvato le miscele e gli impianti.

La D.L. non potrà procedere all'approvazione senza aver ricevuto dall'Appaltatore i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese le previste e le eventuali ulteriori prove di laboratorio.

In particolare gli impianti di confezionamento dovranno utilizzare aggregati, leganti e additivi provvisti di idonea marcatura mentre l'impianto stesso dovrà essere provvisto di Certificazione del Controllo di Produzione in Fabbrica (FPC).

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

14.2 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

14.2.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi marcati CE e che soddisfino i requisiti della UNI EN 197-1:2006 impiegati secondo quanto definito nel D.M. 14/01/08.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, l'Appaltatore dovrà adeguare il tipo di calcestruzzo.

In caso di getti massivi ai fini di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto saranno impiegati cementi a basso calore di idratazione (serie LH della stessa norma).

In caso di impiego di calcestruzzi della classe di esposizione XA saranno impiegati cementi resistenti a solfati o alle acque dilavanti secondo la UNI 9156 o la UNI 9606.

Copia della documentazione relativa alle forniture di cemento dovrà essere conservata presso la DL e presso il fornitore.

L'Appaltatore deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla D.L. un impegno, assunto dalla cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo richiesto presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinchè la D.L. possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I sili dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni elemento costruttivo.

Il Direttore dei Lavori è tenuto al controllo delle caratteristiche meccaniche e dei requisiti fisici e chimici del o dei cementi ogni 250 t di cemento approvvigionato o ogniqualvolta sorgano dubbi circa la qualità del materiale approvvigionato.

14.2.2 Aggiunte

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

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 e alla UNI EN 206-1.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

14.2.3 Aggregati

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi alle Norme UNI EN 12620 e UNI 8520 e dovranno possedere marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un laboratorio ufficiale/autorizzato, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.L. e dall'Appaltatore.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, le cui pezzature saranno denominate secondo quanto previsto nella UNI EN 12620.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

Le prove da effettuarsi per la qualifica degli aggregati e per il mantenimento della certificazione CE, sono definite nella norma UNI EN 12620, come da tabella di seguito riportata:

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Determinazione della resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1/07	Perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2/08	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità degli inerti-Prova al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2/10	Perdita di massa dopo 5 cicli < 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1/10	SO3 < 0,05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8/00	ES > 80 VB < 0,6 cm^3/gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3/04	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1/10	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4) • UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1/10	Cl < 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3/04	Cf > 0,15 (Dmax = 32 mm) Cf > 0,12 (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove Con frequenza mensile.		

Le prove della tabella sopra riportata, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m^3 di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m^3 di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copri ferro.

14.2.4 Granulometria degli inerti

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche dei casseri, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera, in particolare il diametro massimo calcolato in sede progettuale dovrà essere inferiore allo spessore di copriferro, all'interferro diminuito di 5mm ed inferiore ad un quarto della sezione più piccola dell'elemento strutturale.

14.2.5 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con UNI EN 1008. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3 mesi.

14.2.6 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale/autorizzato che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti. (UNI EN 934 parti 1 e 2).

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alle norme UNI di riferimento per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

14.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

In accordo al DM 14-01-2008 per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:
- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

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

CALCESTRUZZO PRODOTTO SENZA PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscele omogenee inferiori ai 1500 m 3 , effettuate direttamente in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve avvenire sotto la diretta responsabilità dell'Impresa e con la diretta vigilanza della Direzione dei Lavori. In questo caso, l'Impresa è tenuta ad effettuare la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (§ 11.2.3 del DM 14-01-2008) prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che sarà utilizzata per la costruzione dell'opera (indicata in tabella I).

La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Nella relazione di prequalifica l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:
- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documentazione comprovante la marcatura CE dei materiali costituenti;

- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520;
- diametro nominale massimo degli aggregati e studio granulometrico;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- contenuto di aria della miscela;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- resistenza caratteristica a compressione a 28 gg. (Rck) e risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 3-28 giorni, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione Lavori);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

La relazione di prequalifica, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura in tabella I, dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio dei relativi getti.
La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato detta relazione e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella I. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di 10% dal valore indicato nella relazione di prequalifica.
I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

In conformità al § 11.2.3 del DM 14-01-2008 si ribadisce che la responsabilità della qualità finale del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori secondo le procedure di cui al punto 6.2.1, resta comunque in capo all'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di prequalifica, non potranno essere modificati in corso d'opera. Qualora eccezionalmente si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di prequalifica dovrà essere ripetuta.

CALCESTRUZZO PRODOTTO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO
Tale situazione è contemplata dal DM 14-01-2008 al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo:
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dal DM 14-01-2008 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Tale sistema di controllo, chiamato "controllo della produzione in fabbrica", deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

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

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato.
L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

L'Impresa dovrà soltanto consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dell'attestato di cui sopra al produttore di calcestruzzo.
La Direzione Lavori verificherà quindi che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.
Ove opportuno la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (ad es. certificazione della marcatura CE dei materiali costituenti).

14.3.1 Tipi e classi di calcestruzzo

Di seguito riportiamo la tabella di corrispondenza delle classi di resistenza e di fck-Rck.

CLASSE	fck [N/mm"2]	Rck [N/mm"2]
CLS NON STRUTTURALI		
C12/15	12	15
C20/25	20	25
CLS STRUTTURALI		
C25/30	25	30
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C60/75	60	75

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento [kg/m^3]	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D_{MAX} mm	Classe di consistenza **	Tipo di cemento (se necessario)	Classe contenuto in cloruri
I-A	strutture di fondazione armate quali plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee, blocchi di ancoraggio, diaframmi e muri interrati in terreni non aggressivi	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4		Cl 0.4
I-B	strutture di fondazione armate (come I-A) di grande spessore *	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4	LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1:2007	Cl 0.4
II-A	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.4
II-B	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XF4 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.2
II-C	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		Cl 0.2
III-A	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.4

		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D_{MAX}	Classe di consistenza **	Tipo di cemento	Classe contenuto in cloruri
III-B	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XF2 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		Cl 0.2
III-C	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.2
IV-A	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		Cl 0.4
IV-B	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. soggetti a clima rigido - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4 XF2 XD1	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		Cl 0.2

14.4 Controlli in corso d'opera

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO

REOLOGIA DEGLI IMPASTI E GRANULOMETRÌA DEGLI AGGREGATI

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai punti seguenti. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione nominale massima dell'aggregato (Dmax) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo.

RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Si farà riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14-01-2008. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f ck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R ck).

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del DM 14-01-2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al §11.2.1 del citato Decreto.

I controlli saranno classificati come segue:
- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m 3).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m 3 di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM 14-01-2008 e nella norma UNI-EN 206-1.
Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.
Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.
La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

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

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:
1. Identificazione del campione:
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;

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

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. Firma della D.L.

Al termine del prelievo i provini verranno conservati in adeguate strutture predisposte dall'Impresa in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.
Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20±2 °C oppure in ambiente termostatato posto alla temperatura di 20±2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.
L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale indicherà la posizione e il tipo di strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del DM 14-01-2008.

CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione (§ 11.2.6 del DM 14-01-2008).

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in laboratorio (definita come resistenza potenziale).
È accettabile un valore medio della resistenza strutturale (Rm ,STIM), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto secondo il DM 14-01-2008.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Qualora dalle prove in opera non risultasse verificata la condizione succitata si procederà, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base del valore caratteristico della resistenza strutturale rilevata sullo stesso (Rk ,STIM).

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.
Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica rilevata in opera.

Viceversa, nel caso in cui la resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la Direzione dei Lavori valuterà come procedere in base alle seguenti ipotesi:
- consolidamento dell'opera o delle parti interessate da non conformità, se ritenuto tecnicamente possibile dalla D.L. sentito il progettista, con i tempi e i metodi che questa potrà stabilire anche su proposta dell'Impresa. Resta inteso che la decisione finale sarà in capo alla D.L.;
- demolizione e rifacimento dell'opera o delle parti interessate da non conformità.

Tutti gli oneri relativi agli accertamenti di cui sopra, compresi gli eventuali consolidamenti, demolizioni e ricostruzioni, restano in capo all'Impresa.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa nel caso in cui il valore caratteristico della resistenza strutturale dovesse risultare maggiore di quella indicata nei calcoli statici o nei disegni di progetto.

Si specifica, inoltre, che la conformità nei riguardi della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera; pertanto, qualora non fossero rispettate le richieste di durabilità, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa di mettere in atto tutti gli accorgimenti (ad es. ricoprimento delle superfici con guaine, protezione con vernici o agenti chimici nebulizzati, ecc.) che saranno ritenuti opportuni e sufficienti alla garanzia della vita nominale dell'opera prevista dal progetto.

Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.

PIANIFICAZIONE DELLE PROVE IN OPERA

Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine. Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi: pertanto si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità

La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.
Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate. In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, …) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, …), sia di polvere ed impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

CONTROLLO DELLA LAVORABILITÀ

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

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la Direzione dei Lavori la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sopra. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 mc di calcestruzzo, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:
- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm.

Se il conglomerato cementizio viene pompato il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore potrà essere a discrezione della Direzione Lavori:
- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'Impresa);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione purché esso possegga i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

CONTROLLO DEL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

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

- (a aggr): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (cioè del tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

- (a add): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m 3) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

- (a m): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/autobetoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add}$$

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

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

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

I termini utilizzati nell'espressione precedente sono:
- c: dosaggio di cemento per m 3 di impasto;
- cv: dosaggio di cenere volante per m 3 di impasto;
- fs: dosaggio di fumo di silice per m 3 di impasto;
- K cv ; K fs : coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalle norme UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (cfr. punti 3.2.1 e 3.2.2).

CONTROLLO DEL CONTENUTO DI ARIA

Qualora sia prevista una classe di esposizione ambientale di tipo XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti) e quindi sarà impiegato un additivo aerante, contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta (espresso in percentuale) dovrà essere conforme a quanto prescritto nella tabella della 11104, tenendo conto delle tolleranze ammesse ivi riportate.

CONTROLLO ACQUA DI BLEEDING

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

PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Secondo il DM 14-01-2008 la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione,per tutta la vita nominale prevista in progetto.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Secondo quanto previsto nel § 11.2.11 del DM 14-01-2008, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, deve fissare le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti.
Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

In particolare, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1, garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutti gli elementi prefabbricati e/o precompressi.

14.5 Tecnologia esecutiva delle opere

14.5.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori con i requisiti richiesti dal paragrafo del presente documento.
Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati attraverso una sonda elettronica.
La dosatura effettiva degli aggregati totali dovrà essere realizzata con precisione del 3%.
La dosatura effettiva del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 2%.
Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni tre mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.
Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.
La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivo dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.
Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.
Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).
Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.
Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.
La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.
Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.
Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati. I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.
Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.
Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da garantire un impasto omogeneo,ovvero tutte le prestazioni del calcestruzzo allo stato fresco richieste a capitolato.
Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79, UNI EN 206-1 ed UNI 11104 e le Linee Guida del Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).
Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio, o altra caratteristica del calcestruzzo fresco non sia conforme ai dati dichiarati sul DDT, piuttosto che alle prescrizioni di capitolato, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall' Appaltatore.
Tuttavia se la consistenza sarà minore di quella prescritta (minore slump), la consistenza del calcestruzzo nell'autobetoniera potrà su richiesta formale della D.L. essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi super-fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. E' vietata in ogni caso, l'aggiunta di acqua nelle autobetoniere in cantiere.
L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.L., anche se non previsti negli studi preliminari.
In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Appaltatore, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.
La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0 °C, la temperatura dell'impasto, al momento del getto dovrà essere superiore a 5 °C in accordo alla UNI EN 206-1.
I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura ambientale scende al di sotto di -10 °C.
Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

14.5.2 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.
Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo
Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.
Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.
Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati in accordo alla UNI EN 206-1:

- nome dell'impianto di preconfezionamento; - numero progressivo del documento;
- data e ora di inizio carico;
- numero ID (targa) dell'autobetoniera;
- classe/i di esposizione;
- classe di resistenza;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato; - la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;

- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- uno spazio per indicare l'ora di arrivo;
- l'ora di inizio scarico e fine scarico;
- la struttura a cui è destinato;
- report di carico;
- riferimento alla FPC dell'impianto (codice e ente di certificazione);
- codice della miscela prodotta;

L'Appaltatore dovrà esibire detta documentazione alla D.L..
L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.
Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.
L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata in precedenza.
Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.
In ogni caso il tempo intercorrente tra il inizio carico e fine scarico non dovrà essere superiore ai 90 minuti.
E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

14.5.3 Posa in opera

I getti saranno autorizzati della D.L. alla successivamente alla verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche.
I getti, in particolare quelli delle solette dei cavalcavia vanno sempre protetti durante la fase di stagionatura mettendo in opera tutti gli accorgimenti atti a mitigare le variazioni di umidità e temperatura.
La posa in opera sarà eseguita, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa,ed aver pulito le casseforme da neve e ghiaccio e dagli sfridi di lavorazione e quant'altro, oltre ai cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.
Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni del DL e delle presenti Norme.
I getti dovranno risultare perfettamente conformi alle prescrizioni della Direzione Lavori.
Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari; in tal senso l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.
Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.
La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.
Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.
A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.
Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.
Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.
Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.
Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori ai 10 mm.
Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità

siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.
Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante unostrato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.
Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.
Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.
A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.
L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.
E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. E' altresì vietato vibrare il calcestruzzo attraverso il contatto diretto con le armature e le casseforme.
Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.
Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrate efficacemente.
Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.
In particolare si potrà far riferimento a questa tabella per i tempi medi di vibrazione:

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

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	*Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)*

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni impartitegli dal DL.
Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.
La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

14.5.3.1 Tolleranze Geometriche

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni della DL, salvo variazioni richieste per specifiche situazioni.
Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- deviazione dalla posizione relativa: ±10mm;
- deviazione dalla verticale: ±5 mm in 3 ml, con un massimo di ±15 mm.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

14.5.3.2 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.
Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita e bagnata a rifiuto fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.
È fatto assoluto divieto interrompere per qualunque motivo i getti di elementi in cemento armato aventi funzioni strutturali, che devono essere gettati in unica fase e senza interruzioni, in special modo se trattasi di travi, solette o altri elementi sottoposti a carichi flettenti. L'Impresa dovrà quindi attrezzarsi per iniziare e concludere il getto senza che vi siano pause e prima che si inneschino i meccanismi di presa dei primi getti.
La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte dell'Appaltatore.
Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

14.5.3.3 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura ambiente risulta inferiore a 0 °C.
Valgono le prescrizioni in precedenza nella presente sezione.
Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 5 °C e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.
I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di -10 °C.
Saranno messe in atto tutte le precauzioni per la corretta stagionatura del getto in particolare per favorire il raggiungimento del calore di idratazione tra cui l'uso di additivi acceleranti.

14.5.3.4 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 33 °C, la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 29 °C, per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato almeno a 25°.
Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.
Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L..
E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte tra cui posa di antievaporante e protezione con tessuti mantenuti umidi da idoneo impianto di irrigazione.

14.5.3.5 Getti massivi

Le strutture massive si intendono quelle relative ai plinti di spessore maggiore di 1,5 metri, alle fondazioni a platea di spessore superiore a 80 cm, ai muri di sostegno di spessore maggiore di 80 cm. Le prescrizioni di capitolato finalizzate al rispetto dei requisiti di durabilità debbono essere integrate con quelle relative alla minimizzazione dei gradienti termici. Allo scopo suddette prescrizioni prevedono l'impiego di cementi a basso sviluppo di calore (LH) in accordo alla UNI-EN 197-1. Inoltre, il progettista può specificare lo sviluppo massimo del calore di idratazione o, in alternativa, la massima temperatura di innalzamento del calcestruzzo in condizioni adiabatiche.

14.5.4 Stagionatura e disarmo

14.5.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.
A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei come geotessuti mantenuti bagnati e fogli di polietilene.
I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.
La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, al momento del loro approvvigionamento.
In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra oppure in alternativa è consentita la bagnatura costante dell'estradosso della superficie gettata.
E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m^3.
Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.
Per ammaloramenti più modesti la Direzioni Lavori valuterà caso per caso gli opportuni interventi da intraprendere, sentito il parere del progettista, a cura dell'Appaltatore per rimuovere l'anomalia riscontrata.
Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.
In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

14.5.4.2 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.
In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 30 °C;
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 °C/h, e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;

- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 60 °C;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 °C;
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 12390-2.

14.5.4.3 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.
In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto prescritto dal D.M. 14/01/08. Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.
A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.
La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.
In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

14.5.4.4 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.
Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).
I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni della DL.
I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropi lene, poliossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.
In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.
I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.
E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).
In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

14.5.4.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.
I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.
L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.
L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Appaltatore.
Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni cosi prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.
Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m^3 di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.
Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m^3 di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

Art. 15 - POST TENSIONE DI ELEMENTI IN C.A.P.

15.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà sviluppare i disegni costruttivi relativi al sistema di precompressione, attenendosi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici, nei disegni esecutivi e alle Specifiche Tecniche relative al sistema di precompressione individuato.

In particolare sui disegni saranno indicate le seguenti informazioni:

- la tipologia dei cavi, delle guaine, degli ancoraggi;
- il tracciato dei cavi in coordinate riferite alla carpenteria del manufatto e ad interasse non superiore a 60cm;
- la posizione degli sfiati e dei punti di iniezione;
- le fasi di applicazione della precompressione, per sistemi con più di un cavo;
- la forza trasmessa dal martinetto;
- i valori dell'allungamento previsto per il singolo cavo;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le modalità delle eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- le caratteristiche dei dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

I disegni costruttivi di cui sopra saranno trasmessi dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di tesatura.

15.2 Normativa di riferimento

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Normativa vigente ed in particolare al D.M.14/01/2008: "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" e tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi, nonché in accordo alle Specifiche Tecniche di seguito riportate, laddove più restrittive della Normativa in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale.

Rimane comunque salva la facoltà del D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

15.3 Ancoraggi della armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni forniti dalla DL, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Gli ancoraggi devono essere capaci di trasmettere forze superiori alla forza di rottura del cavo interessato.

La documentazione tecnica relativa agli ancoraggi, depositata presso Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici, sarà trasmessa dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alla fornitura degli apparecchi. Nella documentazione dovranno essere chiaramente riportate le specifiche prestazionali dell'ancoraggio, nonché il valore del rientro dei cunei di serraggio, che dovrà essere conforme alle indicazioni della DL.

Per le caratteristiche delle piastre di ancoraggio, delle armature di frettaggio e delle dimensioni delle nicchie di alloggiamento delle testate, nonché per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p. si farà riferimento alle indicazioni del produttore; diversamente ci si atterrà alle indicazioni del DL.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

Le parti metalliche dell'ancoraggio dovranno essere protette dalla corrosione. Le parti filettate saranno protette con grasso. L'armatura di frenaggio e la geometria dell'incavo di alloggiamento dell'ancoraggio saranno conformi alle specifiche tecniche fornite dal produttore in relazione al tipo di cavo, al tipo di ancoraggio, alla forza di tesatura e alla resistenza del calcestruzzo all'atto della tesatura.

15.4 Condotti e sfiati

Le guaine saranno in lamierino metallico. Guaine in polietilene/polipropilene potranno essere utilizzate previa autorizzazione della D.L.

La documentazione tecnica relativa alle guaine sarà trasmessa dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alla fornitura degli apparecchi.

Qualora vengano utilizzate guaine in polietilene/polipropilene, i valori del coefficiente di attrito e della deviazione angolare convenzionale utilizzati nei calcoli saranno ampiamente documentati e certificati sulla base di prove sperimentali. Nella documentazione relativa ai condotti saranno chiaramente indicati i raggi di curvatura minimi da impiegare in funzione del sistema di precompressione prescelto.

Gli sfiati saranno ubicati in corrispondenza degli ancoraggi e dei punti di minimo e massimo del tracciato del cavo. La massima distanza consentita tra 2 sfiati consecutivi non potrà comunque eccedere i 30m. I tubi di sfiato avranno diametro non inferiore a 10mm e saranno equipaggiati con valvola di chiusura capace di sopportare le pressioni massime esercitate durante la fase di iniezione.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti fissati in punti ad interasse non superiore a 60cm.

15.5 Martinetti

La documentazione tecnica relativa ai martinetti sarà trasmessa dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di tesatura. Nella documentazione dovranno essere chiaramente riportate le specifiche prestazionali del martinetto con chiara indicazione dei seguenti dati:

La curva di calibrazione forza/pressione del martinetto determinata in Laboratorio Ufficiale non anteriore di 3 mesi.

- la forza massima. Tale valore dovrà essere non inferiore alla forza di rottura del cavo.
- la corsa massima. Tale valore deve essere non inferiore a 1,5 volte il valore calcolato dell'elongazione del cavo.
- il Costruttore
- i dati tecnici dell'apparecchio prescelto.

15.6 Cavi

Si farà riferimento alle prescrizioni indicate nel capitolo "Acciaio di armature per c.a. e c.a.p.".

15.7 Resistenza del cls all'atto della tesatura

La resistenza del cls all'atto della tesatura sarà conforme ai valori indicati dalla DL e ricavate dai certificati di qualificazione dei cls impiegati.

Per i cls con maturazione accelerata non sarà ammessa la precompressione prima che la temperatura sia tornata a valori normali.

15.8 Iniezione nei cavi di precompressione

15.8.1 Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di nuove strutture in c.a.p.

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiacca di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

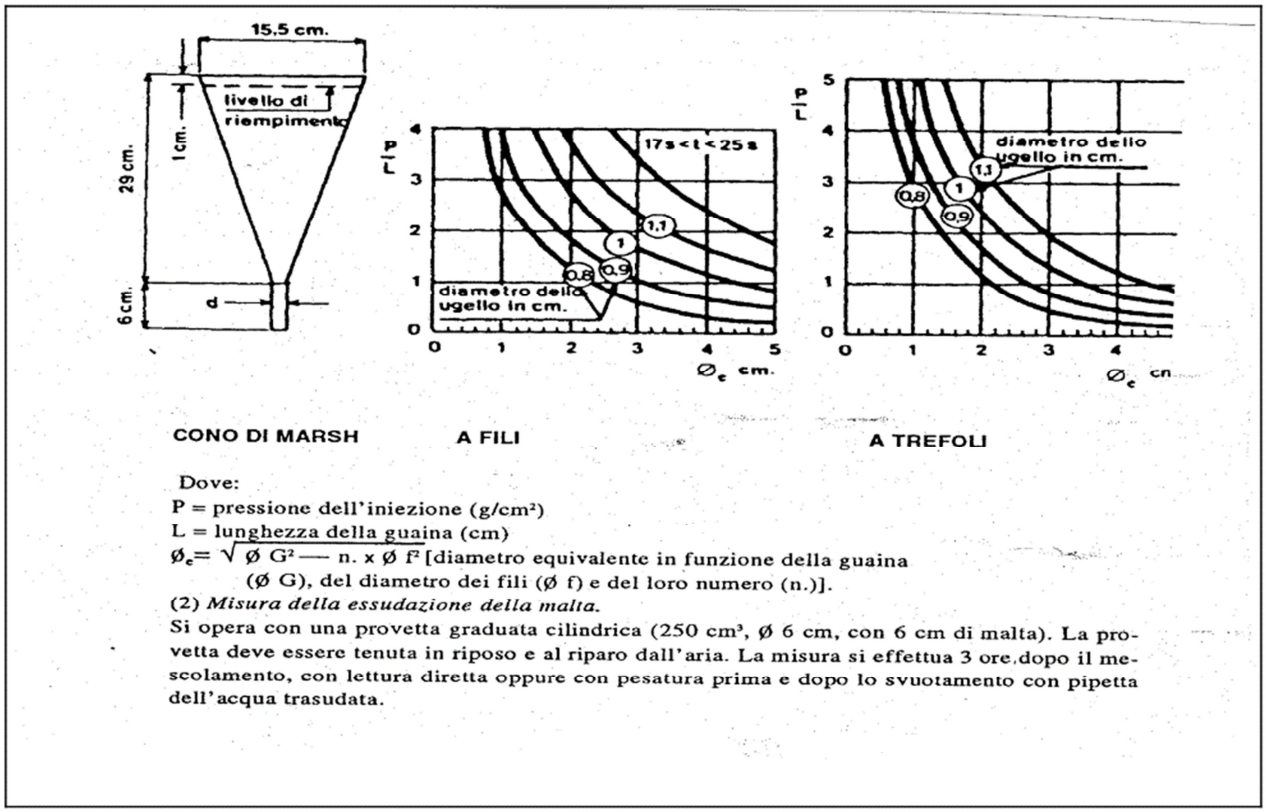
Tale boiacca, preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"), si precisa quanto segue:

- la fluidità della boiacca di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiacca in uscita sarà paragonabile a quella in entrata Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiacca di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.
- l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000 - 5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec), è proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh.
- prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di 2 mm di lato.
- l'essudazione non dovrà essere superiore allo 2% del volume.
- il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 30 °C).
- è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Ugualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione., la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 h.
- l'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a causa di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.
- è preferibile l'impiego di cemento tipo 32,5 (usando il 42,5 solo per gli impieghi in inverno).

15.8.1.1 Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro "d" variabile da 8 mm a 11 mm.
La fluidità della boiacca sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm^3 di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm^3, il tempo totale di scolo va diviso per due).
La fluidità della boiacca sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000 cm^3, sarà compreso tra 13 e 25 secondi subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 20 °C).
La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.



Dove:
P = pressione dell'iniezione (g/cm²)
L = lunghezza della guaina (cm)
$Ø_e = \sqrt{Ø\ G^2 - n. \times Ø\ f^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (Ø G), del diametro dei fili (Ø f) e del loro numero (n.)].
(2) *Misura della essudazione della malta.*
Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, Ø 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

Art. 16 - MANUFATTI PREFABBRICATI IN CA, NORMALE O PRECOMPRESSO

16.1 Generalità

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.

L'impiego dei manufatti prefabbricati è subordinato alla preventiva approvazione dalla Direzione Lavori.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

La relazione tecnica e di calcolo dovrà essere firmata da un tecnico abilitato, il quale assume le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Appaltatore dovranno apparterranno ad una delle 3 categorie di produzione previste dal D.M. dei LL.PP. del 03/12/1987 e ss.mm.ii.:

I manufatti prefabbricati utilizzati apparterranno ad una delle seguenti categorie di produzione previste dal D.M. del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 (par. 4.1.10):

- manufatti in possesso di «marcatura CE»; - manufatti prodotti in serie dichiarata
- manufatti di serie «controllata»;

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della Direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata
- serie controllata

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti occasionali, in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05.11.1972, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli art. 1 e 7 della legge 2.2.74, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione

tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia. Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia

predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni ed armature (serie tipologica).

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'Ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano altresì in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni ed armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente, o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo ed al progetto specifico presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'Ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il Servizio Tecnico Centrale.

Per serie controllata si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle presenti Norme Tecniche.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione.

Per i manufatti di produzione occasionale, ancorché prodotti in stabilimento, si applicheranno le Norme e le Leggi nonché i controlli previsti per le strutture gettate in opera.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge e pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

16.2 Normativa di riferimento

Per l'accettazione, i controlli di qualità, l'esecuzione e il collaudo di questi manufatti, ed in particolare quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni contenute nelle seguenti Normative:

- Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture
- prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati"; - D.M. 14-01-2008, n°30 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 02-02-2009 n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo Parte 1 - specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 13369:2008 "Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo";
- UNI EN 15258:2009 "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi per muri di sostegno"; - UNI EN 1990:2006 Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale;
- UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- istruzioni C.N.R. 10025/98 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati";
- istruzioni~CNR 10018/99 apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni - Istruzioni per il calcolo e l'impiego.

16.3 Prodotti di serie

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata potranno 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. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista. Con tale certificato il produttore e il tecnico responsabile della produzione assumono per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore e direttore lavori;
- apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

E' facoltà della D.L. prevedere prove di carico in stabilimento del singolo elemento prefabbricato per i prodotti in serie dichiarata. La prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n°3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista dalla Direzione Lavori in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta su 3 dei primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione. I prodotti di serie dichiarata dovranno altresì essere accompagnati da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 nº1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte

produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art.9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

16.4 Prodotti in stabilimento o a piè d'opera

Per i manufatti di produzione occasionale, ancorché prodotti in stabilimento, si farà riferimento alle prescrizioni di cui sotto e a quanto previsto in:

- Capitolo "Calcestruzzi" delle vigenti Norme Tecniche
- Capitolo "Acciai da c.a." delle vigenti Norme Tecniche
- D.M. 03.12.1987 e ss.mm.ii.

16.4.1 Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè d'opera, e le modalità esecutive dovranno essere sottoposti al controllo preventivo ed approvazione della Direzione Lavori.

Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:

- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, spazi di produzione e di stoccaggio, ecc.;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, ecc.

16.4.2 Controllo sulle casseforme

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali (S = deviazione ammissibile):

- lunghezza: S = ± L/1000 (minimo 10 mm);
- sezione (altezza, larghezza, ali): S = ± L/200 (minimo 2 mm);
- spessore anima: S = ± L/200 (minimo 2 mm).

16.4.3 Controlli sul posizionamento delle armature

Le tolleranze di posizionamento dell'armatura sono:

- armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici): - 0cm <_ S <_ + 0.5cm;
- armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il maggiore tra S = ± 0.25cm e S = ± h/100 (essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale);
- armature interne costruttive: il maggiore tra S = ± 1.0cm e S = ± h/50.

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a 3 cm nel caso di armature ordinarie e di 2 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie, dove S è lo scarto tra la posizione teorica e la posizione in opera.

16.4.4 Calcestruzzo

Il calcestruzzo per il confezionamento degli elementi prefabbricati dovrà avere le prestazioni indicate negli elaborati progettuali e comunque la resistenza caratteristica non sarà inferiore a 35 Mpa, nonché dovrà essere confezionato per la classe di esposizione ambientale 3 + 5b conformemente alla UNI 9858.

Per i controlli sul cls si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

16.4.5 Esecuzione getto

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

16.4.6 Stagionatura

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa nel rispetto del D.M. 03.12.1987.

16.4.7 Scassero

Prima di procedere allo scassero si dovrà verificare che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione. Per eventuali azioni si dovrà tenere conto dell'attrito della cassaforma, delle azioni chimiche, delle azioni dinamiche, della posizione dei punti di sollevamento, ecc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%. Tale condizione vale per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, per l'eventuale armatura di frettaggio.

16.4.8 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali (il cui onere spetta all'Appaltatore) atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sull'impalcato finito.

L'elenco dei controlli, che sarà dettagliato dalla Direzione Lavori, dovrà prevedere almeno le seguenti verifiche:

- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci prodotti;
- la misura della deformata all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti; andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni cinque questa misura andrà ripetuta dopo la tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo.

16.4.9 Stoccaggio

I materiali dovranno essere posti a stoccaggio in maniera propria, e più precisamente:

- si dovrà evitare qualsiasi danneggiamento;
- si dovrà evitare la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse della rimanente (esposizione al sole, ecc.);
- si dovrà evitare che i punti di appoggio inducano o favoriscano deformazioni lente che possano pregiudicare l'esatto posizionamento e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.

Dovranno essere comunicati preventivamente alla Direzione Lavori il tempo minimo e massimo di stoccaggio. Ciascun elemento dovrà essere marcato in maniera permanente, mediante un numero di matricola che ne permetta l'univoca identificazione.

Art. 17 - CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO E CENTINATURE

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni della Direzione Lavori.
Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta 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 soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinchè, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza alle prescrizioni della Direzione Lavori.
Per i getti di superfici in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.
La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Art. 18 - SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

18.1 Protettivi filmogeni - generalità

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, la DL indicherà il sistema da adottare, in accordo alle specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti vengono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

18.1.1 Requisiti e metodi di prova

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

Tabella - Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

Requisiti	Metodo di prova
Impermeabilità all'acqua	UNI EN 1928
Resistenza al vapor d'acqua **	Metodo DIN 52615
Impermeabilità alla Co_2	Metodo DIN 52615 modificata
Impermeabilità allo ione Cl^-	Metodo TEL
Aderenza al calcestruzzo	Adhesion tester ASTM
Resistenza all'irragiamento UV	ASTM G 53 (QUV)
Resistenza all'abrasione *	ASTM D 4060

Deformabilità elastica **	UNI EN 12311

* Requisito non richiesto per opere d'arte
** Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua
*** Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

18.1.2 Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, fornita dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la rispondenza del prodotto ai requisiti ad alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale di Qualità.

18.1.3 Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di opere

Le opere d'arte verranno protette mediante un rivestimento elastico di protezione del calcestruzzo dalla penetrazione degli agenti atmosferici esterni.

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-2 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

L'applicazione dovrà avvenire in due strati tramite pennello, rullo o spruzzo previa applicazione di relativo primer.

Il rivestimento dovrà resistere all'azione del gelo, dei raggi ultravioletti ed inoltre impedire la penetrazione della CO2.

Saranno utilizzati differenti spessori in funzione delle prestazioni attesa:

BICOMPONENTE A BASE DI RESINA POLIURETANICA ELASTOMERICA
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo tramite idrosabbiatura, in uno spessore secco non inferiore a 400 µm, previa applicazione di primer bicomponente a base di resine epossipoliammidiche, in uno spessore secco minimo di 50 µm al fine di regolare l'assorbimento del supporto e migliorare l'adesione del rivestimento.
La finitura inoltre dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Temperatura di applicazione +10°C ÷ +40°C;
- Permeabilità CO2 ≥ 120 m (UNI EN 1062-6);
- Permeabilità al vapore acqueo ≤ 3 (UNI EN 7783).

MONOCOMPONENTE A BASE DI RESINA ACRILICA ELASTOMERICA
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo tramite idrosabbiatura, in uno spessore secco non inferiore a 400 µm, previa applicazione di primer monocomponente a base di resine acriliche, in uno spessore secco minimo di 50 µm al fine di regolare l'assorbimento del supporto e migliorare l'adesione del rivestimento.
La finitura inoltre dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 1 MPa;
- Temperatura di applicazione +10°C ÷ +40°C;
- Permeabilità CO2 ≥ 130 m (UNI EN 1062-6);
- Permeabilità al vapore acqueo ≤ 0,5 (UNI EN 7783);

- Permeabilità all'acqua (UNI EN 1062-3) ≤ 0,01 kg • m-2 • h-0,5;
- Compatibilità termica (cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti) misurata come adesione, EN 1542, dopo 50 cicli aderenza ≥ 0,8 MPa.

STRATO DI PROTETTIVO RIGIDO MONOCOMPONENTE A BASE DI RESINA METACRILICA
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo tramite idrosabbiatura, in uno spessore secco non inferiore a 200 µm, previa applicazione di primer a base di resine metacriliche, non inferiore a 50 µm, al fine di regolare l'assorbimento del supporto e migliorare l'adesione del rivestimento.
La finitura inoltre dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 0,8 MPa;
- Temperatura di applicazione +10°C ÷ +40°C;
- Permeabilità CO2 ≥ 200 m (UNI EN 1062-6);
- Permeabilità al vapore acqueo ≤ 0,4 (UNI EN 7783);
- Permeabilità all'acqua (UNI EN 1062-3) ≤ 0,01 kg • m-2 • h-0,5;
- Compatibilità termica (cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti) misurata come adesione, EN 1542, dopo 50 cicli aderenza ≥ 0,8 MPa.

I sopradetti sistemi saranno altresì caratterizzati da:

- aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL come da indicazione della Direzione Lavori, comunque da proporre e approvare prima della posa in opera;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura ≥ 400%;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 kPa;
- Resistenza all'irragiamento UV elevata;

18.1.4 Preparazione del supporto e modalità di applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- Su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti;
- Su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello o a rullo solo nel caso di protezione di superfici di estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti di alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti , occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze di analoga o maggiore tossicità.

18.1.5 Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con frequenza richiesta dalla Direzione Lavori. Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% di quelli richiesti, riportati nei punti precedenti, il materiale verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero inferiori del 10% rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" di idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti valore medio inferiore di non più del 10% rispetto allo spessore di progetto si applicherà una penale per tutte le superfici trattate, qualora risulti un valore medio ulteriormente inferiore l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

18.2 Protettivi filmogeni fluorurati

Protettivo da utilizzarsi su superfici in calcestruzzo nuovo o ripristinato, con ciclo ad alta durabilità con finiture fluorurate in tinta.

Il ciclo protettivo ad alta durabilità avrà strato di finitura costituito da pittura poliuretanica fluorurata bicomponente ad alto tenore di fluoro e basso contenuto di sostanze organiche volatili.

Nel caso si intervenga su calcestruzzi ammalorati con zone di distacco e presenza di ferri con evidenti fenomeno di degrado, dovranno essere eseguite preventivamente tutte le operazioni di ripristino.

Il ciclo da applicare sul supporto nuovo o risanato, dovrà essere il seguente:

1. Idrolavaggio a media pressione (> 25 MPa) per rimuovere sporco ed eventuali residui di pitture incoerenti;
2. Applicazione a spruzzo airless, irroratrice o rullo, di primer silossanico antisale; il prodotto dovrà essere formulato con polimeri silossanici e microdispersioni acriliche ad alta penetrazione, subito dopo l'applicazione il supporto deve risultare idrorepellente (ovvero presentare quindi l'effetto perlante);
3. Applicazione a spruzzo airless o rullo, su tutta la superficie di pittura di fondo bicomponente acrilpoliuretanico all'acqua; spessore minimo > 40 micron DFT;
4. Applicazione a spruzzo airless o rullo, su tutta la superficie di pittura di finitura poliuretanico fluorurata bicomponente a solvente; spessore minimo > 40 micron DFT.

Oltre ai valori sopra specificati i rivestimenti devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI EN 1504-2 e dotati di marcatura CE, con livello di valutazione e verifica della Costanza della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal regolamento U.E. n° 305/2011.

Controlli in corso d'opera:

a) Prima della verniciatura: verifica dell'alcalinità superficiale del supporto: PH < 12; il supporto deve essere asciutto;

b) Durante la verniciatura: misurare e registrare l'umidità dell'ambiente, la temperatura dell'aria e del supporto e lo spessore umido di pittura applicata;

c) Controlli finali: adesione > 0,8 MPa secondo UNI EN 1542 (dopo 15 giorni dall'applicazione) con rottura del supporto; rottura del supporto.

FINITURA IN TINTA, DISPONIBILE IN QUALSIASI COLORE CARTELLA RAL.

Il ciclo protettivo dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche prestazionali:

- Permeabilità vapore acqueo Sd < 3 m (UNI EN 7783);
- Permeabilità acqua liquida W ≤ 0,01 kg • m-2 • h-0,5 (UNI EN 1062-3);
- Permeabilità alla CO2 Sd > 600 m (UNI EN 1062-6);

- Aderenza al cls ≥ 0,8 MPa (UNI EN 1542).
Spessore: min. > 80 micron garantendo la omogeneità cromatica. In caso di colori aventi bassa copertura quali alcuni gialli ecc., lo spessore complessivo del rivestimento non dovrà superare 120 micron DFT.
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) adesione > 0,8 MPa.

FINITURA COLORE TRASPARENTE OPACO.
Il ciclo protettivo dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche prestazionali:
- Permeabilità vapore acqueo Sd < 3 m (UNI EN 7783);
- Permeabilità acqua liquida W ≤ 0,01 kg • m-2 • h-0,5 (UNI EN 1062-3);
- Permeabilità alla CO2 Sd > 300 m (UNI EN 1062-6);
- Aderenza al cls ≥ 0,8 MPa (UNI EN 1542).
- Spessore: min. > 70 micron.
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) adesione > 0,8 MPa.

18.3 Protettivi impregnanti

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali verrà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per m² di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove di assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa ravvivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri ed eventuale regolarizzazione di parti degradate.

18.3.1 Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove di assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

18.3.2 Caratteristiche dei componenti fondamentali

A - Veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc..

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

18.3.3 Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti

Permeabilità all'acqua:

La prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H2O);
Condizione di prova:

- temperatura 23 °C ± 2
- pressione di esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar
- durata 72 h

- Valore da riscontrare:
  - diffusione presente

Assorbimento acqua:

La prova esamina attraverso la determinazione del valore di assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizione di prova:

- temperatura 23 °C ± 2
- durata 24 h
- valore da riscontrare 40% ÷ 60% (*)

(*) Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico:

La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salinacostituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- 60 min alla temperatura di -30 °C ± 2
- 60 min alla temperatura di +50 °C ± 2
- Numero dei cicli 20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

- Perdita in peso ≤ 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e di applicazione.

18.3.4 Protettivi strutturali

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato - C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducono al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio.

Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso. L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinato alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti da miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera.(Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova vengono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:

- 60min -30 °C ± 2

– 60min	+50 °C ± 2
– Numero dei cicli	20

18.4 Impermeabilizzazione di strutture interrate

Per l'impermeabilizzazione di strutture prevalentemente interrate, quali ad esempio muri ad "U", completamente o parzialmente a contatto delle acque di falda si prevede l'applicazione di membrane bicomponenti, composte da un film in polietilene HDPE e gomma-bitume autoadesiva sui sormonti e sul supporto, applicata a freddo senza l'ausilio di alcuna fonte di calore o fiamma, previa spalmatura di idoneo primer, con sovrapposizioni di almeno 3 cm, avente i seguenti requisiti:

- spessore costante 1,0 mm;
- resistenza a trazione longitudinale e trasversale 186 N/50 mmq (BS 2782);
- allungamento o rottura 406% (BS 2782);
- resistenza allo strappo 89,6 N (MOAT27).

18.5 Prottetivi filmogeni

18.5.1 Ciclo protettivo formato da tre strati di prodotti vernicianti, a due componenti indurenti all'aria

Le caratteristiche di composizione dei tre strati dovranno essere le seguenti:

1° STRATO

Mano di fondo epossidica bicomponente costituita da:

Componente A):

Pittura base: pigmento attivo (biossido di titanio) disperso in veicolo epossidico.

Solo per questo strato, in fase di applicazione, l'Impresa dovrà dichiarare alla Direzione Lavori il % di diluizione in volume, riferito ad un volume di 1.000 l di prodotto (A+B) miscelato. Tale diluizione dovrà essere considerata la più datta a seconda dell'assorbimento del supporto del calcestruzzo, con la funzione di penetrazione ed impregnazione del supporto stesso.

Componente B):

Catalizzatore: resina poliammidica dispersa in adatto solvente.

I due componenti devono essere forniti separatamente.

Composizione della vernice costituente la mano di fondo:

a) residuo non volatile: deve essere compreso fra il 65% ed il 70% in peso;
b) pigmento: biossido di titanio (TiO_2) deve essere il 40% in peso riferito al residuo non volatile;
c) peso specifico: determinato secondo le descrittive del foglio di norme Unichim n° 34/1966 deve essere compreso fra 1,3 e 1,5;
d) aspetto della pittura: la pittura deve essere ben dispersa, omogenea, esente da grumi e da pellicole. Viene tollerata una leggera sedimentazione del pigmento sul fondo del contenitore che però, in ogni caso, deve potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo spatola. Il controllo verrà effettuato secondo il metodo FTMS 141 A 3011.

Caratteristiche dei componenti fondamentali:

Nella formulazione della pittura base possono essere inclusi agenti disperdenti, antisedimentanti, antischiumogeni, ecc. incorporati in modo tale che la pittura stessa possieda tutte le caratteristiche riportate nelle voci precedenti.

a) veicolo: il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina epossidica aventi le seguenti caratteristiche:
   - natura aromatica
   - alto equivalente epossidico (470 - 500)
b) Pot-life: non deve essere inferiore a due ore con prodotto miscelato alla temperatura di 20 °C ± 2 e con umidità relativa compresa fra il 50% ed il 70%.

c) grado di stabilità delle pittura alla diluizione: un volume di pittura miscelata viene diluito entro un'ora dalla miscelazione con un volume di diluente così formulato:

- xilene 35 ± 0,5 % in volume
- etilenglicol monoetiletere 35 ± 0,5 % in volume
- isopropanolo 30 ± 0,5 % in volume

Nel periodo delle diluizione ed in seguito entro 120 minuti primi, non si devono riscontrare incompatibilità separazione di fasi o precipitazione, ecc.

d) metodo di applicazione: pennello.

2° STRATO

Mano intermedia epossidica bicomponente, da applicare tal quale, analoga come composizione alla precedente, di tonalità grigio più chiaro della mano di finitura.

Metodo di applicazione pennello e/o rullo.

3° STRATO

Mano di finitura poliuretanica bicomponente costituita da:

Componente A): resina isocianica alifatica diluita con adatti solventi e diluenti.

Componente B): resina poliestere contenente gruppi ossidrilici liberi diluita con adatti solventi e diluenti in cui sono dispersi il pigmento (colorante e carica) ed i vari additivi.

I due componenti devono essere forniti separatamente.

Caratteristiche del componente A):

- aspetto:
  deve essere limpido, senza alcun precipitato flocculento bianco causato dalla presenza dell'umidità . Tale aspetto viene controllato secondo il metodo FTMS 141 A 3011;

- peso specifico:
  deve essere compreso tra 0,9 e 1,0; la determinazione si esegue secondo le prescrizioni del foglio di norme Unichim n° 34/1966.
- residuo non volatile:
  deve essere compreso fra il 50% ed il 60% in peso.

Analisi dei costituenti fondamentali:

- Veicolo:
  costituito essenzialmente da una resina isocianica alifatica;
- Parte volatile:
  la parte volatile deve essere costituita fondamentalmente da:
  toluene e/o xilene max 20%;
  metil etil chetone e/o metil isobutil chetone;
  acetato di etile e/o acetato di n-butile;
  glicoletilenico monoetiletere acetato.

Tutti i componenti devono essere del tipo adatto per pitture poliuretaniche, cioè privi di acqua ed alcoli primari e secondari.

Caratteristiche del componente B):

- aspetto:

la pittura deve essere omogenea, ben dispersa, esente da grumi e pelli. Viene tollerata una certa sedimentazione sul fondo del contenitore del pigmento che però deve potersi facilmente reincorporare al veicolo mediante rimescolamento a mezzo spatola. L'aspetto si controlla mediante il metodo FTMS 141 A 3011.

– acqua:
  non si deve riscontrare un contenuto in acqua superiore a:
  - 0,50% in volume per i colori brillanti
  - 0,75% in volume per i colori opachi.
  la determinazione si esegue mediante il metodo FTMS 141 A 4081;
- residuo non volatile:
  deve essere minimo 55%;
- pigmento:
  deve essere il 40% in peso riferito al residuo non volatile;
- colore della mano di finitura:
  grigio medio..

Analisi dei componenti fondamentali:

– Veicolo:
  costituito essenzialmente da una resina poliestere con gruppi ossidrilici liberi con inclusi idonei agenti antisedimentanti, disperdenti, ecc.;
– Parte volatile:
  costituita da solventi e diluenti adatti per pitture uretaniche, privi di acqua ed alcali primari e secondari.
– Metodo di applicazione: pennello o rullo.

Tabella A

CICLO DI VERNICIATURA			
	1° Strato	2° Strato	3° Strato
Tipo di vernice	Epossidica	Epossidica	Poliuretanica
% pigmento in peso riferito al residuo non volatile	40%	40%	40%
% pigmento in peso sul prodotto finito	28%	28%	22%
Spessore del film secco	60 micron	60 micron	80 micron
Metodo di applicazione	Pennello	Pennello/rullo	Pennello/rullo

18.5.1.1 Preparazione del supporto

La preparazione del supporto in calcestruzzo dovrà essere eseguita mediante sabbiatura:

– su calcestruzzi nuovi per eliminare i disarmanti ed aprire i fori superficiali;
– su calcestruzzi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione ed aderenza.

Tale preparazione é compresa nel prezzo del ciclo protettivo.

Qualora sul supporto si verifichino casi di vespai o di zone localizzate di eccessiva degradazione, la sabbiatura, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, dovrà essere preceduta da un'opera di risanamento secondo quanto indicato dalla stessa Direzione Lavori.

Gli oneri relativi a tale opera di risanamento saranno compensati a parte.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Nell'eventualità che in fase di applicazione della prima mano di fondo si verificasse un eccessivo assorbimento di prodotto da parte del supporto, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, disporrà perché venga stesa un'ulteriore mano intermedia da compensare a parte.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti di alcun genere agli applicatori durante le varie fasi dell'impiego. In particolare non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo ed altri alcoli primari e secondari, benzene ed altre sostanze di analoga tossicità.

18.5.1.2 Caratteristiche di resistenza

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo protettivo costituito da sostanze filmogene sono di seguito descritte:

1) Aderenza del rivestimento (adesione)
   Si verifica mediante l'Adhesion Test; valore richiesto maggiore o uguale a 3 MPa.
   Nelle prove di laboratorio i supporti saranno costituiti da travetti 4x4x16 cm di calcestruzzo dosato a 500 Kg/mc di cemento, inerti D max = 20 mm curva di Fuller; A/C 0,45÷ 0,50.
   Se il distacco nella prova di trazione avviene per rottura del calcestruzzo, cioè la forza di adesione del rivestimento risulta superiore alla forza di coesione dello strato superficiale del calcestruzzo stesso, la prova sarà ritenuta valida ugualmente.
2) Permeabilità al vapore
   Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati nello spessore di 1ron umidi su supporto poroso:
   – prodotto intermedio e di fondo non superiore a 30 mg/m^2 h;
   – prodotto di finitura non superiore a 10 mg/ m^2 h; a 25 ± 1 °C.
3) Permeabilità al liquido
   Si verifica ad umido sui singoli strati componenti il rivestimento, applicati nello spessore di 100 micron su supporto poroso:
   – prodotto intermedio e di fondo non superiore a 8 g/ m^2 h;
   – prodotto poliuretanico di finitura non superiore a 5 g/ m^2 h; a 25 ± 1 °C.
4) Resistenza all'abrasione
   Si determina solo sul prodotto di finitura mediante Taber Abraster, con mola CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 kg.
   Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 mg.
5) Resistenza agli agenti atmosferici
   Il rivestimento applicato secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice su un supporto in calcestruzzo, del tipo specificato in precedenza, verrà sottoposto ad invecchiamento artificiale.
   Dopo l'esposizione il rivestimento non dovrà presentare formazione di microfessure, sfarinamento o affioramento di pigmenti o cariche. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo della seguente composizione:

Tabella B

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	40 h	50 °C
Immersione in soluzione satura di CaCl2 e CaSO4 allo 0,2%	80 h	10 °C
Gelo (dopo lavaggio in acqua per eliminare il CaCl2)	80 h	-15 °C
Radiazione ultravioletta	40 h	60 °C
Camera all'ozono	40 h	25 °C
Gelo	40 h	-15 °C
Radiazione ultravioletta	40 h	60 °C
Immersione in soluzione satura di CaCl2 e CaSO4 allo		10 °C

0,2%	80 h	

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguite le prove caratteristiche di cui alla tabella C:

Tabella C

PROVE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (Chimico Fisiche)			
N°	Prova	Fondo+Intermedio	Finitura
1	Adesione prima dell'invecchiamento	≥ 3 MPa (*)	
1a	Adesione dopo l'invecchiamento	≥ 2,7 MPa (*)	
2	Permeabilità al vapore	30 mg/mq h	10 mg/mq h
3	Permeabilità al liquido	8 g/mqh	5 g/mqh
4	Resistenza all'abrasione		≤ 10 mg

(*) Valgono le stesse considerazioni di cui al punto 5) - resistenza agli agenti atmosferici

In fase di esecuzione dei lavori, il colore di fornitura dovrà essere grigio; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il rivestimento stesso saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione.

18.5.2 Rivestimento con malta cementizia bicomponente elastica

La protezione flessibile ed impermeabile delle superfici in calcestruzzo sarà costituita da una malta bicomponente di colore grigio a base di cementi, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

La superficie di supporto su cui applicare la protezione dovrà essere perfettamente pulita e solida, a questo proposito potrà essere utilizzato un sistema di idrodemolizione, di sabbiatura o di semplice lavaggio con acqua in pressione, da compensarsi a parte con i relativi prezzi di elenco.

Dalle superfici in calcestruzzo dovranno essere completamente eliminate polvere, efflorescenze, tracce di olio disarmante, sbavature, parti incoerenti e ruggine.

Si dovrà saturare con acqua il sottofondo e rimuovere l'acqua in eccesso fino ad ottenere un sottofondo saturo d'acqua, ma a superficie asciutta.

La preparazione della malta avverà mescolando accuratamente, mediante un agitatore meccanico a basso numero di giri, il componente A (in polvere), dopo aver versato in un idoneo recipiente il componente B (liquido), fino ad ottenere una completa omogeneità dell'impasto.

Il prodotto ottenuto potrà essere steso con spatola o a spruzzo con intonacatice sulla superficie preparata in uno spessore massimo, per strato, di 2 mm. La lisciatura potrà essere fatta con la stessa spatola piana qualche minuto dopo l'applicazione.

Un eventuale secondo strato potrà essere applicato quando il primo risulterà indurito (4-5 ore circa).

Il rivestimento protettivo con malta bicomponente elastica dovrà essere caratterizzato dalle seguenti prestazioni:

- adesione al calcestruzzo: 0,8 N/mm^2
- modulo elastico dopo 28 giorni (stagionatura a + 23° C e 50% u.r.): 480 N/mm^2
- modulo elastico dopo 7 giorni all'aria + 21 giorni all'acqua + 1 giorno a + 60° C: 380 N/mm^2

Art. 19 - RIPRISTINO/ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CLS

19.1 Miscele per il ripristino di superfici degradate

19.1.0 Generalità

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati e/o adeguarla ad eventuali nuove esigenze.
Il ripristino di tali strutture degradate o l'adeguamento degli elementi in conglomerato cementizio dovrà garantire comunque, sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Le indagini preliminari al progetto di ripristino/adeguamento individueranno le zone macroscopicamente degradate ed incoerenti ed accerteranno la profondità di carbonatazione, la quantità di ioni C1- presenti e se nelle armature siano in atto fenomeni di corrosione; in base a tali indagini il progetto definirà gli spessori di materiale da asportare e lo spessore del materiale di apporto.

In funzione dello spessore di applicazione si indicherà la tecnica d'intervento ed i tipi di materiale da impiegare, in accordo alle specifiche del presente Capitolato.

Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da applicare secondo le tecniche indicate, nonché le prove ed i controlli sull'intervento di ripristino/adeguamento.

19.1.1 Materiali

I materiali per il ripristino/adeguamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato1 nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi El ed E2;
- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali complete si rimanda ai punti 19.3 e 19.4, sono cosi definiti:

A) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzatili, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili(2), con rapporto di aspetto I/d pari a 125, aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9% in peso sulla malta secca, od a comportamento prestazionale equivalente. Tali malte contengono anche fibre sintetiche (3) poliacriliche.

B) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche spruzzatili, a ritiro compensato con ritentore di umidità (4), contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

C) Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto di aspetto lld pari a SO, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.

D) Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

E) Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:
tipo E1: a basso modulo elastico (≤ 16.000 MPa);
tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

F) Malte di resina premiscelate: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3.
(Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo di elementi metallici o i profilati sintetici e per l'incollaggio di elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).

G) Betoncini cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali aggregato, lavati, di idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.

H) Betoncini cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

I) Calcestruzzi di cemento reoplastici a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi Rck > 50 MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.

J) Boiacche a ritiro compensato, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo (vengono adoperate per l'intasamento di guaine di precompressione degradate).

1) Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.
2) L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (Nael e MgSO4) per la durata di 12 mesi.
3) Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi conseguente al ritiro plastico. Esse dovranno essere presenti in quantità > 0,08 % in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 µm e lunghezza di 8 mm.
4) La presenza di un ritentore di umidità nella malta consente un più efficace sviluppo delle capacità espansive; infatti la reazione espansiva avviene soltanto in presenza di umidità.
5) Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

19.2 Requisiti delle miscele

Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.

Nelle successive tabelle (**a** e (**b** vengono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie modificate con resine e per le malte di resina.

Tabella (a - Requisiti e metodi di prova per materiali cementizi a ritiro compensato e per malte polimero modificate

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione $C1^-$	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88
Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944

(*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;
(**) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;
(***) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;
(****) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella (b - Requisiti e metodi di prova per boiacche e malte di resina

Requisiti	Metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541
Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIPRC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1 (*)
Modulo elastico statico, MPa	ILEM-PC8-TC113-CPT-95
Viscosità, centipoise (**)	BROOKFIELD ISO 2555

(*) la prova viene eseguita senza la stagionatura dei provini
(**) richiesta solo per le resine per iniezione

19.3 Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive

19.3.0 Generalità

In generale la tecnica di intervento per il ripristino/adeguamento delle strutture può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella **c**) e descritte nei punti successivi.

Tabella c) - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALI FASI ESECUTIVE	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte cementizie polimero modificate tipo E1-E2	Malte di resina tipo F1-F2
Asportazione del calcestruzzo degradato	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Scalpellatura meccanica (E2) sabbiatura o idrosabbiatura (E1)	Sabbiatura
Pulizia delle armature	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura
Posizionamento delle armature	•	•	•	•

aggiuntive				
Posizionamento delle rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.
Pulizia della superficie di supporto	Acqua in pressione	Acqua in pressione	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscela con acqua
Saturazione della superficie di supporto	Acqua o vapore in pressione	Acqua o vapore in pressione	Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio /Getto	Spruzzo/Rinzaffo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzaffo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Spatolatura oppure colaggio o iniezione
Frattazzatura	• • •	• • •	• • •	N.R
Stagionatura	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni all'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni all'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.

N.R. Fase esecutiva non richiesta

– Se previsto dalla DL

•• Se richiesto dal tipo di prodotto

••• Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

19.3.1 Asportazione del calcestruzzo degradato

La DL definisce lo spessore di calcestruzzo da asportare sulla base dei risultati di un'apposita indagine preliminare.
L'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà preferibilmente mediante idrodemolizione per superfici orizzontali o in alternativa con scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa preferibilmente per superfici verticali o intradosso d'impalcato, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti.
Nel caso di idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 150 MPa e portata compresa tra 250 l/min.
Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di preregolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.
La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.
Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata1 che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-CD-G-H-I).

19.3.2 Trattamento ferri d'armatura

I ferri di armatura del cemento armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo bianco mediante sabbiatura.
Quando il ripristino viene realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni dalla DL.

19.3.3 Posizionamento di armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.
Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 30 mm.

19.3.4 Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto

Per interventi di spessore superiore a 20 mm quando si utilizzano le malte cementizie a ritiro compensato tipo B e D ed il betoncino tipo H, la rete elettro- saldata avente funzione di contrastare l'iniziale espansione, di norma formata da barre di diametro 4 mm e maglie di 50 mm, dovrà essere ancorata al supporto.
Quando si utilizzano invece materiali cementizi fibrorinforzati tipo A, C e G non verrà applicata in quanto il contrasto stesso verrà esercitato dalle fibre metalliche.
Lo spessore minimo di intervento, in presenza di rete elettrosaldata, non potrà essere inferiore a 35-40 mm; infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.
Nel caso sia previsto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre di acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate dalle Norme Tecniche contenute nella legge 1086 (D.M. in vigore).
L'acciaio sarà del tipo AISI 316 nel caso di elementi strutturali per i quali l'esposizione agli agenti aggressivi è massima e del tipo AISI 304 per gli elementi meno esposti.
Le malte cementizie polimero modificate per la loro natura non richiedono mai armature di contrasto.

19.3.5 Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione è consigliabile effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.
Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo la scarifica meccanica del calcestruzzo, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo cosi una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.
Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, è consigliabile effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).
L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I).
Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto di aria compressa o di acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

Vietata inoltre la saturazione del supporto prima dell'applicazione delle malte polimero modificate bicomponenti che non richiedono miscelazione con acqua e delle malte di resina.

19.3.6 Messa in opera delle miscele di ripristino

MALTE PRECONFEZIONATE ADDITIVATE CON POLIMERI

Le miscele preconfezionate additivate con polimeri sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica e comunque senza superare mai i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni.
Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.
Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.
La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 20 °C; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 10 °C e 30 °C. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori.
Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5-20 °C), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.
Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
b) impiegare acqua calda (35-50 °C) per l'impasto;
c) iniziare i getti nella mattinata;
d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30 °C) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto in luogo fresco;
b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.
d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i o quando ciò è espressamente previsto dalla DL.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER APPLICAZIONI DI SPESSORE MINIMO 2 MM

Malta cementizia bicomponente polimero modificata con resine acriliche per la protezione, impermeabilizzazione e rasatura di strutture leggermente degradate in calcestruzzo.

- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 0,8 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,02 kg • m-2 • h-0,5;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 0,6 MPa;
- Capacità di fare ponte alle fessure (crack bridging ability) misurata a 23°C (UNI EN 1062/7):
- Statica: Classe A3 (apertura della fessura a 0,75 mm);
- Dinamica: Classe B2 (apertura della fessura a 0,05 mm).

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER APPLICAZIONI DI SPESSORE DA 3 MM A 6 MM

Malta cementizia, tixotropica, premiscelata, bicomponente, con fibre sintetiche e resine polimeriche per la ricostruzione e rasatura di strutture leggermente degradate in cls.

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 35 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 25 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 5 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 3 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 14 GPa ÷ 18 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,5 kg • m-2 • h-0,5.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER APPLICAZIONI DI SPESSORE DA 7 MM A 10 MM

Malta cementizia, tixotropica, premiscelata, bicomponente, con fibre sintetiche e resine polimeriche per la ricostruzione e rasatura di strutture leggermente degradate in cls.

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 35 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 25 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 5 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 3 MPa (UNI EN 196/1);

- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 14 GPa ÷ 18 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,5 kg • m-2 • h-0,5.

Per ripristini di maggiore spessore dovranno essere impiegati betoncini ottenuti per miscela di malte premiscelate reoplastiche a ritiro compensato con aggregati selezionati lavati di idonee pezzature (massimo 25 mm), gettati entro casseforme.

Le malte verranno messe in opera mediante sbruffatura (a cazzuola o con idonea attrezzatura di spruzzo).

Dopo un certo tempo, dipendente dalle condizioni climatiche, seguirà la frattazzatura. Indicativamente la malta verrà frattazzata quando non aderisce più a mano che la tocchi leggermente (ciò al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale).

Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità .

Le malte saranno protette dall'evaporazione con una mano di agente curing subito dopo terminata l'operazione di messa in opera; la copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di plastica).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o meno ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori; in tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.

USO MALTA PREMISCELATA TIXOTROPICA BICOMPONENTE ADDITIVATA CON POLIMERI / CON FIBRE

Per spessori superiori al centimetro si adotteranno malte tixotropiche additivate con polimeri oppure con fibre inorganiche.

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.
La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Per le malte fibrorinforzate le fibre sono preconfezionate in sacchetti e saranno legati con colle idrosolubili o altri sistemi che permettano la loro omogenea distribuzione nell'impasto; richiedono solo l'aggiunta di acqua per ottenere in betoniera una malta reoplastica fluida e non segregabile, tixotropica, priva di ritiro, di elevato potere adesivo all'acciaio e al calcestruzzo, durevole anche in ambienti aggressivi.

La temperatura ottimale di impiego per le malte reoplastiche rinforzate è di 20 °C, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra i 5 °C e 40°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5-20 °C), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
b) impiegare acqua calda (35-50 °C) per l'impasto;
c) iniziare i getti nella mattinata;
d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30 °C) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

a) conservare il prodotto oin luogo fresco;
b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

Nei climi caldi, asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura applicando una pellicola di prodotto antievaporante sulla parte di malta esposta all'aria, subito dopo la rifinitura della superficie.

Queste malte non devono essere sensibili alle vibrazioni in fase di presa, per poter essere impiegate in presenza di traffico.

La malta verrà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER MALTA PREMISCELATA TIXOTROPICA BICOMPONENTE ADDITIVATA CON POLIMERI

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥55 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 40 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 8 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 6 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 23 GPa ÷ 27 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,5 kg • m-2 • h-0,5.

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER MALTA PREMISCELATA TIXOTROPICA FIBRORINFORZATA CON FIBRE INORGANICHE

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 55 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 40 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 7 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 6 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 26 GPa ÷ 30 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,3 kg • m-2 • h-0,5;

- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,04%.

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

USO DI MALTA PREMISCELATA COLABILE RINFORZATA CON FIBRE INORGANICHE / IN ACCIAIO

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER MALTA PREMISCELATA COLABILE RINFORZATA CON FIBRE INORGANICHE

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 60 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 9 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 7 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 26 GPa ÷ 30 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,3 kg • m-2 • h-0,5;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,04%.

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER MALTA PREMISCELATA COLABILE RINFORZATA CON FIBRE IN ACCIAIO

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 65 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 14 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 11 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 25 GPa ÷ 29 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687)) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,3 kg • m-2 • h-0,5;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,04%.

Il prodotto deve essere marcato CE ai sensi della UNI EN 1504-3 con il sistema di Valutazione e Verifica della Prestazione 2+ tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento U.E. 305/11.

USO DI BETONCINO COLABILE ESPANSIVO PREMISCELATO / RINFORZATO CON FIBRE

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER BETONCINO COLABILE ESPANSIVO PREMISCELATO

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 60 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 7 MPa (UNI EN 12390/5);
- Resistenza a trazione per flessione a 7 gg ≥ 5 MPa (UNI EN 12390/5);

- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 26 GPa ÷ 30 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,3 kg • m-2 • h-0,5;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,04%

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER BETONCINO COLABILE ESPANSIVO PREMISCELATO RINFORZATO CON FIBRE IN ACCIAIO, con l'aggiunta del 35% di ghiaietto.
- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 65 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a flessione a 28 gg ≥ 14 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a flessione a 7 gg ≥ 11 MPa (UNI EN 196/1);
- Modulo elastico a compressione a 28 gg tra 25 GPa ÷ 29 GPa (UNI EN 13412);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 2 MPa;
- Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687) ≥ 2 MPa;
- Assorbimento capillare (UNI EN 13057) ≤ 0,3 kg • m-2 • h-0,5;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,04%

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER BETONCINO COLABILE ESPANSIVO PRERMISCELATO RINFORZATO CON FIBRE IN ACCIAIO RCK ≥ 85 MPA
- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 85 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 30 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a trazione diretta di prima fessurazione del cls a 28 gg ≥ 4 MPa (UNI 11188);
- Resistenza a trazione diretta del cls a 28 gg ≥ 8,5 MPa (UNI 11188);
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,03%

CALCESTRUZZO A RITIRO COMPENSATO PREMISCELATO, CONSISTENZA S4/S5

CARATTERISTICHE PER CALCESTRUZZO PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO, S4/S5 - RCK ≥ 50 MPA
- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 40 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 5 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a trazione per flessione a 7 gg ≥ 4 MPa (UNI EN 196/1);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 1,5 MPa;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,03%
- Utilizzo di legante espansivo super fluido
- Utilizzo di aggregati di opportuna curva granulometrica, privi di impurità, ben lavati, di diametro massimo in funzione dello spessore e della geometria del getto.

CARATTERISTICHE PER CALCESTRUZZO PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO, S4/S5 - RCK ≥ 65 MPA E RINFORZATO CON FIBRE SINTETICHE

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 65 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a compressione a 7 gg ≥ 50 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 7 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a trazione per flessione a 7 gg ≥ 5 MPa (UNI EN 196/1);
- Aderenza al cls (UNI EN 1542) ≥ 1,5 MPa;
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,03%
- Utilizzo di legante espansivo super fluido
- Utilizzo di aggregati di opportuna curva granulometrica, privi di impurità, ben lavati, di diametro massimo in funzione dello spessore e della geometria del getto.

CARATTERISTICHE PER CALCESTRUZZO PREMISCELATO A RITIRO COMPENSATO, S4/S5 - RCK ≥ 65 MPA E RINFORZATO CON FIBRE IN ACCIAO

calcestruzzo resistente a trazione per flessione e diretta, e comportamento incrudente, secondo la UNI EN 11118

- Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 65 MPa (UNI EN 12190);
- Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 20 MPa (UNI EN 196/1);
- Resistenza a trazione diretta a 28 gg ≥ 4 MPa (UNI 11188);
- Espansione contrastata con stagionatura in aria ad 1 giorno (UNI 8147) ≥ 0,03%
- Utilizzo di legante espansivo super fluido
- Utilizzo di aggregati di opportuna curva granulometrica, privi di impurità, ben lavati, di diametro massimo in funzione dello spessore e della geometria del getto.

USO DI MALTE DI RESINA EPOSSIDICA

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano di attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alle quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, uno strato di 2-.3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 5 °C al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con marezzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

19.3.6.1 Calcestruzzo autocompattante a stabilità volumetrica e ritiro compensato (SCC, acronimo di Self Compacting Concrete)

Con il termine di calcestruzzo autocompattante a stabilità volumetrica e ritiro compensato si intende un calcestruzzo che, oltre a soddisfare i requisiti di classe di resistenza e di esposizione definiti nella Norma UNI-EN 206-1 (calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità) ha la specifica proprietà, allo stato fresco, di un'elevata fluidità con assenza di segregazione. Un calcestruzzo autocompattante è un calcestruzzo omogeneo che viene messo in opera e compattato senza intervento di mezzi esterni (vibrazione) ma per effetto della sola forza gravitazionale. I principali requisiti funzionali del calcestruzzo autocompattante fresco sono i seguenti:

- capacità di riempimento (scorrimento senza vincoli): capacità del calcestruzzo fresco a scorrere senza segregare sotto l'azione del solo proprio peso;
- capacità di passare attraverso gli ostacoli (scorrimento confinato o deformabilità: capacità del calcestruzzo fresco di cambiare forma e passare attraverso le armature o gli ostacoli e riempire gli spazi disponibili senza segregazione e senza bloccaggio;
- resistenza alla segregazione: capacità del calcestruzzo di mantenere la sua composizione omogenea ed invariante sia in movimento sia in riposo durante il trasporto e la messa in opera).

La stabilità volumetrica e ritiro compensato consistono nel ritiro nullo (o μm/m) a 28 giorni.

19.3.6.2 Materiali costituenti il calcestruzzo autocompattante

19.3.6.2.1 Cementi

Dovrà essere impiegato cemento d'altoforno oppure altri cementi che, con adeguate aggiunte, presentano le stesse caratteristiche di resistenza ai solfati ed ai sali (resistenza alla penetrazione dello ione cloro) proprie del cemento d'altoforno.

19.3.6.2.2 Aggregati

Il diametro massimo degli aggregati è preferibilmente limitato a 10 mm per i lavori di ripristino di opere d'arte.

19.3.6.2.3 Aggiunte minerali

Le aggiunte di materiali finemente suddivisi (finissimo) consistono nell'impiego di filler, ceneri volanti, fumi di silice: hanno la funzione di aumentare la viscosità degli impasti, di impedire la segregazione, di ridurre l'innalzamento termico provocato dalle reazioni di idratazione del cemento.

Le aggiunte ovviamente non devono avere effetti negativi nei riguardi delle proprietà del calcestruzzo: resistenza meccanica, durabilità ed effetti cromatici.

19.3.6.2.4 Additivi

Gli additivi sono costituiti da iperfluidificanti, modificatori di viscosità, espansivi (per assicurare la stabilità volumetrica ed il ritiro nullo a 28 giorni) allo scopo di migliorare specifiche proprietà degli impasti possono essere utilizzati anche altri additivi.

19.3.6.3 Requisiti prestazionali

I calcestruzzi autocompattanti si differenziano dai calcestruzzi ordinari per le seguenti proprietà allo stato fresco:

- libero scorrimento senza vincoli, fluidità;
- scorrimento confinato;
- stabilità in termini di segregazione e sedimentazione (resistenza alla segregazione).

19.3.6.3.1 Fluidità

La fluidità del calcestruzzo autocompattante è indicato in termini di spandimento, attraverso la determinazione dello spandimento e del tempo spandimento, cioè del tempo necessario a raggiungere il diametro di 500 mm (slump - flow test).

Lo spandimento deve essere > 600 mm; il tempo di spandimento per raggiungere il diametro di 500 mm deve essere ≤ 12 secondi:

Il calcestruzzo fresco è versato in uno stampo a forma di tronco di cono. Sfilando lo stampo verso l'alto il calcestruzzo si spande liberamente sulla base di misurazione. Si misura il diametro di spandimento ottenuto che è una misura della consistenza del calcestruzzo, e contemporaneamente si può rilevare il tempo impiegato dal calcestruzzo per espandersi fino a raggiungere il diametro di 500 mm.

L'apparecchiatura per la prova è costituita da:

- stampo troncoconico, di metallo non aggredibile dalla pasta cementizia e con spessore di almeno 1,5 mm. (Lo stampo corrisponde a quello previsto dalla UNI EN 12350-2 - Prova di abbassamento al cono);
- piastra quadrata piana, non assorbente, avente dimensioni di circa 800 mm x 800 mm su cui viene collocato lo stampo. Sulla superficie di lavoro della piastra sono disegnate due circonferenze, una avente diametro di 200 mm (necessaria per la centratura del cono) ed una di diametro di 500 mm (necessaria per rilevare il tempo di spandimento);
- pala, possibilmente a bocca quadra;
- sessola;
- recipiente di campionamento rigido, costruito con materiale non assorbente e non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia, adatto a raccogliere i prelievi elementari di calcestruzzo e a rimescolarli;
- cronometro contasecondi;
- misuratore di lunghezza, metro rigido o flessibile avente gradazioni da 1 mm;
- termometro, idoneo a misurare la temperatura del calcestruzzo con sensibilità di 0,5 °C.

Il campionamento deve essere effettuato secondo la UNI EN 12350-1 (Prova sul calcestruzzo fresco-campionamento). Il campione deve essere rimescolato ed omogeneizzato, utilizzando la pala, prima dell'inizio della prova. Se richiesto, dopo la rimescolazione, si determini la temperatura del calcestruzzo.

Il procedimento di prova è il seguente:

- disporre la piastra su un piano orizzontale.
  Inumidire lo stampo e la superficie della piastra di appoggio con un panno umido. Porre lo stampo sul piano di appoggio centrandolo sulla circonferenza più piccola ed agendo sulle staffe mantenerlo fermo durante il riempimento con il calcestruzzo. Lo stampo deve essere riempito mediante la sessola e/o il secchio in un'unica soluzione;
- subito dopo il riempimento rasare e lisciare la superficie del calcestruzzo usando una cazzuola, queste fasi devono essere effettuate in un tempo non maggiore di 2 min;
- ripulire, se necessario, la superficie della piastra ai bordi dello stampo e rimuovere lo stampo sollevandolo con cura in direzione verticale, lo stampo troncoconico deve essere sollevato in (2-3) se contemporaneamente a questa azione si fa partire il cronometro;
- rilevare con il cronometro il tempo che il calcestruzzo, nel suo libero fluire, impiega a raggiungere la circonferenza di 500 mm; la misura deve essee effettuata e registrata con risoluzione di 0,1 s.

Quando il calcestruzzo ha terminato il suo libero movimento, si rileva il diametro medio di spandimento, determinando le dimensioni del calcestruzzo lungo due direzioni ortogonali; la misura deve essere effettuata e registrata con approssimazione di 5 mm.
La prova non è ritenuta valida se le dimensioni dei diametri del calcestruzzo differiscono più di 50 mm.

NOTA: La consistenza di un impasto di calcestruzzo varia al trascorrere del tempo in conseguenza del procedere dell'idratazione del cemento e dell'eventuale perdita di umidità. Pertanto, se si vogliono ottenere risultati confrontabili, bisogna che le prove su differenti campioni vengano effettuate mantenendo costante l'intervallo di tempo trascorso fra l'inizio della miscelazione e la misurazione dello spandimento).

19.3.6.3.1.1 Espressione dei risultati

- registrare il tempo che il calcestruzzo ha impiegato per raggiungere la circonferenza da 500 mm e registrare il diametro medio di spandimento;
- osservare la forma del calcestruzzo ottenuta al termine dello spandimento valutando se la distribuzione degli aggregati grossi risulta omogenea tra parte centrale e periferia o concentrata nella parte centrale (valutazione qualitativa di segregazione) e se al bordo del calcestruzzo c'è presenza di acqua o biacca molto fluida (valutazione qualitativa di sedimentazione o bleeding).

La fluidità può essere misurata anche attraverso la determinazione del tempo di efflusso dall'imbuto (V-funnel test).

19.3.6.3.1.2 Principio

Un imbuto di dimensioni prefissate (vedere figura 1) è riempito con calcestruzzo fresco, si determina il tempo necessario al suo svuotamento; tale misura è un indice della deformabilità del calcestruzzo autocompattante.

19.3.6.3.1.3 Apparecchiatura

- **Imbuto di acciaio**, avente le dimensioni specificate in figura. La capacità dell'imbuto è di circa 10 l e la sezione del condotto di deflusso è di circa 65 mm x 75 mm.L'imbuto è montato su un supporto che costituisce parte integrante dell'apparecchiatura. L'orifizio di efflusso dell'imbuto è corredato di una valvola a tenuta in grado di essere aperta completamente ed istantaneamente. Il bordo superiore dell'imbuto ha bordi lisci e rinforzati in modo da permettere il livellamento del calcestruzzo dopo il riempimento.
- **Recipiente** atto a ricevere il calcestruzzo allo scarico dell'imbuto avente un volume di almeno 12 l.
- **Barra di sezione rettangolare** idonea a livellare il calcestruzzo dopo il riempimento dell'imbuto.
- **Sessola o idoneo recipiente** (secchio).
- **Recipiente di campionamento rigido**, costruito con materiale non assorbente e non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia, adatto a raccogliere i prelievi elementari di calcestruzzo e a rimescolarli.
- **Cronometro contasecondi**.

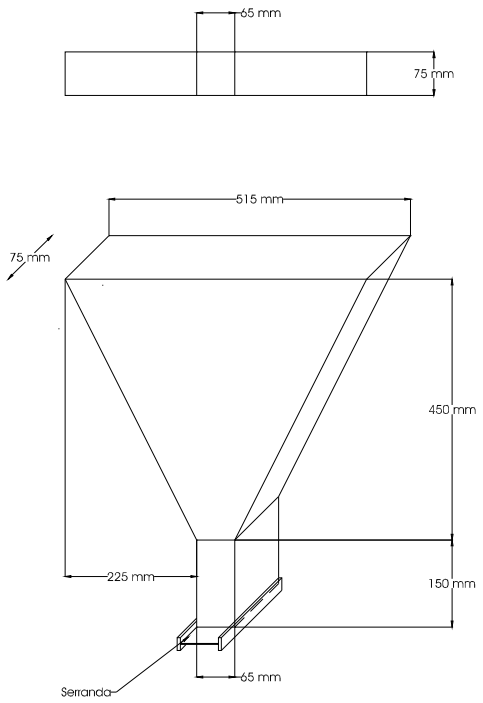


Figura 1 - Imbuto a V - dimensioni nominali interne

19.3.6.3.1.4 Campionamento

Il campionamento deve essere eseguito secondo la UNI EN 12350-1. Prima dell'esecuzione della prova, il campione deve essere rimescolato ed omogeneizzato, utilizzando la pala. Se richiesto, in questa fase, si determina la temperatura del calcestruzzo.

AVVERTENZA: Quando il cemento viene miscelato con acqua si forma una soluzione basica. Occorre prendere precauzioni atte ad evitare che, durante la miscelazione del calcestruzzo, la polvere di cemento entri negli occhi, nelle vie respiratorie. Occorre prevenire il contatto del cemento bagnato o del calcestruzzo con la pelle indossando adeguati indumenti protettivi. Se cemento o calcestruzzo entrano negli occhi, lavarli immediatamente e completamente con acqua pulita e ricorrere, senza alcun ritardo, a trattamento medico. Lavare via dalla pelle immediatamente il calcestruzzo umido.

19.3.6.3.1.5 Procedimento di prova

- Determinazione del tempo d'eflusso iniziale.

  Lavare e quindi inumidire la superficie interna dell'imbuto, posizionare l'imbuto sul suo appoggio in modo che il bordo superiore sia orizzontale e l'asse (condotto di scarico) verticale.

  Disporre sotto l'imbuto il recipiente e, dopo avere verificato che la valvola di scarico dell'imbuto sia chiusa, riempire con il calcestruzzo in una unica soluzione l'imbuto con la sessola o il recipiente. Livellare con la barra, il calcestruzzo rispetto al bordo superiore, senza imporre vibrazioni al calcestruzzo.

  Aprire la valvola d'efflusso entro 10 s dal termine del riempimento e contemporaneamente, quando il calcestruzzo inizia a defluire, iniziare il conteggio del tempo con il cronometro.

  Il cronometro è arrestato quanto termina l'efflusso del calcestruzzo che corrisponde a quando dal sopra dell'imbuto si scorge la luce attraversare il fondo.

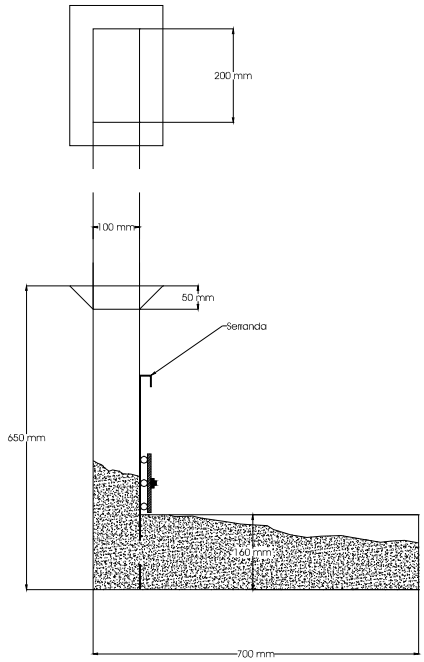
L'intera prova, comprensiva di riempimento, livellamento ed efflusso, non deve durare più di 2 min.

La ripetizione della prova su due differenti campioni, se richiesta, deve essere eseguita entro un tempo non maggiore di 10 min.

Il tempo di efflusso dall'imbuto deve essere compreso fra 4 e 12 secondi.

19.3.6.3.2 Scorrimento confinato

Lo scorrimento confinato è valutabile sperimentalmente mediante prove con la scatola ad L, con la scatola ad U.



Prova con la scatola ad L

Figura 1 - Scatola ad L - dimensioni nominali

19.3.6.3.2.1.1 Campionamento

Il campionamento deve essere eseguito secondo la UNI EN 12350-1. Il campione deve essere rimescolato ed omogeneizzato prima di effettuare la prova, utilizzando la pala (a bocca quadra).

AVVERTENZA: Quando il cemento viene miscelato con acqua si forma una soluzione basica. Occorre prendere precauzioni atte ad evitare che, durante la miscelazione del calcestruzzo, la polvere di cemento entri negli occhi, nelle vie respiratorie. Occorre prevenire il contatto del cemento bagnato o del calcestruzzo con la pelle indossando adeguati indumenti protettivi. Se cemento o calcestruzzo entrano negli occhi, lavalrli immediatamente e completamente con acqua pulita e ricorrere, senza alcun ritardo, a trattamento medico. Lavare via dalla pelle immediatamente il calcestruzzo umido.

19.3.6.3.2.1.2 Procedimento

Predisporre la scatola ad L per la prova dispondendola su un piano orizzontale e montando in modo opportuno la griglia a barre cilindriche, la configurazione standard comporta 3 barre aventi diametro 15 mm equispaziate.

Umidificare con un panno tutte le superfici interne del contenitore.

Verificare il libero scorrimento e la tenuta della serranda.

Riempire la parte verticale della scatola con il calcestruzzo, (sono necessari circa 13 l) livellare la superficie superiore ed attendere 1 min.

Alzare la serranda consentendo al calcestruzzo di immettersi nella parte orizzontale passando attraverso la griglia.

Determinare (facoltativo) il tempo necessario affinché il calcestruzzo raggiunga le tacche relative alle distanze di 200 mm e 400 mm.

Quando il calcestruzzo ha raggiunto la condizione d'equilibrio rilevare le due altezze h1 ed h2.

NOTA 1 - Se il calcestruzzo non riesce a scorrere liberamente attraverso la griglia raggiungendo la parete opposta, esiste un problema di bloccaggio o di segregazione. La prova non può essere considerata valida, nel resoconto di prova si deve annotare il fatto dscrivendo eventualmente il tipo di arresto.

NOTA 2 - Le proprietà reologiche di un impasto di calcestruzzo variano al trascorrere del tempo per il procedere dell'idratazione del cemento e delll'eventuale perdita di umidità. Pertanto, se si vogliono ottenere risultati confrontabili, bisogna che le prove su differenti campioni vengano effettuate mantenendo costante l'intervallo di tempo trascorso fra l'inizio della miscelazione e la misura dello scorrimento.

19.3.6.3.2.1.3 Calcolo ed espressione dei risultati

Registrare, se richiesto, i tempi necessari al calcestruzzo per raggiungere le tacche relative alle distanze di 200 mm e 400 mm.

Registrare le altezze h1 ed h2 in almeno tre diverse posizioni, circa equidistanti, riportando quindi il valore medio, calcolare il rapporto h2/h1.

19.3.6.3.2.1.4 Resoconto di prova

Nel resoconto di prova si deve riportare:

- il riferimento della presente norma;
- l'identificazione del campione;
- il luogo di esecuzione della prova;
- la data e l'ora dell'esecuzione della prova;

- la temperatura del campione di calcestruzzo al momento della prova (se richiesto);
- i tempi di scorrimento t_{200} e t_{400}, in secondi arrotondando al secondo più prossimo (se richiesto);
- le altezze h_1 ed h_2 espresse in millimetri;
- il rapporto h_2/h_1.
- Gli eventuali rilievi concernenti la modalità di scorrimento e bloccaggio.
- Deve risultare h2/h1 > 0,80.

19.3.6.3.2.2 Prova con la scatola ad U (U - shape box test)

19.3.6.3.2.2.1 Principio

La capacità del calcestruzzo a scorrere senza bloccarsi in prossimità di barre di armatura viene valutata misurando l'altezza di risalita di una quantità nota di calcestruzzo in un recipiente a forma di U corredato di griglia formata da barre cilindriche.

19.3.6.3.2.2.2 Apparecchiatura

In figura è riportato un disegno dettagliato e quotato dell'apparecchiatura.

La scatola deve essere costruita in metallo od in altro materiale sufficientemente rigido, le superfici delle pareti interne debbono essere lisce. Il contenitore è corredato di un ostacolo allo scorrimento costituito da barre di armatura, disposte verticalmente. La mutua distanza tra le barre ed il diametro delle stesse può essere variato, le configurazioni di riferimento sono le seguenti:

- n° 4 barre aventi diametro 10 mm distanziate tra di loro di 35 mm.
- n° 3 barre aventi diametro 13 mm distanziate tra di loro di 35 mm.

La parte verticale della scatola è separata dalla parte orizzontale da una serranda a ghigliottina posta a ridosso dell'ostacolo costituito dalle barre.

- **Contasecondi.**
- **Metro rigido.**
- **Sessola.**
- **Recipiente per il campionamento del calcestruzzo.**
- **Attrezzi vari:** cazzuola, barra di sezione rettangolare idonea a livellare il calcestruzzo, pala a bocca quadra.

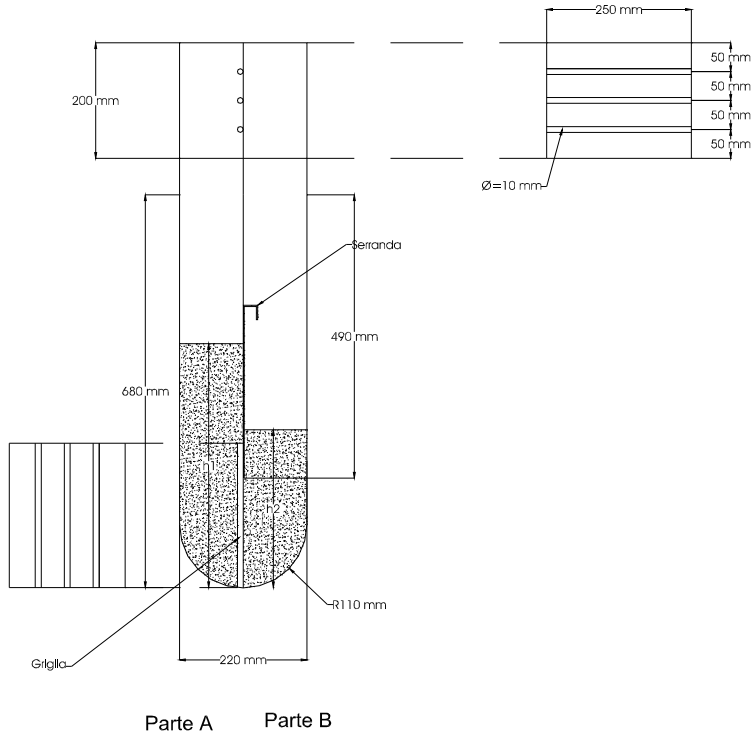


Figura n. 1 - Scatola ad U - dimensioni nominali.

19.3.6.3.2.2.3 Campionamento

Il campionamento deve essere eseguito secondo la UNI EN 12350-1. Il campione deve essere rimescolato ed omogeneizzato prima di effettuare la prova, utilizzando la pala a bocca quadrata.

AVVERTENZA: Quando il cemento viene miscelato con acqua si forma una soluzione basica. Occorre prendere precauzioni atte ad evitare che, durante la miscelazione del calcestruzzo, la polvere di cemento entri negli occhi, nelle vie respiratorie. Occorre prevenire il contatto del cemento bagnato o del calcestruzzo con la pelle indossando adeguati indumenti protettivi. Se cemento o calcestruzzo entrano negli occhi, lavarli immediatamente e completamente con acqua pulita e ricorrere, senza alcun ritardo, a trattamento medico. Lavare via dalla pelle immediatamente il calcestruzzo umido.

19.3.6.3.2.2.4 Procedimento

Predisporre la scatola ad U per la prova, montando in modo opportuno l'ostacolo costituito dai ferri di armatura.

Umidificare con un panno umido la superficie interna delle due parti della scatola.

Verificare il libero scorrimento e la tenuta della serranda.

Riempire la parte A della scatola versando il calcestruzzo in modo continuo, livellare la superficie superiore ed attendere 1 min.

Alzare velocemente la serranda consentendo al calcestruzzo di immettersi nella parte B passando attraverso l'ostacolo.

Determinare, se richiesto, il tempo che intercorre tra l'apertura della serranda ed il raggiungimento della nuova condizione di quiete del calcestruzzo.

Misurare l'altezza dalla superficie superiore del calcestruzzo rispetto al bordo nelle due parti della scatola, questa misura deve essere effettuata al centro ed ai bordi.

NOTA: le proprietà reologiche di un impasto di calcestruzzo variano al trascorrere del tempo per il procedere dell'idratazione del cemento e dell'eventuale perdita di umidità. Pertanto, se si vogliono ottenere risultati confrontabili, bisogna che le prove su differenti campioni siano effettuate mantenendo costante l'intervallo di tempo trascorso fra l'inizio della miscelazione e la misura dello scorrimento.

19.3.6.3.2.2.5 Espressione e calcolo dei risultati

Registrare il valore delle altezze medie nelle due parti della scatola e riportarle in termini di altezza di riempimento h1 ed h2 calcolare la differenza $\Delta h=h1-h2$.

19.3.6.3.2.2.6 Resoconto di prova

Nel resoconto di prova si deve riportare:
- il riferimento della presente norma;
- l'identificazione del campione;
- il luogo di esecuzione della prova;
- la data e l'ora dell'esecuzione della prova;
- la temperatura del campione di calcestruzzo al momento della prova (opzionale);
- le altezze h_1 ed h_2 espresse in millimetri;
- la differenza $\Delta h=h_1-h_2$;
- gli eventuali rilievi concernenti la modalità di scorrimento e bloccaggio.

Deve risultare $\Delta h \leq 30$ mm.

19.3.6.3.3 Resistenza alla segregazione

La resistenza alla segregazione del calcestruzzo autocompattante fresco è valutata visivamente nel corso della prova di spandimento analizzando che:
- le particelle d'aggregato grosso non siano concentrate al centro ma distribuite uniformemente entro l'area di spandimento del calcestruzzo;
- non si noti presenza d'acqua od eccesso di pasta al bordo del calcestruzzo.

NOTA: è possibile verificare l'assenza di segregazione sul calcestruzzo indurito analizzando la distribuzione granulometrica degli aggregati su sezioni prelevate a diverse quote.

19.3.6.3.4 Stabilità della sedimentazione

Questa caratteristica è determinata rilevando la variazione del tempo di efflusso dall'imbuto a V dopo 5 min di riposo.
La variazione del tempo di efflusso dovrà essere inferiore a 3 secondi.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo autocompattante a stabilità volumetrica e ritiro compensato:
- resistenza a rottura per compressione a 24 ore: ≥ 15 Mpa;
- resistenza a rottura per compressione a 72 ore: ≥ 25 Mpa;
- resistenza caratteristica a 28 giorni: ≥ 45 Mpa;
- adesione al supporto determinata per trazione diretta a 28 giorni (le prove devono essere condotte su provini del diametro di 50 mm) ≥ 1,0 Mpa.

- espansione contrastata (UNI 8148) non inferiore a 0,3/1000 a 7 giorni. A 28 giorni l'espansione contrastata dovrà avere un valore non minore di quello riscontrato a 7 giorni e non maggiore dello stesso valore aumentato del 30% al supporto determinata per trazione diretta a 28 giorni (le prove devono essere condotte su provini del diametro di 50 mm) ≥ 1,0 Mpa.

19.3.7 Frattazzatura

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura.

Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che vengono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che vengono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.

La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

19.3.8 Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).

È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.

La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.

In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi o, nel caso di applicazioni di rivestimenti protettivi o trattamenti di impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile esportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.

L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale di apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

19.4 Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento

Le Società Produttrici dovranno ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, di- mostrando la piena rispondenza ai requisiti ed alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, su campioni di materiali forniti dall'Impresa, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove.

Saranno richieste verifiche su campioni di materiale di normale fornitura prelevati in contraddittorio in cantiere.

Le Società Produttrici dovranno fornire, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che viene consegnato di volta in volta.

Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite dalla DL.

Tabella d) - Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI							
	A	B	C	D	G	H	I	L
Spandimento, %	> 70	> 70	> 90	> 170	≥ 180*	≥ 200*	≥ 200*	**
Espansione Contrastata. %	≥ 0,04	≥ 0,05	≥ 0,04	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,04
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N.R.***	≥ 0,03	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 2,5	≥ 4
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 15	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa								
1 d	≥ 25	≥ 23	≥ 30	≥ 28	≥ 30	≥ 30	≥ 20	≥ 20
3 d	≥ 35	≥ 30	≥ 40	≥ 35	≥ 40	≥ 40	≥ 30	≥ 30
28 d	≥ 60	≥ 60	≥ 75	≥ 70	≥ 70	≥ 70	≥ 50	≥ 55
Resistenza a flessione, MPa								
1 d	≥ 8	≥ 4	≥ 10	≥ 4	≥ 8,5	≥ 5	≥ 2	≥ 5
3 d	≥ 9	≥ 6	≥ 12	≥ 6	≥ 9	≥ 6	≥ 3	≥ 6
28 d	≥ 11	≥ 8	≥ 16	≥ 8	≥ 13	≥ 8	≥ 5	≥ 7,5
Modulo elastico statico, MPa	≥23.000	≥25.000	≥25.000	≥25.000	≥25.000	≥25.000	≥25.000	≥25.000
Permeabilità all'acqua, m/s	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$	$< 10^{-12}$
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl-, m^2/s	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-11}$	$<1x10^{-12}$
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm

* Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono di Abrams

** Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.

*** N.R. prestazione non richiesta

Tabella e) - Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI	
	E 1	E 2
Spandimento, %	> 90	> 90
Aderenza al calcestruzzo MPa	≥ 4	≥ 5
Aderenza ai ferri d'armatura MPa	≥ 10	≥ 11
Resistenza a compressione, MPa		
1 d	≥ 10	≥ 13

3 d 28 d	≥ 18 ≥ 35	≥ 23 ≥ 50
Resistenza a flessione, MPa 1 d 3 d 28 d	 ≥ 3 ≥ 4 ≥ 6	 ≥ 3 ≥ 5 ≥ 10
Modulo elastico statico, MPa	≤ 16.000	20.000 - 23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	$< 10^{-12}$	$< 10^{-10}$
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl-, m^2/s	$<1x10^{-12}$	$<1x10^{-12}$
Resistenza ai solfati, n° di cicli	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm

Tabella f) - Prestazioni per le malte di resina

REQUISITI	PRESTAZIONE DEI MATERIALI		
	F 1	F 2	F 3
Aderenza al calcestruzzo MPa* a 28 d	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5
Aderenza all'acciaio MPa*	≥ 3,5	///	///
Pull out, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione, MPa 1 d 3 d	 ≥ 50 ≥ 70	 ≥ 50 ≥ 80	 ≥ 50 ≥ 90
Resistenza a flessione, MPa 1 d 3 d	 ≥ 15 ≥ 30	 ≥ 15 ≥ 45	 ≥ 15 ≥ 55
Modulo elastico statico, MPa	8.000 -9.000	14.000 - 16.000	4.000 -5.000
Viscosità, centipose	N.R. **	N.R. **	500-600

*In caso di applicazione su supporti umidi si accettano valori di aderenza ≥ a 3 MPa
** N.R. prestazione non richiesta

Le prove di aderenza al calcestruzzo sono determinate per taglio.
Tali prove sono da condurre su travetti 7*7*28 cm composti in parte da un cuneo di calcestruzzo con Rck 45 N/mmq e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi (questa sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera), e in parte dal materiale oggetto di prova, colato a completamento del travetto.
Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.
Le prove di adesione al supporto vengono determinate per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.
Devono essere garantite le seguenti prestazioni:

- adesione per trazione diretta a 28 giorni valore medio: ≥2,0 N/mmq;
- adesione per trazione diretta a 28 giorni valore minimo: ≥1,0 N/mmq.

19.5 Prove e controlli

Come già indicato nei punti precedenti, i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali.
Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.
Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà a spese dell'ìImpresa una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento con i materiali non a norma.
Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma verrà applicata una penale.
Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, l'impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.
Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione: almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate, per ogni elemento strutturale, mediante bagnatura per verificare l'eventuale presenza di microfessure.
In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà maggiore del. 20%, l'impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm, sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura; la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi di estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con. la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.
La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.
Le superfici risonanti a vuoto verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata una penale, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.
Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie sarà richiesta dalla Direzione Lavori la rimozione dei ripristini mal eseguiti.

Art. 20 - MURATURE

20.1 Norme generali

I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione.
Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.
Prima di dare inizio alle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano di appoggio.
Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o di difetti di esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.
Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..
Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione di impianti di ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera di controtelai di norma in legno di abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro venga posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.
Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.
L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.
Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci di esatta misurazione che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.
L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.
Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.
I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

20.2 Murature di mattoni

I mattoni, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.
Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le commessure alternate in corsi ben regolari, saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le commessure.
La larghezza delle commessure non dovrà essere maggiore di 1 cm., ne minore di 0,5 cm.
La malta di allettamento avrà un Rck a 28 giorni ≥ 35 Mpa e sarà dosata con minimo 400 kg.
di cemento normale (32,5 o 32,5 R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua/cemento ≤ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.
In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 5 °C, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 934-2, dosati al 2% sul peso del legante.
La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10cm di lato, per ogni giorno di produzione
Per la muratura da eseguirsi a paramento a vista, si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, a spigoli vivi, meglio formati, di colore uniforme, da disporre con perfetta regolarità di piani a ricorrenze ed alternando con precisione i giunti verticali.
I laterizi dovranno essere conformi a quanto previsto nell'Art. 2 delle presenti Norme.

20.2.1 Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati

I laterizi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, legati con malta bastarda composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, in corsi regolari con commessure di larghezza non superiore a 1 cm né inferiore a 0,5 cm.

Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

Nel caso delle murature in laterizi forati, dovranno essere impiegati mattoni pieni per l'esecuzione di mazzette, sguinci, angoli.

20.2.2 Murature a faccia-vista, per fabbricati

Le murature da eseguire a "faccia vista" dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Dovranno usarsi mattoni stampati (pressati) con facce a vista sabbiate, di prima scelta, integri, con tagli e spigoli netti, di colore uniforme.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino Ø= 8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo i disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

20.2.3 Murature ad intercapedine, per fabbricati

Saranno costituite come segue:

- in laterizi: parete esterna dello spessore di una testa; parete interna in foglio;

– in blocchetti forati di conglomerato di argilla espansa: dosati a 200 kg di cemento tipo 42,5, spessore della parete esterna ed interna; legate con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia.

In corrispondenza degli angoli, delle spalle di porte e finestre, degli incroci con strutture di spina, la muratura dovrà essere piena per una lunghezza minima pari a una volta e mezzo gli spessori.

Detto provvedimento, con muratura piena, dovrà essere inoltre adottato come collegamento tra il tamponamento esterno e quello interno, ogni qualvolta la lunghezza della intercapedine dovesse superare 2 m e dove indicato nei disegni esecutivi.

20.2.4 Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati

a) **Blocchetti in calcestruzzo di cemento vibrocompresso**, legati con malta bastarda, composta da 200 kg di cemento normale e 1 m³ disabbia:

– di tipo normale, da ricoprire con intonaco;

– di tipo impermeabilizzato mediante additivazione del calcestruzzo, da lasciare a faccia vista con giunti stuccati e stilati a cemento, con anche la malta legante additivata con idrorepellente.

b) **Blocchetti in conglomerato di argilla espansa, del tipo strutturale di densità 600÷650 kg/m³**, dosato a 200 kg di cemento tipo 42,5 per metro cubo di impasto, legati con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia: di tipo normale o impermeabile, come descritto al precedente punto a).

Quando previsto, i fori verticali dei blocchetti dovranno essere intasati con calcestruzzo avente Rck ≥ 25 Mpa ed eventualmente armati con ferri tondi; la muratura sarà provvista di armatura orizzontale mediante l'inserimento, a corsi alterni, di scalette in acciaio costituite da ferri longitudinali e ferri trasversali intervallati fra loro.

Le murature da eseguire a "faccia vista" dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Le commessure , perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino Ø = 8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.

Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo i disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Art. 21 - INTONACI

21.1 Generalità

Gli intonaci possono essere del tipo:

– Intonaco rustico tirato in piano a frattazzo fino, su murature di qualsiasi forma e tipo e su soffitti, eseguito con due strati di malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia;

– Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati; con malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia e rifinito con malta di calce fina (grassello) o con malta dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia, rifinito a frattazzo fino;

– Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, dello spessore non inferiore a 7 mm, eseguito a mano o a macchina con malta premiscelata composta da calce, gesso, perlite ed additivi;

– Intonaco civile esterno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta bastarda dosata a 250 kg di calce idraulica e 250 kg di cemento per metro cubo di sabbia, o con malta dosata a 500 kg di cemento per metro cubo di sabbia, ambedue rifiniti a frattazzo fino.

– Intonaco ignifugo a superficie rasata eseguito con malta composta da 1 m³ di vermiculite, 250 kg ci cemento tipo 42,5 e 1 kg di VICSOL aerante.

L'esecuzione degli intonaci sarà preceduta da bagnatura ed accurata preparazione delle superfici mediante rimozione dei grumi di malta, scarnitura delle commessure fino a conveniente profondità, ripulitura delle pareti e rinzaffo delle irregolarità più salienti.
Non dovranno essere di norma eseguiti in periodi di temperature troppo rigide od elevate; dovrà essere presa ogni precauzione necessaria a proteggerli dagli agenti atmosferici di qualsiasi genere, quando questi siano tali da pregiudicare la normale presa della malta.
Salvo prescrizioni particolari, l'esecuzione sarà a spigoli vivi, perfettamente a "piombo", con squadro perfetto tra soffitti e pareti e con superfici prive di ondulazioni, irregolarità, peli, screpolature od altri difetti.
Gli intonaci che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti a cura e spese dell'Impresa.
Prima dell'esecuzione degli intonaci si predisporranno fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per ottenere intonaci perfettamente piani; verrà applicato quindi un primo strato di malta gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia.
Quando il primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un secondo strato che verrà regolarizzato con regolo e frattazzo.
Quando l'intonaco deve essere applicato sull'intradosso di solai e su strutture in conglomerato cementizio si dovrà eseguire, preliminarmente, un primo leggero rinzaffo con malta fluida di cemento, cui seguiranno la operazioni descritte in precedenza.
Gli intonaci civili interni ed esterni saranno rifiniti con malta fine tirata a frattazzo.
Tutti gli spigoli degli intonaci interni dovranno essere protetti da paraspigoli fino all'altezza di 1,50 m.
Gli intonaci ignifughi dello spessore previsto dalla DL saranno eseguiti con la stessa metodologia degli altri intonaci, stendendoli in strati successivi fino ad ottenere gli spessori richiesti.

21.2 Intonaci eseguiti a mano

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

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

21.3 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)

Prima di applicare la gunite su pareti in calcestruzzo, degradate, l'Impresa avrà cura di eseguire la sabbiatura ad aria compressa ed un efficace lavaggio con acqua in pressione.
La malta sarà di norma composta da 500 kg di cemento (di tipo IV 32,5 o 32,5R) per m^3. Di sabbia salvo diverse prescrizioni.
Il dosaggio dei componenti deve essere fatto a peso.
L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nelle presenti Norme.
Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,45.
Allo scopo di realizzare un intonaco impermeabile si farà costantemente uso di additivi acceleranti di presa e fluidificanti, del tipo e nella quantità approvate dalla Direzione Lavori.
Le sabbie da impiegare nell'impasto saranno di natura silicea, lavate e vagliate, scevre da limo ed ogni altra impurità.
La granulometria sarà compresa nel seguente fuso avente andamento continuo ed uniforme:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % del totale in peso
Crivelli	10	100

Setacci	5 2 0,4 0,18	98 ÷ 88 73÷63 32÷22 13÷3

L'intonaco avrà di norma spessore di mm. 35 e sarà eseguito in tre strati: il primo strato del tipo boiacca servirà a preparare la superficie per accogliere lo strato successivo, mentre il terzo strato sarà di spessore tale da portare la gunite ai prescritti 35 mm..

Per l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio che verranno fissate al supporto mediante chiodatura.

21.4 Prove e controlli di laboratorio

A discrezione della Direzione Lavori saranno prelevati campioni di sabbia stoccata a piè d'opera per il controllo granulometrico.
Essa, al momento della posa in opera dovrà essere ben asciutta ai fini di ottenere un buon impasto al momento dell'applicazione.
Saranno prelevati campioni di gunite sulla parete (dopo aver completato il ciclo degli strati) per il controllo della percentuale di acqua, della percentuale di cemento, e della curva granulometrica, cospargendo il campione di alcool fino a coprire il prelievo.
Inoltre, durante la posa in opera della miscela saranno prelevati campioni della stessa spruzzandola entro apposite cubettiere con getto normale al fondo dei contenitori; la superficie sarà rasata e fratazzata. La maturazione dei provini avverrà in camera climatica.
La frequenza dei prelievi e il numero dei campioni sarà indicato dalla Direzione Lavori.
Le prove di rottura a compressione a 28 giorni dovranno dare una resistenza non inferiore a 40 MPa.

Art. 22 - IMPERMEABILIZZAZIONE DI PONTI, VIADOTTI

22.1 Norme generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazioni dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.
Strutture sovrastanti strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.
L'esecuzione delle impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne, ecc.; il convogliamento di acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti.
Eventuali perdite che si manifestassero, sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'impresa, a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.
Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, esenti da olii, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia, asciutte e stagionate almeno venti giorni, per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. La pulizia sarà ottenuta mediante lavaggio con getti d'acqua in pressione per l'adeguato asporto delle parti incoerenti seguito da una energica soffiatura con aria compressa.
Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

22.2 Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate autoadesive a freddo armate con rete in polipropilene

22.2.1 Materiali

L'impermeabilizzazione sarà realizzata con guaine preformate costituite da gomma-bitume, armate con rete in polipropilene, autoadesive, applicabili a freddo, resistenti alle temperature di 140 - 150°C, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

Proprietà	Valori	Metodo di prova
Trasmissibilità al vapore d'acqua	0,11 g/m² gg	ASTM E96-94
Resistenza alla trazione	Long. 5,73 N/mm²	ASTM D638-91
Resistenza al punzonamento	253 N	ASTM E154-88
Adesione al calcestruzzo con primer B2	150 N/mm² (-5°C) 3780 N/mm²(+5°C)	ASTM D1000-88
Adesione su se stesso lungo le sormonte	1600 N/mm² (-5°C) 2250 N/mm² (+5°C)	ASTM D1000-88
Adesione all'interfaccia asfalto-membrana	0,3 N/mm²	ASTM D570-88
Flessibilità alle basse temperature	Ottimale a -20°C	MOAT 27-83

22.2.2 Modalità di posa in opera

Dopo aver provveduto alla preparazione delle superfici in calcestruzzo come indicato in precedenza, al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, si provvederà alla stesa del "primer" mediante spruzzo "airless" con adeguata apparecchiatura.
La guaina autoadesiva del tipo preformato dello spessore non inferiore a 1,5 mm e larghezza minima di 1,00 m, sarà incollata direttamente al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.
La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.
Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 Mpa in permeametro, a 60 °C per 5 h, anche nelle eventuali zone di giunto.

22.2.3 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.
Potranno essere prelevati anche tasselli su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.
Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali e le guaine saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.
Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sia sui materiali forniti che su quelli effettivamente messi in opera.

22.3 Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di asfalto

22.3.1 Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm.
Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

– il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.
In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.
Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:
in cui:
v = log 800 - log penetrazione a 25 °C
u = temperatura di P.e.A in K detratti 25 °C

– Filler:
dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.
Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 °C superiore a quello del bitume puro;

– Sabbia:
dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

– Miscela finale:
la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 1%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% (Vb-V = 5-7 in cui Vb è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).
Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115 °C.
Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130 °C.
L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.
Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.
La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

22.3.2 Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1ª procedura

a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 210÷230 °C.
b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 140÷160 °C.
c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.
d) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 200÷210 °C, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2ª procedura

a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 200 °C, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.
b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 200÷210 °C, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

22.3.3 Modalità di applicazione

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiacca o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.
Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 85÷90 °C), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.
Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m² salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 200 °C (± 24 °C); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.
Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.
La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 10 °C.
Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.
In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.
Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 140 °C in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.
Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m².
La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

Art. 23 *- - - articolo non attivo*

23.1 non attivo
23.2 *non attivo*
23.2.1 non attivo
23.2.2 non attivo
23.2.3 non attivo
23.3 *non attivo*
23.3.1 non attivo
23.3.2 non attivo
23.3.3 non attivo
23.3.4 non attivo
23.3.5 non attivo

23.3.6 non attivo
23.3.7 non attivo
23.4 *non attivo*
23.5 *non attivo*
23.6 *non attivo*
23.7 *non attivo*
23.8 *non attivo*
23.8.1 non attivo
23.8.2 non attivo
23.8.3 non attivo
23.9 *non attivo*
23.9.1 non attivo
23.9.2 non attivo
23.9.3 non attivo
23.10 *non attivo*
23.10.1 non attivo
23.10.1.1 non attivo
23.10.1.2 non attivo
23.10.1.3 non attivo
23.10.1.4 non attivo
23.10.1.5 non attivo
23.10.1.6 non attivo
23.10.2 non attivo
23.10.2.1 non attivo
23.10.2.2 non attivo
23.10.2.3 non attivo
23.10.2.4 non attivo
23.10.2.5 non attivo

23.10.2.6 non attivo
23.10.3 non attivo
23.10.3.1 non attivo
23.10.3.2 non attivo
23.10.3.3 non attivo
23.10.3.4 non attivo
23.10.3.5 non attivo
23.10.3.6 non attivo
23.10.3.7 non attivo
23.10.3.8. non attivo
23.10.3.9 non attivo
23.10.4 non attivo
23.10.4.1 non attivo
23.10.4.2 non attivo
23.10.4.3 non attivo
23.10.4.4 non attivo
23.10.4.5 non attivo
23.10.4.6 non attivo
23.10.4.7 non attivo
23.10.4.8 non attivo
23.10.5 non attivo
23.10.5.1 non attivo
23.10.5.2 non attivo
23.10.5.3 non attivo
23.11 ***non attivo***
Art. 24 - - - articolo non attivo
24.1 non attivo
24.2 non attivo
24.3 non attivo
24.4 non attivo
24.5 non attivo
24.6 non attivo
24.7 non attivo
24.8 non attivo
24.9 non attivo
24.10 non attivo
24.10.1 non attivo
Art. 25 - - - articolo non attivo

Art. 26 - ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

26.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 ed al D.M. 14/01/08.

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

Acciaio tipo B450C
- barre d'acciaio (6 mm ≤ Ø ≤ 40 mm), rotoli (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm;
- reti elettrosaldate: 6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm;
- tralicci elettrosaldati 6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm.

Acciaio tipo B450A
- barre d'acciaio (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm), rotoli (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 10mm;
- reti elettrosaldate: 5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm;
- tralicci elettrosaldati 5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm.

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

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

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., l'Appaltatore dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture di acciaio proveniente dalla ferriera o da rivenditore dovranno essere accompagnate dall'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel D.M. citato.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 14/01/08. Rimane comunque salva la facoltà della D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

In caso di armature presagomate e/o saldate il Direttore dei Lavori verifica preliminarmente il possesso dei requisiti del D.M. 14/01/08. In particolare verifica l'esistenza:

- della dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dell'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Se richiesto dal Direttore dei Lavori, all'attestazione di cui sopra seguiranno certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

26.2 Acciaio ad aderenza migliorata - B450A, B450C: controllo di accettazione

L'unità di collaudo per acciai per c.a. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Il Direttore dei Lavori deve eseguire i controlli di accettazione sull' acciaio da c.a., prima della messa in opera del lotto di spedizione e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Il campionamento consiste, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, per ogni classe di diametri, in 3 spezzoni marcati di uno stesso diametro scelto all'interno di un gruppo di diametri di produzione omogenea, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza

del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I campioni prelevati dalla DL o dal Direttore di Stabilimento vanno inviati a laboratori Ufficiali ai sensi DM 380.

Se le barre sono presagomate, il Direttore dei Lavori dopo aver verificato l'Attestazione del Servizio Tecnico

Centrale per il Centro di Trasformazione dell'acciaio per C.A., può recarsi presso il Centro di trasformazione ed effettuare i controlli di accettazione.

In tal caso i prelievi vengono effettuati dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizione impartite dal Direttore dei Lavori.

In ognuno dei casi il Direttore dei Lavori deve assicurare mediante sigle, etichettature, ecc. che i campioni inviati al laboratorio siano quelli da lui prelevati e sottoscrivere la richiesta.

La richiesta deve indicare anche la struttura interessata dal prelievo.

Il Direttore dei Lavori acquisisce i certificati del laboratorio di prova e verifica che i valori di resistenza e allungamento di ciascun campione siano compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI del D.M. sopra citato.

I certificati del laboratorio di prova devono contenere almeno le seguenti indicazioni:

1. identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
2. una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
3. l'identificazione della D.L. dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
4. il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
5. la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
6. la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
7. l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
8. le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
9. i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prova. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare tra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla D.L., barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato. I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14/01/08. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

26.2.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui D.M. 14/01/08, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico. Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate

da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà secondo le indicazioni del D.M. 14/01/08.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto del presente capitolo.

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

26.2.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo del tipo B450C o B450A, controllate in stabilimento di diametro compreso tra 6 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel D.M. 14/01/08. Per il controllo di accettazione si richiama quanto previsto nel D.M. 14/01/08, e a quanto riportato nei precedenti punti

26.2.3 Zincatura a caldo degli acciai

Quando prescritto dalla DL gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

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

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto II della Norma UNI EN 10080:2005..Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

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

26.2.3.1 Trattamento preliminare

Comprende operazioni di sgrassaggio, decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 130-160 °C.

26.2.3.2 Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179:2005, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 440-450 °C; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 460 °C.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2, corrispondente ad uno spessore di 85 micron ± 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se prescritto dalla DL, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

26.2.3.3 Finitura ed aderenza del rivestimento

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

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

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

26.2.3.4 Verifiche della zincatura

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

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

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

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura

mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la la Norma UNI EN 1460:1997

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m^2 +10% la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m^2 -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

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

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

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

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

26.2.3.5 Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al D.M. 14/01/08 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

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

26.2.4 Posa in opera delle armature per c.a.

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

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

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/08 emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

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

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

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

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

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

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

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

26.2.5 Giunzioni di barre da c.a.

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

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

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

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

26.2.6 Manicotti filettati per armature ordinarie

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

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

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

- tensione di snervamento ≥ 550N/mm^2
- tensione di rottura ≥ 750N/mm^2

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi. Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

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

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

26.3 Acciaio per c.a.p.

26.3.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. 14/01/08.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi. L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della D.L. di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

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

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

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

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

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14/01/08.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

26.3.2 Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

26.3.3 Posa in opera della armatura di precompressione

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti fissati in punti ad interasse non superiore a 60cm.

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

26.4 Copriferri

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p. contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche "(D.M. 09/01/96) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3.00cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere conforme al punto 4.1.3.3 del citato D.M. 09/01/1996 ess.mm.ii.

In corrispondenza di angoli o punti dove la piegatura delle barre da c.a. (effettuata secondo i raggi di curvatura previsti nel D.M. 09/01/1996) rende il copriferro localmente superiore a 5.00cm, si dovrà prevedere la presenza di armatura secondaria di piccolo diametro sagomata in maniera tale da mantenere il copriferro non superiore, in alcun punto, a 5.00cm. In alternativa alle reti elettrosaldate si potrà far ricorso a barre di diametro non superiore a 8.00mm posizionate ad interasse non superiore ai 25.00cm e collegate da barre ortogonali di eguale diametro, di cui almeno una sullo spigolo, e distanziate non oltre 25.00cm.

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

26.5 Tolleranze

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

In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a ± 2 cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a ± 5 cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali.

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

Art. 27 - ACCIAIO PER CARPENTERIA

27.1 Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

27.2 Documentazione

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati" ai sensi del D.M. 14/01/2008; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori in copia riproducibile gli elaborati costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- tipi e qualità degli acciai impiegati;
- tipi e qualità dei bulloni impiegati;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

Per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Gli oneri suddetti sono a carico dell'Appaltatore.

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo all' Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature alla consulenza di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M.14/01/2008 e tenendo conto delle raccomandazioni fornite dall'Ente di consulenza o dalle prescrizioni indicate nelle presenti Norme Tecniche. Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

L'Appaltatore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204;
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi del D.M. 14/01/2008, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

27.3 Materiali impiegati

Verranno impiegati acciai di tipo auto proteggente aventi resistenza migliorata alla corrosione atmosferica con caratteristiche meccaniche equivalenti a S355J2G3 per tutti gli elementi da saldare (lamiere per piattabande, anime, piastre, irrigidimenti, ecc.) e caratteristiche chimiche in accordo a quanto previsto dalla Norma UNI-EN10155.

Per i profili commerciali si userà acciaio tipo S355JO.

Per i pioli Nelson si userà acciaio tipo ST37-3K secondo DIN 17100.

La bulloneria (per le caratteristiche chimiche e meccaniche si rimanda alla UNI 3740) sarà così associata:

- viti classe 8.8 secondo UNI5712;
- dadi 6s secondo UNI5713;
- rondelle in acciaio C50 secondo UNI5714;
- piastrine in acciaio C50 secondo UNI5716 - UNI5715.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati" ai sensi del D.M. 14/01/2008; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

27.3.1 Identificazione e rintracciabilità dei materiali

All'atto del taglio delle lamiere sarà garantita la rintracciabilità delle stesse almeno per quanto riguarda anima e piattabanda delle travi e in genere per tutti i componenti principali.

Tale rintracciabilità sarà ottenuta o con punzonatura delle lamiere o con opportuna documentazione (Piani di taglio).

27.4 Modalità esecutive

Per le modalità esecutive si farà riferimento al capitolo "Regole pratiche di progettazione ed esecuzione" della CNR10011, ovvero, laddove più restrittivo, a quanto indicato nei paragrafi successivi.

27.4.1 Soggezioni ambientali

Per le saldature le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale saranno in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La verniciatura in opera, ove prevista, deve essere fatta in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

27.4.2 Tolleranze geometriche

In generale le tolleranze di costruzione devono essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio e delle tolleranze riconosciute come accettabili da normative nazionali e/o europee in atto od in emissione alla data di realizzazione dell'opera.

27.4.3 Taglio e cianfrinatura delle lamiere

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia. L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se una adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione deve essere secondo UNI 11001.

Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere a contatto; è tollerato un gioco massimo di 3 mm, per spessori maggiori di 10 mm, da ridurre adeguatamente per spessori minori o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve essere non maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1,5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

Prima delle operazioni di saldatura si dovrà effettuare un esame visivo dei lembi al fine di riscontrare eventuali discontinuità; qualora vengano riscontrate discontinuità si dovrà procedere ad un esame magnetoscopico. Le discontinuità di modeste dimensioni (2-3mm di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla D.L. per approvazione.

In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato.

27.4.4 Saldature

In generale non potranno essere eseguite saldature qualora la temperatura dell'ambiente sia inferiore a +5 °C, e quando le superfici da unire siano umide; in questo ultimo caso è necessario provvedere all'asciugatura delle superfici mediante fiamma (T=50°C).

27.4.4.1 Classi delle saldature

Vale quanto prescritto nel D.M. 14/01/2008.

27.4.4.2 Procedimenti di saldatura

Le saldature potranno essere realizzate utilizzando i seguenti procedimenti:

- SAW (saldatura automatica ad arco sommerso). Per i giunti anima - piattabanda a parziale
- penetrazione non è consentito l'uso di procedimento ad arco sommerso a teste contrapposte.
- FCAW (saldatura semiautomatica ad arco con filo animato sotto protezione di gas). Con tale procedimento di saldatura dovranno essere impiegati:
  - filo animato basico per le posizioni di saldatura in piano e piano frontale;
  - filo animato rutilico per la posizione di saldatura verticale ascendente.
- GMAW (saldatura semiautomatica ad arco con filo pieno sotto protezione di gas).
- SMAW (saldatura manuale ad arco con elettrodo rivestito). Con tale procedimento si dovranno adottare esclusivamente elettrodi a rivestimento basico, omologati secondo la norma UNI 5132. Il diametro massimo utilizzabile sarà 4 mm per la saldatura in verticale ascendente e in sopratesta, 5 mm per la saldatura in piano.
- Saldatura dei pioli con procedimento automatico tipo NELSON.

In generale i materiali d'apporto dovranno garantire in zona fusa le stesse caratteristiche di resistenza alla corrosione del materiale base.

27.4.4.3 Elettrodi

Devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132, in accordo con D.M.14/01/2008.

Gli elettrodi devono essere usati con il tipo di corrente, continua o alternata, e di polarità per cui sono stati omologati. Devono altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione all'asciutto e, in genere, alla pre essicazione degli elettrodi a rivestimento basico.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, deve essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale deve essere non maggiore di 6mm per saldatura in piano e di 5mm per saldatura in verticale.

27.4.4.4 Qualifica del personale e delle procedure

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere certificati, da un organismo di terza parte, ai sensi del punto 2.4.2 del D.M. 14/01/2008: A tale proposito si potrà fare riferimento alla norma UNI EN 288-3.

Tutti i saldatori dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 287-1.

Tutti gli operatori delle macchine automatiche dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418.

27.4.4.5 Specifiche di saldatura

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

Le specifiche dei giunti di produzione (WPS) saranno redatte sulla base di quanto indicato nella norma UNI EN 288-2.

In generale dovranno essere indicate le seguenti informazioni:

- identificazione del costruttore;
- identificazione della WPS;
- riferimento al verbale di qualificazione di procedura di saldatura (WPAR) o ad altri documenti richiesti;
- tipo di metallo base;
- dimensione del materiale: campi di spessori del giunto;
- procedimento di saldatura;
- geometria del giunto: schizzo del giunto mostrante forma e dimensioni, e sequenza passate;
- posizione di saldatura;
- preparazione del cianfrino;
- tecnica di saldatura: angolazione della torcia, oscillazione, ecc.;
- eventuale solcatura a rovescio; - eventuale sostegno a rovescio; - materiali d'apporto: designazione, dimensioni, trattamenti di condizionamento;
- parametri elettrici: Tipo di corrente, campo di corrente, campo di tensione, ecc.;
- eventuali parametri di macchina: velocità di avanzamento e di alimentazione filo;
- temperatura di preriscaldo; - temperatura di interpass;
- eventuale trattamento termico dopo saldatura;
- indicazioni specifiche per i vari gruppi di procedimenti di saldatura.

In particolare per quanto riguarda la temperatura di preriscaldo, si dovrà fare riferimento a quanto stabilito dalla norma EN 1011-2, individuando il corretto valore di tale temperatura, noti lo spessore combinato del giunto, l'apporto termico specifico di saldatura, il valore del Carbonio Equivalente CE, funzione della composizione chimica del materiale base e ottenibile attraverso la formula:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+Mo+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15}$$

27.4.4.6 Modalità esecutive

Le operazioni di puntatura saranno effettuate da personale opportunamente qualificato, adottando gli stessi materiali d'apporto nonché tutti gli accorgimenti prescritti per le operazioni di saldatura, compreso il rispetto della temperatura di preriscaldo. I punti depositati da personale non qualificato dovranno esser rimossi prima dell'esecuzione della saldatura.

La lunghezza dei tratti di puntatura dovrà essere di almeno 50 mm. Le estremità di tali tratti dovranno essere accuratamente molate e controllate per evitare la presenza di difetti.

Le saldature dovranno essere eseguite con tecnica ad una o più passate, in accordo con le WPS approvate.

Per quanto possibile i componenti dovranno essere saldati a ritiro libero, in modo da ridurre il grado di vincolo durante la saldatura.

Dove possibile le saldature dovranno essere eseguite in piano. Non è consentita la posizione verticale discendente.

In generale i giunti testa a testa dovranno essere saldati senza interruzione fino al completamento di almeno metà dello spessore.

Tutte le tracce di scoria e di flusso residuo di ogni passata dovranno essere rimosse prima della passata successiva.

Fatta eccezione per la posizione verticale ascendente, dovrà essere adottata la tecnica di saldatura a passata stretta.

L'innesco d'arco dovrà avvenire all'interno del giunto, interessando solo le superfici dei lembi.

Nei giunti testa a testa si predisporranno sempre talloni di estremità da rimuovere a fine saldatura.

Le temperature di preriscaldo e di interpass, in accordo con le WPS approvate, saranno controllate in fase di saldatura con gessetti termometrici o altri mezzi idonei.

27.4.4.6.1 Sequenze di saldatura

I giunti testa a testa trasversali di giunzione delle travi e del fondo, dovranno essere effettuati con sequenza opportuna.

A tal fine dovrà essere prevista, in fase di prefabbricazione, una scucitura tra anima e piattabanda e anima e fondo cassone di almeno 250 mm da ogni lato del giunto, per consentire il corretto allineamento delle lamiere delle piattabande, del fondo e delle anime delle travi.

In cantiere si procederà saldando piattabande e fondo, anime, e infine il tratto di 500 mm anima piattabanda a cavallo del giunto trasversale.

27.4.4.6.2 Riparazione dei giunti saldati

L'eliminazione dei difetti dovrà essere realizzata tramite molatura o scriccatura con arc-air seguita da molatura.

Nel caso di impiego di arc-air, si dovrà provvedere ad applicare un preriscaldo con temperatura di 25°C maggiore di quella adottata per le saldature.

Dopo la scriccatura si dovrà verificare con esame visivo e magnetoscopico la completa rimozione del difetto; lo scavo dovrà presentarsi ben raccordato al materiale base circostante.

Le riparazioni saranno effettuate con procedimento a elettrodo rivestito SMAW, da saldatori certificati.

Le riparazioni effettuate dovranno essere ricontrollate al 100% con controllo visivo, e con il controllo non distruttivo più adeguato.

27.4.4.6.3 Finitura delle superfici

In fase di finitura dovranno essere eliminati, tramite molatura, tutti gli spruzzi, le puntature, e tutti gli elementi utilizzati come collegamenti provvisori durante la fabbricazione.

Una volta rimosse le puntature e gli elementi provvisori, si dovrà procedere ad un esame visivo della superficie lavorata e, se necessario, anche ad esame magnetoscopico.

Eventuali colpi d'arco dovranno essere molati.

27.4.5 Unioni Bullonate

I fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale.

I bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.

Nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi.

Non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro- chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione al D.M. 14/01/2008; entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M.14/01/2008 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultate da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale autorizzato dall'A.S. in data non anteriore ad un mese.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi equipaggiate con un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del ± 5%.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/05.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori. L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

Per ogni unione con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

27.4.6 Connettori e parti annegate nei getti

Ove indicato in progetto, si provvederà ad equipaggiare le membrature in acciaio con appositi connettori per la trasmissione degli sforzi dalle strutture in calcestruzzo a quelle in acciaio.

Il dimensionamento e le modalità di montaggio dei connettori sulle strutture in acciaio dovranno essere eseguiti in accordo alle specifiche indicate nelle istruzioni del CNR 10016 - 85 e successive modifiche ed integrazioni.

Le parti destinate ad essere integralmente incorporate nei getti di conglomerato cementizio devono essere soltanto accuratamente sgrassate e sabbiate.

27.4.7 Durabilità

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui al capitolo "Verniciature" delle presenti Norme Tecniche.

Al fine di evitare ristagni di acqua all'interno dei cassoni in carpenteria metallica si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione, evitando la formazione di punti di ristagno.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nell'articolo precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

27.5 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi di appoggio perverranno agli 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 ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni da effettuare ai sensi della normativa vigente.

A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo. Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo normativa vigente, prove meccaniche e chimiche su 3 serie ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi altre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione su 3 serie ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla D.L. Le prove da eseguire su bulloni e viti saranno eseguite ai sensi della parte 3^ della UNI 3740.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale autorizzato dall'A.S., ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 ed alle norme UNI qui di seguito citate.

- Profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati

  Ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle caratteristiche meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:
  - UNI 7070/82- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
  - UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
  - UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

– Materiali vari per elementi non saldati (lamiere strigliate, grigliati);

  La certificazione accompagnatoria di ogni, lotto deve essere conforme alle Norrne UNI 7070/82.

– Bulloneria

  Ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:
  - UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
  - UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni 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 ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

27.6 Collaudo dimensionale e di lavorazione

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Appaltatore.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

27.7 Montaggio

L'Appaltatore dovrà, sulla base delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo:

– redigere un piano dettagliato di lavorazione;
– definire le modalità di assemblaggio delle travate;
– definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette verifiche positive la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto negli elaborati di progetto.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e 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.

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.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla 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 la 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, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

27.8 Prove e controlli in corso d'opera

27.8.1 Controllo delle saldature

Prima delle operazioni di saldatura dovrà effettuarsi un esame visivo dei lembi al fine di riscontrare eventuali discontinuità; qualora vengano riscontrate discontinuità si dovrà procedere ad un esame magnetoscopico. Le discontinuità di modeste dimensioni saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla D.L. per approvazione.

Le saldature devono essere controllate a cura dell'Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione.

I collegamenti saldati saranno sottoposti ai seguenti controlli non distruttivi, nelle percentuali indicate:

- Giunti a T con cordoni d'angolo e a parziale penetrazione:
  - Esame visivo: 100% delle saldature;
  - Esame magnetoscopico: 20% delle saldature anima-piattabanda delle travi;10% delle saldature rimanenti.
- Giunti testa a testa a piena penetrazione:
  - Esame visivo: 100% delle saldature;
  - Esame magnetoscopico: 20% delle saldature;
  - Esame ultrasonoro: 100% dei giunti tesi;50% dei giunti compressi trasversali; 25% dei giunti longitudinali di anima e fondo.
- Pioli NELSON:
  - Esame visivo: 100% delle saldature;
  - Prova di piegamento a 30: 5% delle saldature.

27.8.1.1 Esame visivo

Sarà applicato, secondo le modalità della UNI EN 970.

27.8.1.2 Esame magnetoscopico

L'esame magnetoscopico sarà condotto secondo le modalità della EN UNI 1290.

27.8.1.3 Esame ultrasonoro.

L'esame ultrasonoro sarà adottato in tutti i giunti a piena penetrazione, e sarà condotto secondo le modalità di classe 1 della norma UNI EN 1714.

27.8.2 Controllo delle unioni bullonate

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria. Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

27.8.3 Controllo dei connettori tipo Nelson

Tutti i pioli saranno sottoposti ad esame visivo per accertare l'assenza di discontinuità nel collarino metallico dopo saldatura.

Eventuali discontinuità saranno ripristinate con elettrodi rivestiti.

Non ammessa la presenza di cricche nelle saldature dei pioli.

Su almeno il 5% sarà eseguita una prova di piega ai sensi delle istruzioni CNR UNI 10016, consistente nel piegamento a 30° a colpi di mazza. In caso di rottura di almeno il 5% dei pioli testati, tutti i pioli della stessa membratura saranno sottoposti alla stessa prova.

27.9 Criteri di accettabilità dei difetti

Per quanto riguarda i controlli non distruttivi di cui sopra, le saldature, in funzione della loro importanza, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- saldature principali: i giunti di testa, i giunti anima-piattabanda, le nervature trasversali alle
- piattabande o al fondo, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B; - Saldature secondarie: le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità C;
- saldature dei pioli NELSON: le saldature dei pioli dovranno soddisfare i requisiti della norma CNR 10016-85 Appendice B.

27.9.1 Estensione dei controlli in caso di esito negativo

Nel caso di esito negativo, i controlli non distruttivi saranno estesi per 1 m da ogni lato del difetto o, nel caso di giunti corti (inferiori a 1 m) a due giunti adiacenti.

Nel caso di ulteriori difetti i controlli saranno estesi al 100% del giunto difettoso.

Nel caso vengano rilevati difetti planari, l'estensione al 100% sarà immediata.

Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dalla D.L. o dai suoi rappresentanti in funzione dell'esito dei successivi controlli.

27.10 Collegamenti speciali

I giunti testa a testa di lamiere non previsti a disegno, verranno controllati al 100% con esame visivo (secondo UNI EN 970), magnetoscopico (secondo UNI EN 1290) e ultrasonoro (secondo UNI EN 1714), e verranno riportati sui disegni "as built".

Come criterio di accettabilità, tali giunti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B.

27.11 Personale addetto alle ispezioni e controlli delle saldature

I lavori di preparazione, assemblaggio e saldatura degli elementi strutturali in officina ed in cantiere dovranno essere eseguiti sotto la supervisione di un Organismo Indipendente che dovrà mettere a disposizione personale certificato come EWI (European Welding Inspector) con specifica e documentata esperienza nel campo della realizzazione delle strutture metalliche e dei ponti in particolare, con il coordinamento di un EWE(European Welding Engineer).

I controlli non distruttivi dovranno essere condotti da personale dello stesso Organismo Indipendente, certificato di Livello 2 secondo UNI EN 473, sotto la supervisione di un esperto di Livello 3.

27.12 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, 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 ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spesa dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nelle norme vigenti.

Art. 28 - APPARECCHI DI APPOGGIO PER IMPALCATI

28.1 Generalità

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" , alle C.N.R. - UNI 10018 e alle UNI EN 1337.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori i requisiti prestazionali degli apparecchi di appoggio che intende adottare, che dovranno corrispondere ai tipi stabiliti in progetto.

Dovranno essere specificati:

a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscose ed al ritiro del calcestruzzo;
b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
d) l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
g) l'indicazione delle reazioni che l'apparecchio dovrà sopportare;
h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.
i) In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.
j) Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere preregolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

28.2 Materiali

In linea di massima, le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

1) Acciaio laminato.
Gli acciai saranno della classe S235J2G3, S275J2G3 e S355J2G3 secondo UNI EN 10025/95, relativamente agli acciai non legati e S235J0W e S355J0W relativamente agli acciai resistenti alla corrosione atmosferica non saldati e S235J2G1W, S275J2G1W e S355J2G1W relativamente agli acciai saldati secondo UNI EN 10155/95.
2) Acciaio fuso o per getti.
Sarà della classe FeG52 delle norme UNI 3158-77.
3) Acciaio inossidabile.
Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-71.
Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-66 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a 600C ± 2, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi. La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1 μ (UNI 3963).
4) Elastomeri.
Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.
Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:
   – resistenza a trazione, ≥ 10 N/mm^2 [100 Kg/cm^2] (UNI 6065-67);
   – allungamento a rottura, ≥ 300% (UNI 6065-67);
   – deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%; 24h; 70°C) ≥ 20%;
   – durezza Shore (come da UNI EN ISO 868).
5) Politetrafluoroetilene (PTFE).
Per le superfici di scorrimento.
Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.
Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-66, saranno le seguenti:
   – densità 2,13÷2,23 g/cm^3;
   – resistenza a trazione (23°C), ≥ 24 N/mm^2 [240 Kg/cm^2];
   – allungamento a rottura (23°C), ≥ 300%;
   – durezza Shore (come da UNI EN ISO 868).
6) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.
Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.
Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35% C.
Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:
   – penetrazione su campione rimaneggiato, 240-295 dmm (DIN 51804);
   – punto di congelamento, ≤ - 50°C (DIN 51556);
   – essudazione (Bleeding) 24h a 150°C, ≤ 3% (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).
7) Altri materiali.
L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio ed acciaio cromato (su supporto (S355J2G4) (Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:
   – documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;

– proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

28.3 Prove sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico, secondo le norme di accettazione riportate nei punti 28.1 e 28.2.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

28.4 Fabbricazione

28.4.1 Acciaio inossidabile

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5., anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensione	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2,5 mm
Più di 600 mm	3,00 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

28.4.2 PTFE

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo. Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini. Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà, variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensione max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
Fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2

600 ÷ 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2+-0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento. In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2±0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) Pressioni ammissibili

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm^2 [300 Kg/cm^2];
- con carico massimo, 45 N/mm^2 [450 Kg/cm^2].

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm^2 [600 Kg/cm^2] se i carichi non agiscono in modo permanente. In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm^2 [170 Kg/cm^2];
- con carico massimo, 25 N/mm^2 [250 Kg/cm^2].

b) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

28.4.3 Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE, nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibili (indicativamente a -30^0 C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

28.4.4 Parti in composizione saldata

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di lavorazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14 gennaio 2008.

28.4.5 Protezione anticorrosiva

Tutte le parti metalliche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco, seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nelle presenti Norme Tecniche.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile all'atto della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

28.4.6 Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschiapolvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio. I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 28.5.3. e 28.5.4., dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

28.5 Assemblaggio

28.5.1 Collegamenti provvisori

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera. A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

28.5.2 Pre-regolazione

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

28.5.3 Contrassegni

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

28.5.4 Riferimenti

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.
In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.
Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

28.6 Posa in opera

28.6.1 Verifica delle sedi predisposte

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio. Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza e per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo. In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

28.6.2 Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e soprastanti con zanche d'ancoraggio. E' a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta

cementizia reoplastica (quest'ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contro piastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta. Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

28.6.3 non attivo

Art. 29 - SOLLEVAMENTO DAL BASSO DEGLI IMPALCATI

Il sollevamento dal basso degli impalcati è preliminare alla sostituzione degli apparecchi di appoggio, al conseguente ripristino dei baggioli, al rifacimento dei pulvini, rettifica dell'appoggio delle travi ed eventualmente all'adeguamento della pendenza trasversale del manufatto.

In relazione alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento di una o di entrambe le testate contemporaneamente, costituite da un qualunque numero di travi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i traversi, sui piani di pila o spalla o su piani di posa realizzati opportunamente mediante particolari attrezzature in acciaio. L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato mediante trasduttori di misura centesimale con lettura a distanza su apparecchio digitale posto presso il posto di comando della centralina.

Per mantenere sollevati gli impalcati durante il tempo occorrente per i lavori di sostituzione degli appoggi, ripristino dei pulvini e la rettifica dell'appoggio delle travi e loro stagionatura potranno essere usare scatole a sabbia o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori.

Prima di procedere al sollevamento l'Impresa dovrà accertarsi che la struttura da sollevare non sia soggetta a sollecitazioni maggiori di quelle previste in esercizio, né localmente né globalmente, quando risulterà appoggiata sui martinetti idraulici e che nella fase di sollevamento la struttura risulti comunque stabile nei riguardi di eventuali forze orizzontali applicate (vento, urti, componenti peso proprio, ecc.).

Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisionali di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali.

A tale riguardo dovranno essere adottate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinali dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento.

Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente.

A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Impresa dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un importo corrispondente al valore di ricostruzione.

MARTINETTI PROVVISORI

La documentazione tecnica relativa ai martinetti sarà trasmessa dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di varo. Nella documentazione dovranno essere chiaramente riportate le specifiche prestazionali del martinetto con chiara indicazione dei seguenti dati:

- La curva di calibrazione forza/pressione del martinetto determinata in Laboratorio Ufficiale non anteriore di 3 mesi.
- La forza massima di esercizio. Tale valore dovrà essere non inferiore a 1,5 volte il valore massimo previsto in sede progettuale.

- La corsa massima di esercizio. Tale valore deve essere non inferiore a 1,5 volte il valore massimo previsto in sede progettuale.
- Il Costruttore.
- I dati tecnici dell'apparecchio prescelto.

I martinetti costituenti un'unica linea di appoggio saranno collegati da un sistema centralizzato di controllo automatico delle pressioni capace di assicurare in ogni istante il mantenimento e la omogenea distribuzione delle forze nei singoli martinetti.

Art. 30 - GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI DI OPERE D'ARTE

30.1 Generalità

I giunti di dilatazione per impalcati dovranno essere idonei a consentire le dilatazioni indicate negli allegati di progetto e saranno composti da:

- un dispositivo di tenuta all'acqua costituito da una scossalina o un profilato in neoprene fissati alla soletta con tecniche idonee a garantire la perfetta impermeabilizzazione del varco;
- un dispositivo di continuità del piano viabile realizzato con con piastre in elastomero armato, piastre metalliche con configurazione a pettine, dispositivi metallici a pantografo o quant'altro idoneo a sopportare le dilatazioni previste in progetto garantendo la continuità del piano viabile.

I giunti dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" ed alle Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (Legge 5 novembre 1971 n.1086 e relativo D.M. in vigore).

Sulla base di tali dati l'Impresa dovrà specificare caratteristiche dimensionali e tecnologiche dei dispositivi proposti, con il corredo di disegni costruttivi e di quant'altro necessario ad illustrare la tipologia.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni.

30.2 Requisiti prestazionali

30.2.1 Continuità e movimento

Il giunto deve consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni relative delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza.

Eventuali spostamenti trasversali dovranno essere evidenziati esplicitamente nel progetto.

Significativi spostamenti verticali dovranno di norma essere impediti dal sistema di vincolo della struttura, in quanto pregiudizievoli alla sicurezza del traffico veicolare e alla durabilità del giunto stesso.

Eventuali diverse esigenze dovranno essere oggetto di specifica prescrizione.

30.2.2 Impermeabilità

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile; nel caso in cui sia previsto il passaggio attraverso il giunto, le acque devono essere raccolte immediatamente sotto di esso in apposita canaletta ed allontanate dalle strutture adiacenti.

L'impermeabilizzazione è ottenuta mediante l'impiego di materiali atti alla sigillatura e con dispositivi di sottopavimentazione realizzati con scossaline o con canali di gronda collegati senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

30.2.3 Drenaggio e caditoie

Il giunto deve essere munito di dispositivi di drenaggio atti a smaltire le acque che si infiltrano al di sotto della pavimentazione stradale. I dispositivi di drenaggio non devono interferire con le strutture principali dell'opera.

Per un corretto funzionamento del sistema di drenaggio è indispensabile prevedere, nel caso non siano presenti, delle adeguate caditoie a ridosso del sistema di drenaggio del giunto.

30.2.4 Aderenza

Il giunto deve garantire una idonea aderenza ai pneumatici dei veicoli ed in particolare tutti i giunti longitudinali dovranno presentare opportuni risalti o irruvidimenti superficiali in modo tale da garantire una adeguata aderenza.

30.2.5 Resistenza alla corrosione

Tutte le parti in acciaio, eccettuati i tipi di acciaio citati nel comma successivo, devono essere protette dalla corrosione in tutte le superfici non a contatto con il calcestruzzo, con un idoneo ciclo protettivo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e le parti di giunto realizzate nei seguenti tipi di acciaio:

- acciai inossidabili austenitici;
- acciai inossidabili martensitici;
- acciai resistenti alla corrosione (WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari).

30.2.6 Manutenzioni

Il giunto non deve pregiudicare alcuna operazione di ordinaria e straordinaria manutenzione delle opere d'arte (es.: sollevamenti, ispezioni, ecc.) nonché le operazioni invernali (urto di coltelli spazzaneve).

30.3 Materiali - requisiti

La fabbricazione dei giunti, dei dispositivi di collegamento tra opera e giunti, dovrà avvenire impiegando esclusivamente i materiali previsti in sede di progetto la cui qualità dovrà essere comprovata mediante idonea certificazione.

A tal fine, su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Fornitori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi.

La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.

Qualora i valori risultassero minori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

30.3.1 Acciaio da costruzione

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20°C secondo UNI EN 10045 ≥ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

30.3.2 Acciaio inossidabile

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti il progetto indicherà le normative di riferimento.

30.3.2.1 Superfici di scorrimento e scossalina

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr Ni 1712 UNI 8317 (AISI 316).

La scossalina principale di tenuta trasversale se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 (AISI 304) di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

30.3.2.2 Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile dei seguenti tipi:

X16	CrNi 16	UNI EN 10088-3 allo stato bonificato
X5	CrNiMo 1712	UNI EN 10088-3

30.3.3 Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che ne attesti la idonrità e validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo richieste di migliori caratteristiche proposte dall'Impresa, dovranno risultare le seguenti:

– Carico unitario di rottura a trazione secondo	UNI 10002	15 MPa
– Carico unitario di di scostamento dalla proporzionalità secondo	UNI 10002	175 MPa
– Allungamento secondo	UNI 10002	1,5%
– Durezza Brinell secondo	UNI EN 6506-1	70

30.3.4 Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle Istruzioni CNR 10018/87.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di Hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

30.3.5 Malte, betoncini e resine

Le malte cementizie per i collegamenti dei giunti con le strutture delle opere dovranno essere reoplastiche, a ritiro compensato, fibrorinforzate con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio con rapporto di aspetto L/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", premiscelate e presenti nella malta in quantità > 7,5% in peso sulla malta secca; è ammessa la loro armatura con tondini o reti.

I betoncini saranno ottenuti aggiungendo alla malta inerti lavati, di pezzatura 5 ÷ 10 mm, in quantità pari al 35% del peso complessivo della miscela secca.

La formulazione delle resine e degli inerti dovrà essere compatibile con l'umidità e la temperatura del supporto.

30.4 Posa in opera

30.4.1 Piani e vani di posa

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera riferite al giunto in posizione di apertura media. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di montaggio. Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera potrà avvenire prima, ovvero dopo, la stesa della pavimentazione in conglomerato bituminoso sull'impalcato, in dipendenza del tipo di giunto proposto.

La posa in opera dopo la stesa della pavimentazione, verrà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta e/o betoncino cementizio reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato, predosato, opportunamente armato,collegato alla testata, per portare in quota il piano d'appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente;
- pre-regolazione, da eseguirsi a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto e le disposizioni della Direzione Lavori in base alla stagione ed alle caratteristiche dell'opera;
- completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione;
- esecuzione del giunto di cordolo.

30.4.2 Pre-regolazione

La pre-regolazione del giunto avverrà in base ai dati forniti dalla Direzione Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori.

La pre-regolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi d'appoggio.

30.4.3 Raccordo con la pavimentazione

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto sarà di larghezza minima di 100 mm ed andrà eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

30.4.4 Sistema di raccolta delle acque

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto in progetto, da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Entrambi i sistemi dovranno interessare tutta la larghezza dell'impalcato anche qualora il giunto sia limitato alla sola zona carrabile.

30.4.5 Raccordo con i cordoli e le barriere

In entrambi i casi i raccordi saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione ≤ 50 mm: guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato nell'art.30.3.4;
- per i giunti di escursione > 50 mm : coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato nell'art.30.2.5.

30.4.6 Prove e controlli

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a comprovare l'omologazione del prodotto ottenuta mediante una serie di prove preliminari eseguite dal Fornitore articolate in prove di funzionalità, di carico e prove a fatica.

Dovrà inoltre fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Fornitori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite presso laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

30.4.7 non attivo

30.5 GIUNTI A TAMPONE VISCOELASTICO

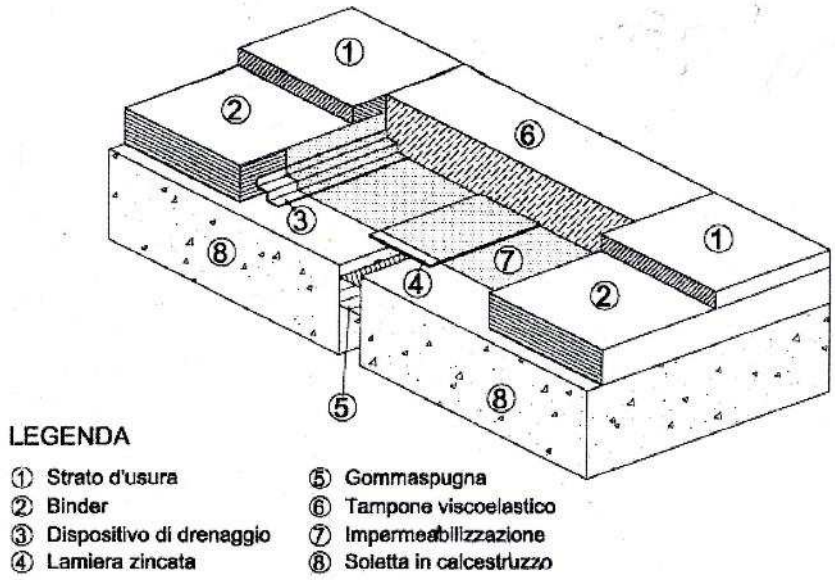
La peculiarità di questo giunto è la capacità di assecondare i movimenti lenti dell'opera d'arte con deformazioni di tipo viscoso del conglomerato componente il tampone.

30.5.1 Descrizione tecnica

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione: il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera;
- dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni opportune: tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico;
- tampone in conglomerato bituminoso chiuso: esso deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti.

Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni.
Il tampone viscoelastico avrà una larghezza di cm 0,50 e potrà avere uno spessore medio di cm 11.
Nell'eventualità di spessori maggiori di pavimentazione, la maggiore quantità di tampone sarà compensata con il prezzo previsto separatamente da quello del giunto e misurato in decimetri cubici.



30.5.2 Modalità di esecuzione

Il giunto sarà composto da una combinazione di legante bituminoso gommato e di aggregato. Il giunto verrà realizzato sul luogo di installazione mediante un procedimento a caldo. Il legante bituminoso sarà scaldato in speciali caldaie fino alla temperatura di applicazione di 170° C – 190° C.

L'aggregato dovrà essere costituito da basalto, granito o gabbro, e dovrà essere in misura unica. Per il giunto standard la misura dell'aggregato è 20 mm. In casi particolari potranno essere usati formati diversi. L'uso di aggregato di dimensione unica permetterà di ottenere un rapporto costante tra pietra e legante bituminoso necessario per avere la combinazione ideale di flessibilità e resistenza al carico.

La pietra dovrà essere selezionata, pulita ed inviata sul luogo di lavoro immediatamente prima dell'uso verrà ulteriormente pulita in una betoniera forata e riscaldata con una lancia ad aria compressa fino alla temperatura di 100 ° C – 150 ° C.

Il giunto dovrà comprendere l'intera altezza del tappeto di asfalto dell'impermeabilizzazione fino alla struttura di calcestruzzo, aderendo completamente alle facce verticali dell'asfalto ed al calcestruzzo sottostante.

Il giunto verrà realizzato mediante taglio, demolizione e asportazione della pavimentazione e/o dei giunti esistenti.

L'apertura tra le strutture in calcestruzzo dovrà essere pulita a fondo, rimuovendo i detriti per tutta la lunghezza della soletta. Lo scavo comprese le facce verticali dell'asfalto verrà completamente pulito, asciugato e scaldato per mezzo di una lancia ad aria calda compressa. Il calcestruzzo scheggiato o fallato o con spigoli rotti dovrà essere riparato con sistemi di riparazione corretti, in accordo con la Direzione Lavori.

Effettuate queste operazioni sarà necessario scaldare nuovamente lo scavo e dopo l'applicazione del dispositivo di drenaggio delle acque meteoriche introdurre tra l'apertura delle due solette della gommaspugna a contenimento del legante bituminoso che andrà steso su tutti i lati dello scavo, orizzontali e verticali.

Una lamiera zincata dello spessore di 2.50 mm sarà posta sopra l'apertura per evitare la fuoriuscita di aggregato durante la costruzione del giunto e per meglio distribuire l'azione del traffico; sulla lamiera verrà versato del legante bituminoso gommato. L'aggregato scaldato sarà posto nello scavo in strati tra i 20 mm e i 40 mm secondo la profondità totale del giunto ed ogni strato dovrà essere immediatamente ricoperto con il legante bituminoso gommato anzidetta a caldo e lavorato con rastrello per rivestire la pietra, riempire gli interstizi e coprire esattamente lo strato.

L'ultimo strato di riempimento verrà portato sino a 20 – 25 mm al di sotto del livello della pavimentazione stradale. Lo strato di copertura, che verrà realizzato subito dopo sarà composto di aggregato e bitume in quantità pari al 75% di pietra ed al 25% di bitume portati alla temperatura di 170° C e miscelati sul posto in una betoniera.

Verrà esteso in modo tale da essere leggermente al di sopra del piano stradale. Quando la temperatura del composto scende fino a circa 60° C sarà compattato con un rullo vibrante fino a raggiungere il livello di pavimentazione circostante. Per finire, sulla superficie del giunto dovrà essere versato e steso del legante bituminoso nella quantità necessaria a riempire i vuoti esistenti nello strato superiore del giunto e comunque non prima di 2 ore dalla ultimazione.

30.5.3 Movimenti

Una volta ultimato il giunto a tampone dovrà sopportare movimenti longitudinali totali di 50 mm (± 25 mm).

30.5.4 Caratteristiche dei materiali

1) legante bituminoso gommato; il legante consiste in una miscela composta da bitume, polimeri ed additivi tale da presentare le caratteristiche di seguito elencate:

- penetrazione a 25°C compresa tra i 15 e 35 dmm	(secondo la norma B.U. CNR n° 24 del 29/10/71)
- punto di rammollimento oltre i 70 °C	(secondo la norma B.U. CNR n° 35 del 22/11/73)
- punto di rottura FRAAS massimo 0 °C	(secondo la norma B.U. CNR n° 43 del 06/06/74)

2) aggregato

L'aggregato utilizzato per la realizzazione del giunto deve essere esclusivamente ottenuto da basalto, granito o gabbro e deve presentare le caratteristiche granulometriche di seguito indicate:

Secondo le B.S. 812:

- resistenza: 15
- fratture: 20
- abrasione: 8
- resistenza all'usura: 53
- dimensione index: 60 (B.S. 594)

30.5.5 Dispositivo per i cordoli

Come integrazione ai giunti di dilatazione di tipo viscoelastico, dovrà essere prevista la fornitura in opera di dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, sia nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con barriera metallica, che di barriera New-Jersey.

Di tale fornitura l'Impresa dovrà esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

Il prezzo del giunto comprende e compensa la formazione di tali dispositivi.

30.5.6 non attivo

30.6 GIUNTO DI DILATAZIONE TIPO A PETTINE IN ACCIAIO CORTEN

Il giunto di dilatazione ed impermeabilità a livello della pavimentazione del tipo a pettine realizzato in acciaio Corten Fe 510 D deve essere adatto ad assorbire e permettere scorrimenti di impalcati da 50 mm a 600 mm sia per strutture continue che collegate a cerniera.

30.6.1 Descrizione

Il giunto deve essere realizzato mediante due file di pettini a sbalzo, che costituiscono la parte attiva del giunto stesso, compenetrandosi con i denti di opportuna sezione.

I singoli modulari a pettine saranno ottenuti mediante un getto unico di acciaio tipo Corten, atto a sopportare le frequenti sollecitazioni dinamiche, gli urti e le vibrazioni dovute al traffico sia veloce che pesante, ed offrire notevole resistenza chimica alle soluzioni saline antighiaccio.

Le dimensioni dei denti devono essere accuratamente sperimentate e devono essere valide sia per la continuità del piano viabile per qualsiasi tipo di veicolo transitante, sia perché gli urti e la rumorosità stessa del giunto, conseguente all'impatto delle ruote, siano molto ridotti, se no addirittura annullati.

Tali dimensioni inoltre devono consentire un perfetto aggiustaggio dei vari elementi a pettine per realizzare il parallelismo dei denti, senza mai entrare in sfregamento durante l'intera corsa prevista, l'inclinazione del fondo dei vani tra i denti deve offrire una buona pendenza per favorire il convogliamento, dentro apposita scossalina di drenaggio dei detriti provenienti dal rilevamento della sede stradale. Tale pendenza dovrà fare in modo che non si creino depositi o addensamenti di detriti particolarmente dannosi nella fase di chiusura del giunto.

Deve essere previsto un franco tra le punte dei denti ed il fondo del vano corrispondente tale che i pettini non vadano in fine corsa in condizione di massima chiusura. In posizione di massima apertura del giunto deve essere garantita una idonea compenetrazione.

Le punte dei denti devono essere adeguatamente smussate, affinchè non fuoriescano dal piano viabile durante i movimenti verticali e le rotazioni di testate delle solette sotto traffico. La costola posteriore dei vari elementi a pettine sarà pure smussata per garantire, nei casi in cui non siano previsti i masselli in resina epossidica, un sufficiente raccordo con la retrostante pavimentazione stradale, quando questa, per costipamento ed usura, si abbassi rispetto alla quota del piano viabile del giunto.

Il sistema di ancoraggio sarà realizzato con tirafondi di idonea sezione e lunghezza, inghisati nel corpo del calcestruzzo della struttura mediante resina epossidica. Nel caso di strutture in acciaio, i collegamenti dovranno essere saldati o congiunti con bulloni ad alta resistenza.

I pettini contrapposti saranno fissati al sottostante sistema di ancoraggio mediante bulloni d'acciaio inossidabile a scomparsa nel pettine.

Gli assi delle viti di ancoraggio dovranno essere arretrate dal filo di testata della soletta di una quota parte della dimensione trasversale dell'area dell'appoggio sul calcestruzzo, in modo che la pretensione di serraggio delle viti garantisca il contatto sull'intera superficie suddetta.

Per la raccolta ed il convogliamento delle acque meteoriche ed i detriti provenienti dalla sede stradale verrà posizionata la scossalina di drenaggio in acciaio inox spessore 0,6 mm oppure in neoprene armato con rete di maglia quadrata di juta imputrescibile, fissata ai bordi da collegare a mezzo di adesivo epossidico, previa raschiatura e pulitura delle superfici di ancoraggio.

Per il drenaggio e lo smaltimento fuori della sede stradale delle acque meteoriche d'infiltrazione sotto il manto bituminoso, a livello dell'estradosso delle solette verranno posizionati due profilati metalli ad L o a C dotati di particolari fessure per la raccolta delle suddette acque.

Per i giunti con escursione da 300 mm a 600 mm è consigliabile posizionare gli ancoraggi prima del getto della soletta, perché gli sbalzi degli elementi a pettine sono notevoli e quindi è preferibile che il getto sia monolitico. Qualora questo non sia possibile, dovranno essere utilizzati speciali tirafondi di unione tra le viti di fissaggio degli elementi a pettine e le parti sottostanti costituite da idonei tirafondi.

30.6.2 Materiali

Nella costruzione del giunto si utilizzeranno materiali di qualità e classe prestabilite, in particolare:

- elementi a pettine: ottenuti mediante lavorazione di lamiere in acciaio tipo Corten avente σ_{am} = 230 N/mm^2 (tensione di snervamento pari a 345 N/mm^2);
- masselli laterali di raccordo tra pavimentazione e giunto: realizzati con l'impiego di malta di resina epossidica, approntata in modo da assicurare una perfetta lavorabilità indipendentemente dalle condizioni climatiche, rapida polimerizzazione con totale assenza di fessurazioni, elevate caratteristiche antiusura ed ottime caratteristiche meccaniche;
- massetto di supporto: realizzato con l'impiego con malta reoplastica fibrorinforzata.

30.6.3 non attivo

30.7 GIUNTI DI DILATAZIONE SOTTOPAVIMENTAZIONE

I giunti dovranno essere del tipo sottopavimentazione ovvero Asphaltic Plug per scorrimenti fino a 40 mm (±20 mm), adatti al superamento di un varco fino a 15 cm e costituiti da:

- un dispositivo di sostegno della pavimentazione, realizzato da un elemento metallico zincato atto a sopportare il peso della pavimentazione e dei carichi accidentali su di essa agenti inserito all'interno di un elemento in gomma estrusa EPDM; tale dispositivo dovrà essere alloggiato sulle testate delle solette, in apposita sede leggermente ribassata e risultare vincolato alla soletta mediante viti di ancoraggio inghisate ad essa;
- un sistema di impermeabilizzazione realizzato con guaina elastica bituminosa;
- due elementi laterali di drenaggio delle acque in lamiera zincata posti sopra l'impermeabilizzazione;
- un dispositivo di convogliamento e smaltimento costituito da una scossalina fissata con resina epossidica alle testate della solette.
- il tampone di chiusura realizzato con una speciale miscela di inerti e bitumi modificati atti a garantire la dilatazione richiesta.

Gli elementi in gomma estrusa EPDM, i sistemi di drenaggio delle acque di sottopavimentazione e le scossaline dovranno essere predisposti e posizionati, secondo una tolleranza di +/- 5 mm.

In prossimità del cordolo gli elementi di drenaggio in lamiera zincata dovranno essere opportunamente sagomati per convogliare l'acqua residua proveniente dalla pavimentazione verso la scossalina sottostante il varco.

Nelle tratte interessate dai cordoli la scossalina dovrà essere posizionata in proseguimento a quella del piano viabile, sormontata da un bulbo in neoprene coperto da una lamiera in acciaio zincato antiscivolo fissata a quota cordolo finito da entrambe le parti con fori asolati.

Particolare cura dovrà essere posta per assicurare la continuità dell'impermeabilizzazione della soletta sul giunto, con eventuale doppio strato sovrapposto nel caso di ripresa di impermeabilizzazione esistente, e il corretto allontanamento delle acque percolanti attraverso il giunto stesso in modo tale da evitare ognie qualsiasi stillicidio, anche nel tratto interessato dai cordoli, sulle strutture sottostanti.

Il giunto così realizzato dovrà garantire oltre la dilatazione richiesta anche:

- la tenuta idraulica in ogni punto
- la massima silenziosità al passaggio dei veicoli.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche degli elementi costituenti il giunto sottopavimentazione sono le seguenti:

- **Tampone di chiusura visco-elastico** in mastice elastico bituminoso tipo Prismo (©Prismo Road Markings Limited) o similare con escursione garantita fino a ±25 mm, di larghezza minima di 50 cm, composto da una mescola di bitume elastomerico modificato ed inerte basaltico in pezzatura unica mediamente di 20 mm di diametro, realizzato in opera con procedimento a caldo.

Le caratteristiche del bitume sono:

- Punto di rammollimento > 70°C EN 1427;
- Punto di infiammabilità > 250°C EN 22592;
- Penetrazione compresa tra 0.15 e 0.35 mm EN 1426;
- Indice di penetrazione compreso tra 2 e 3 (prova palla e anello).
- **Elemento in gomma EPDM:**
- Durezza 60±5 Shore A;
- Rottura > 17 Mpa .
- **Elementi di fissaggio in acciaio:**
- Piastre e profili in acciaio zincato a caldo S275JR.
- Viti in acciaio inox Cl./Gr. A2-50 (UNI 5933) a testa svasata esagono incassato
- Barre di ancoraggio a filettatura continua (SAS5000-25).

I dettagli costruttivi e prestazionali dell'insieme del giunto (elementi di drenaggio e raccolta acque, elemento in gomma estrusa, piastra di sostegno, viti, profili e barre di ancoraggio, mastice elastomerico bituminoso) dovranno essere preventivamente presentati per approvazione alla Direzione Lavori, comprensivi delle prove di qualificazione eseguite secondo le norme ASTM D6297-01/2007 ovvero le linee guida ETAG n°032/3.

Durante la posa in opera l'Impresa dovrà permettere alla Direzione Lavori la campionatura sia del complesso costituente il giunto di sottopavimentazione sia dei singoli elementi (elementi di drenaggio e raccolta acque, elemento in gomma estrusa, piastra di sostegno, viti, profili e barre di ancoraggio, mastice elastomerico bituminoso) che saranno da sottoporre a prove distruttive presso il Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

A titolo indicativo si dovranno eseguire le seguenti prove:

- resistenza meccanica;
- resistenza alla fatica;
- capacità di scorrimento.

FASI DI POSA

L'Impresa sarà tenuta a presentare, in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, all'esame della Direzione Lavori per la necessaria approvazione:

- i disegni di progetto costruttivo del giunto;
- le caratteristiche dei materiali con cui intende realizzare l'elemento
- le modalità di realizzazione,

Si ricorda che l'installazione dovrà essere eseguita in più fasi in funzione dell'avanzamento dei lavori di ripristino delle solette e della pavimentazione. La sostituzione dei giunti di dilatazione sarà eseguita con interruzione totale o parziale del traffico sull'impalcato interessato.

Prima delle attività di ricostruzione della soletta per la creazione dell'alloggiamento del dispositivo di sostegno, dovrà essere verificato in contraddittorio con la Direzione Lavori che:

- la fessura tra le estremità delle due solette sia pari al valore previsto in progetto, eventualmente rivalutata in funzione della temperatura media esterna effettiva al momento della posa dei giunti;
- che la sede del giunto sia opportunamente ribassata per garantire il completo allineamento del dispositivo di sostegno con l'estradosso di entrambe le solette e che sulle spalle non ci sia dislivello tra soletta e paraghiaia ricostruito;
- che la larghezza prevista per l'alloggiamento del dispositivo di sostegno da realizzare ai bordi delle solette sia adeguata alla effettiva dimensione del dispositivo.

La posa del giunto sottopavimentazione potrà essere svolta solo dopo la rimozione della pavimentazione esistente per una larghezza complessiva di minimo 50 cm a cavallo del varco, ottenuta mediante l'esecuzione di due tagli trasversali con idonea taglia asfalti, e della realizzazione della sede ribassata in soletta.

In caso sia previsto il rifacimento dell'impermeabilizzazione dell'intero impalcato successivamente all'adeguamento del varco, il dispositivo di sostegno potrà essere posato nel suo alloggiamento preventivamente alla stesa dello strato di impermeabilizzazione per ottenere una superficie impermeabile continua.

Nel caso invece il rifacimento dell'impermeabilizzazione dell'intero impalcato non sia previsto ovvero sia già stato eseguito prima dell'adeguamento della soletta del varco di giunto, dovrà essere ricostituita la continuità dello strato di impermeabilizzazione successivamente all'alloggiamento del dispositivo di sostegno mediante stesa di mastice bituminoso modificato impermeabilizzate.

Lo spessore di pavimentazione per una larghezza complessiva di minimo 50 cm a cavallo del varco sarà realizzato infine per uno spessore di almeno 10 cm mediante riempimento del giunto con mastice elastomerico bituminoso e sua rullatura del e sigillatura finale con legante bituminoso.

LA POSA DELL'ELEMENTO TAMPONE

Il giunto sarà composto da una combinazione di legante bituminoso modificato e di aggregato. Il giunto verrà realizzato sul luogo di installazione mediante un procedimento a caldo. L'aggregato dovrà essere costituito da basalto e dovrà essere di misura unica. Per il giunto standard la misura dell'aggregato è di 20 mm.. L'uso di aggregato di dimensione unica permetterà di ottenere un rapporto costante tra pietra e legante bituminoso necessario per avere la combinazione ideale di flessibilità e resistenza al carico.

La pietra dovrà essere selezionata, pulita ed inviata sul luogo di lavoro immediatamente prima dell'uso verrà ulteriormente pulita in una betoniera forata e riscaldata con lancia ad aria compressa fino alla temperatura utile di 100° C – 150° C.

Il giunto dovrà comprendere l'intera altezza del tappeto d'asfalto dell'impermeabilizzazione fino alla struttura in calcestruzzo, aderendo completamente alle facce verticali dell'asfalto ed al calcestruzzo sottostante.

Il giunto verrà realizzato mediante taglio, demolizione e asportazione della pavimentazione e/o dei giunti esistenti.

L'apertura tra le strutture il calcestruzzo dovrà essere pulita a fondo, rimuovendo i detriti per tutta la soletta.

Lo scavo comprese le facce verticali dell'asfalto, verrà completamente pulito, asciugato e scaldato per mezzo di una lancia ad aria compressa.

Il calcestruzzo scheggiato o fallato o con spigoli rotti dovrà essere riparato con sistemi di riparazione corretti, d'accordo con la Direzione Lavori.

Effettuate queste riparazioni sarà necessario scaldare nuovamente lo scavo e dopo l'applicazione del dispositivo di drenaggio delle acque meteoriche.

L'aggregato scaldato sarà posto nello scavo in strati tra i 20 mm e i 40 mm secondo la profondità totale del giunto ed ogni strato dovrà essere immediatamente ricoperto con legante bituminoso gommato anzidetto a caldo e lavorato con rastrello per rivestire la pietra, riempire gli interstizi e coprire esattamente lo strato.

L'ultimo strato di riempimento verrà portato fino a 20 – 25 mm. al di sotto del livello della pavimentazione stradale. Lo strato di copertura , che verrà realizzato subito dopo sarà composto di aggregato e bitume in quantità pari al 75% di pietra e 25% di bitume portati alla temperatura di 170° C. e miscelati in una betoniera.

Verrà esteso in modo tale da essere leggermente al di sopra del piano stradale. Quando la temperatura del composto scende fino a circa 60° C., sarà compattato con rullo vibrante fino a raggiungere il livello della pavimentazione circostante. Per finire, sulla superficie del giunto dovrà essere versato e steso il legante bituminoso nella quantità necessaria a riempire i vuoti esistenti nello strato superiore del giunto e comunque non prima di 2 ore dalla ultimazione.

30.8 GIUNTI IN GOMMA ARMATA

La posa dei giunti di dilatazione sarà realizzata al termine delle attività di sistemazione della soletta e della pavimentazione nello spessore definitivo. Le caratteristiche tecniche dei giunti in termini di capacità di dilatazione e tipologia, sono descritte negli elaborati grafici e nelle relazioni di calcolo.

Nelle tratte dei giunti interessate dai cordoli dovrà essere posta in opera una scossalina, posizionata in proseguimento a quella del piano viabile, sormontata da una lamiera in acciaio zincato, fissata al cordolo esistente con fori asolati per assorbire le deformazioni, con funzione di coprigiunto, a quota del cordolo finito.

Particolare cura dovrà essere posta per assicurare la continuità dell'impermeabilizzazione della soletta sul giunto e il corretto allontanamento delle acque percolanti attraverso il giunto stesso in modo tale da evitare ogni e qualsiasi stillicidio, anche nel tratto interessato dai cordoli, sulle strutture sottostanti.

I giunti in gomma armata dovranno essere costituti da:

- Elemento deformabile in gomma rinforzato con inserti metallici vulcanizzati. Gli inserti metallici devono essere interamente conglobati nella gomma per evitare corrosioni; essi devono essere inoltre disposti in modo tale che in qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente almeno un inserto metallico.
- Sistema di ancoraggio realizzato mediante tirafondi in acciaio di idonee dimensioni , e ancorati con resine epossidiche, completi di dadi e rondelle.
- Sistema di drenaggio costituito da un membrana di neoprene di spessore minimo di 2 mm e tubi di drenaggio.

Il giunto dovrà essere posato a quota pavimentazione completa (binder+usura) dell'opera d'arte senza creare dislivelli e cercando di ottenere la massima complanarità fra pavimentazione e giunto.

Il giunto è costituito da materiali aventi le seguenti caratteristiche:

1. gomma naturale: durezza shore A 60 rottura 170 Kg/cm^2 allungamento 450%
2. laminati: S 235 JR Fe 430 (UNI-EN 10025/95)
3. tirafondi a tutto filetto: C40 trattamento anticorrosivo Dacromet 320 o similare
4. dadi e rondelle: Fe 60 trattamento Dacromet 320 o similare
5. resine epossidiche addittivate con quarzo di adeguata granulometria

La fornitura in opera dovrà comprendere:

a) taglio con idonea segatrice a disco della pavimentazione in conglomerato bituminoso per tutta la larghezza e lunghezza necessaria, demolizione e trasporto a discarica;

b) preparazione dell'estradosso della soletta interessata al giunto, mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa;

c) fornitura e posa di scossalina impermeabile in neoprene spessore minimo mm 2;

d) getto di malta premiscelata reoplastica fibrorinforzata a ritiro compensato, per portare in quota il piano d'appoggio dell'apparecchio di giunto, compreso e compensato nel prezzo la mano di attacco con prodotti adeguati, la protezione dellemalte durante la fase di maturazione onde evitare fessurazioni;

e) fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio compreso di ancoraggi alle solette e il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica.

f) Fornitura e posa di lamiere coprigiunto in acciaio inossidabile AISI 304 disposti in corrispondenza dei cordoli.

Segue in dettaglio il ciclo di posa in opera dei giunti in gomma armata.

Taglio e demolizione del manto bituminoso

 Segnare sull'asfalto con filo o gesso l'asse della fenditura del giunto, verificandone la lunghezza

 Segnare sull'asfalto la posizione dei due tagli simmetrici rispetto alla linea centrale della fessura. I tagli devono avere la distanza riportata nei disegni costruttivi, eventualmente modificata su disposizione della D.L. che, i presenza di zone di pavimentazione ammalorata a cavallo dei giunti, potrebbe ritenere opportuno incrementarla.

 Tagliare verticalmente il manto bituminoso lungo le linee segnate per l'intero spessore, usando una sega per cemento (Clipper o similare).

 Demolire ed asportare la pavimentazione e l'eventuale strato di impermeabilizzazione presente.

Preparazione superficiale della soletta d'impalcato

In relazione allo stato di conservazione del calcestruzzo delle testate della soletta, è opportuno prevedere situazioni diverse:

 Superficie non degradata

Ravvivare l'estradosso della soletta, mediante bocciardatura con apposita macchina operatrice oppure mediante utilizzo degli stessi demolitori impiegati per la pavimentazione.

 Superficie con degrado limitato

Asportare il calcestruzzo degradato o in fase di distacco mediante scalpellatura.

 Superficie con degrado profondo

Demolire il calcestruzzo degradato anche per l'intero spessore, secondo le indicazioni della D.L., avendo cura di lasciare integra l'armatura esistente.

Ricostruire la parte asportata con opportuna armatura ed utilizzo di malte reoplastiche fibrorinforzate a ritiro compensato.

L'utilizzazione di nuove armature e getti di compensazione può rendersi necessaria anche nei casi di restringimento di aperture feritoriali incompatibili con il tipo di giunto previsto. Si ritiene pertanto necessario verificare la corrispondenza dei dati riportati sui disegni esecutivi con quelli effettivamente riscontrati in cantiere.

A conclusione delle operazioni precedenti eliminare polvere e detriti con aria compressa, ed accertarsi della scabrosità superficiale ottenuta.

Posa in opera della scossalina

 Incollare la scossalina sulla soletta per tutta la larghezza dell'impalcato per un'altezza di circa 10cm, usando resina epossidica, dopo aver pulito le superfici da polvere, sporco ed umidità.

 Inserire del polistirolo o spessori di legno adeguati nella feritoia che premendo sulle bande laterali della scossalina ne facilitino l'incollaggio.

 Posizionare la scossalina in modo che sia inclinata verso l'esterno per facilitare lo smaltimento dell'acqua.

 Verificare che la scossalina sia sufficiente a permettere i movimenti del giunto fino alla massima apertura senza che si verifichino trazioni sulle parti incollate.

Preparazione armatura di collegamento soletta-massello di livellamento

 Posizionare l'eventuale armatura di collegamento fra soletta e nuovo getto, utilizzando per l'inghisaggio dell'armatura alla soletta resina epossidica ben omogeneizzata.

 Inserire nella fenditura alcuni spessori di polistirolo fino a raggiungere la quota finale del giunto.

Posa del tubo di drenaggio

 Posizionare a livello soletta il tubo di drenaggio, fissandolo opportunamente alla pavimentazione.

 Inserire in prossimità dei cordoli dei gomiti flessibili in PVC in maniera da convogliare l'acqua dal tubo principale alla scossalina.

 Se l'impalcato ha pendenza longitudinale è sufficiente installare un solo tubo sul lato più alto.

Posa in opera dei giunti

 Pulire accuratamente le testate dei tappeti in gomma.
 Iniziare la posa in opera dei tappeti partendo da un cordolo dell'impalcato verso il centro della carreggiata.
 Assicurarsi che le asole dei tappeti siano pulite da acqua, polvere e detriti.
 Sostenere i tappeti mediante opportuni angolari metallici, due per elemento, che imbullonati al tappeto stesso, lo sorreggano appoggiandosi lateralmente alla pavimentazione esistente.
 Verificare che i tappeti siano dotati di guaina adesiva nella zona inferiore a contatto con il nuovo getto.

Installazione dei tirafondi di ancoraggio

 Praticare i fori nella soletta con un trapano a rotopercussione, inserendo la punta del trapano direttamente nelle asole del giunto se si sta utilizzando il giunto stesso come dima.
 Verificare la profondità dei fori, assicurandosi che l'estremità superiore dei tirafondi (provvisti di rondella ovale, circolare e del dado) rimanga 10 mm al di sotto della superficie del tappeto in gomma.
 Rimuovere i tirafondi e pulire i fori dai detriti utilizzando aria compressa opportunamente convogliata nei fori con tubicini metallici.
 Inserire nei fori resina e posizionare i tirafondi di ancoraggio nella loro posizione definitiva.

Getto di livellamento per portare in quota il giunto di dilatazione

 Bagnare fino a rifiuto la superficie della soletta mediante lattice di cemento con funzioni di aggrappante.
 Gettare la malta reoplastica fibrorinforzata utilizzando l'apertura compresa fra la pavimentazione ed il tappeto protetto da lamierini metallici al fine di evitare che il getto intasi le asole.
 Vibrare con appositi vibratori ad ago il getto di malta per garantire l'omogeneità del getto anche sotto il giunto già posizionato.
 Livellare i getti e proteggerli con fogli di nylon o juta.
 Pulire con aria compressa le asole dal cemento eventualmente risalito dalla parte inferiore del giunto.

Operazione di serraggio dei tirafondi

 Pulire accuratamente le asole da residui di cemento e detriti
 Iniziare le operazioni di serraggio dopo 48 ore se la temperatura esterna Te è inferiore ai 10°C, dopo 36 ore se Te è compresa fra 10°C e 20°C, dopo 24 ore se Te è superiore ai 20°C.
 Utilizzare una chiave dinamometrica tarata alle coppie di serraggio sottoindicate:

Diametro Tirafondo (mm)	Coppia di serraggio (Nm)
12	55
14	75
16	95
20	140
24	190

Sigillatura laterale con pavimentazione

 Rimuovere tutto lo sporco, la polvere ed il materiale di scarto depositatosi tra l'asfalto ed il tappeto in gomma.
 Armare opportunamente secondo le indicazioni del Responsabile di cantiere la zona in questione
 Bagnare fino a rifiuto la superficie della soletta mediante lattice di cemento con funzioni di aggrappante.
 Gettare la malta reoplastica fibrorinforzata livellando il getto stesso e proteggendolo con fogli di nylon o juta.
 La sigillatura laterale può essere effettuata anche con resine epossidiche miscelate a catrame, previa spalmatura dell'apposito primer epossidico.

 Questa metodologia può essere utilizzata proficuamente in assenza di umidità e con temperature esterne superiori ai 20°C.

Sigillatura delle asole dei giunti

 Riempire le asole dei tappeti con resina epossidica opportunamente miscelata nei suoi componenti, dopo aver rimosso ogni traccia di sporco ed umidità.

30.9 non attivo

Art. 31 - DISPOSITIVI PER SMALTIMENTO ACQUA DEGLI IMPALCATI

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dagli impalcati delle opere d'arte deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale; deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti.

Esso consiste essenzialmente in una rete di pluviali ubicati secondo la previsioni di progetto, in relazione alla geometria plano altimetrica degli impalcati.

I pluviali avranno il diametro e l'interasse indicato in progetto, distribuiti sulle campate in modo da evitare che vengano a cadere sulla mezzeria.

Ciascun pluviale è composto da:

- bocchettone per il collegamento all'impalcato;
- griglia di scarico, posta a protezione del pluviale in spessore di pavimentazione;
- tubazione, per il convogliamento delle acque.

Il bocchettone, di dimensioni e spessore indicati in progetto, al quale è affidata la funzione di raccolta ed evacuazione delle acque scorrenti sull'impalcato, deve assicurare anche lo scarico delle acque di drenaggio e di emungimento degli strati di conglomerato bituminoso.

Dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente appoggiata in un incavo predisposto sull'estradosso della soletta, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale.

La parte tubolare eduttiva dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di almeno 15 cm e ad essa dovrà essere collegata una tubazione verticale in PVC secondo Norme UNI EN 1329, di dimensioni e spessori indicati in progetto, fornita di giunti di tenuta a freddo, discendente fino a terra ed immessa in un sistema fognante.

Detta tubazione sarà collegata all'opera con collari e zanche in acciaio inossidabile AISI 304; la tubazione non dovrà scorrere entro il collare; ciò si otterrà con guarnizione in neoprene o altri accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori.

Quando previsto in progetto, la tubazione in PVC potrà essere sostituita con tubazione in vetroresina, in acciaio inox AISI 304, oppure in ghisa centrifugata e ricotta, di tipo leggero, che sarà catramata a caldo sia internamente che esternamente e raccordata con giunti a bicchiere con relativi pezzi speciali.

La griglia di scarico avrà dimensioni come indicate in progetto e sarà conforme alle norme UNI EN 124.

Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture.

Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione in PVC pesante del diametro di 3÷5 cm fissati al conglomerato cementizio con stucchi epossidici e collegati ai tubi principali di discesa.

Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti se la distanza dai tubi di discesa non eccede il metro e mezzo.

Nel caso di opere di notevoli dimensioni trasversali, in zone di particolare piovosità e comunque in tutti quei casi che presentino condizioni di incertezza, dovrà essere previsto in progetto uno specifico calcolo idraulico basato sulla curva di primo caso critico, per decidere l'interasse dei pluviali e il diametro dei bocchettoni e dei tubi di convogliamento.

Art. 32 - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ONDULATA

32.1 Generalità

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio ondulata con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere di tipo S275 ed avere un carico unitario di rottura non minore di 430 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della Legge 05/11/71 n.1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica in funzione delle condizioni di carico nonché dei carichi accidentali.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista ha preso visione dei documenti di cui sopra e verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato ed il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa ad eseguire i lavori.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, potrà essere richiesta la loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso asfaltico, contenente fibrorinforzato del peso minimo di 1,5 kg/m² applicato a spruzzo od a pennello, oppure mediante rivestimento di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, sempre in ragione di 1,5 kg/m².

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

32.2 Preparazione del letto di posa

La condotta metallica dovrà essere posata su letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di calcestruzzo.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa, asportando il materiale per la profondità necessaria: si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm. di spessore.

In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

32.3 Montaggio dei manufatti

32.3.1 Tombini ad elementi incastrati o imbullonati

Il tombino sarà costituito da due mezze sezioni di lamiera di acciaio cilindriche ondulate e curvate del diametro prescritto; in sede di montaggio le sovrapposizioni radiali dovranno essere sfalsate in modo tale che ogni elemento superiore si innesti a metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti; nella fornitura di ogni tombino dovranno pertanto essere compresi due mezzi elementi superiori per ottenere la sfalsatura suddetta.

Nelle strutture del tipo ad elementi imbullonati le piastre in lamiera di acciaio saranno collegate mediante bulloni ad alta resistenza.

Per bulloni e dadi dovrà essere prevista una zincatura elettrolitica con bicromatazione di 25 micron.

Le forme dei manufatti da realizzarsi mediante le piastre possono essere circolari e ribassate; le parti terminali dei manufatti potranno essere tagliate obliquamente per adattarsi alle scarpate del rilevato stradale.

32.3.2 Condotte a piastre multiple

Ogni piastra dovrà essere contraddistinta con il corrispondente numero per permettere l'assemblaggio in opera della condotta.

La giunzione delle piastre costituenti la struttura dovrà essere realizzata mediante l'impiego di bulloni ad alta resistenza, che dovranno essere stretti con una coppia dinamometrica compresa tra 220 e 300 Nm.

Per bulloni e dadi si dovrà prevedere una zincatura elettrolitica con bicromazione con un quantitativo minimo pari a 25 micron.

Il montaggio si esegue inserendo un limitato numero di bulloni aventi il fine di tenere assemblate le piastre nella loro giusta posizione; è opportuno che i bulloni siano lasciati lenti per permettere alle piastre quei piccoli spostamenti che consentano loro eventuali assestamenti.

Terminato il montaggio di tutta la struttura, con l'inserimento quindi anche dei bulloni mancanti, si procede a stringere i bulloni con le modalità sopra riportate.

Le forme dei manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno: circolari, ribassate, policentriche per sottopassi, ad arco.

Le parti terminali dei manufatti potranno essere tagliate obliquamente per adattarsi alle scarpate del rilevato stradale.

32.4 Costipamento laterale e riempimento

Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere energicamente compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm., disposti in modo che il livello di interramento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà essere pari al 90% della densità massima AASHTO modificata.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'idonea ripartizione del carico al fine di non generare nel manufatto sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

32.5 Controllo dei requisiti di accettazione

La Direzione Lavori si riserva di fare assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura della Direzione Lavori e alla presenza di un rappresentare dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura. Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti. La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati presso un Laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi Norma UNI 5742- 66).

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di ± 4‰ (più o meno quattro per mille).

Verrà inoltre verificato il peso effettivo da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio, e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Art. 33 - STRUTTURE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO IN ELEMENTI PREFABBRICATI

33.1 Generalità

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n. 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso e per gli acciai di armatura e per i geotessili dovranno essere rispettate le prescrizioni delle presenti Norme.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente articolo, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Il paramento a faccia vista, quando previsto in progetto, verrà realizzato con lastre in pietra di Luserna, porfido o pietra locale, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

33.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10% irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,00 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm^2 per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere Rck ≥ 40 MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere Rck ≥ 30 MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

33.3 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile di 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione. Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere Rck ≥ 45 MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi fp (1) k ≥ 1670 MPa e fptk ≥ 1865 MPa.

33.4 Muri di controripa in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15% irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm^2 per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere Rck ≥ 40 MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere Rck ≥ 30 MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

33.5 Muri di sostegno in terra armata

Costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355J, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 8 g/dm^2 e spessore medio 0,1 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente Rck ≥ 30 MPa ed armatura in barre in acciaio B450C controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamenti suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche. Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m^2.

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le prescrizioni del DL.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni contenute nell'articolo (rilevati in terra armata) delle presenti Norme.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

33.6 Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m^3.

Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere Rck ≥ 35 MPa ed armatura in barre di acciaio B450C controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa,, a seconda delle indicazioni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario. ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in conglomerato cementizio, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi. Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

33.7 Strutture di contenimento in elementi scatolari

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte.

L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamento di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale cosi da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura ,come da progetto, dovranno avere Rck ≥ 30 MPa ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

33.8 Strutture di sostegno a paramento verde

Il paramento, normalmente inclinato a 63,4°(2/1) sull'orizzontale, sarà realizzato con pannelli in rete elettrosaldata opportunamente sagomata in modo da montarli incastrati. Per permettere l'inerbimento, sul lato interno della rete viene montata una biostuoia costituita da fibre vegetali.

La biostuoia è rinforzata da una retina sintetica, che svolge anche la funzione di contenimento dello strato di terreno vegetale a ridosso della rete.

Le armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355J0, di sezione 50x4 mm o equivalente, saranno zincate a caldo in ragione di 5 gr./dm^2 di rivestimento a spessore garantito 70 micron circa. La connessione tra le armature e gli attacchi dei pannelli sarà assicurata da bulloni classe 8.8 a testa esagonale zincati a caldo (spessore conforme a norme UNI EN ISO 4042).

Il piano di posa sarà costituito da materiale fino (sabbia o stabilizzato) facilmente spianabile e si presenterà perfettamente orizzontale e rullato.

Il riverdimento del paramento in vista sarà realizzata mediante idrosemina in forte spessore da eseguirsi in un'unica passata in quantità pari a 9 lt/m^2 con una miscela avente la seguente composizione:

- miscuglio di semi di specie erbacee e foraggere in ragione di 40-60 g/m^2;
- composto costituente il supporto del seme, con funzione agglomerante, fertilizzante ecc., comprendente tra l'altro paglia di cereali, pasta e fibra di cellulosa, concime organico e collante ed acqua in ragione di 15÷20 Kg/m^2.

Per quanto riguarda le caratteristiche del rilevato e la posa in opera, si rimanda a quanto riportato al punto 6.5.1.2 delle presenti Norme Tecniche.

Art. 34 - - - articolo non attivo

Art. 35 - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

35.1 Descrizione

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

35.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile.

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

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm., nè forma appiattita, allungata o lenticolare;
b) Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie setacci UNI	Passante totale In peso %
Setaccio 63	100
Setaccio 31,5	75-100
Setaccio 16	53 - 82
Setaccio 8	35 - 67
Setaccio 4	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,5	9 - 24
Setaccio 0,063	2 - 8

c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI 0,5 mm inferiore 2/3;
d) Perdita in peso alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097/2)eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
e) Equivalente in sabbia (UNI EN 933/8) misurato sulla frazione passante al setaccio UNI 4 mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.
   Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 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 C.B.R. di cui al successivo comma.
f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286/47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al setaccio UNI 22,4 mm, non minore di 50.

E' 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 a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

35.3 Studio preliminare

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 fondi di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale già miscelato.

35.4 Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza 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 ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate 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 Proctor modificata. (UNI EN 13286/2).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 22,4 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di\ Pc\ (100 - x)}{100\ Pc - x\ di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 22,4 mm, da paragonare a quello Proctor modificata determinata in laboratorio

di = densità della miscela intera;

Pc = peso specifico degli elementi di dimensioni maggiore di 22,4 mm

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 22,4 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 31,5 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine x, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al setaccio UNI 22,4 mm).

Il valore del modulo di deformazione Md, nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm^2, non dovrà essere inferiore a 100 N/mm^2.

La Direzione Lavori si riserva la possibilità di eseguire sullo strato di fondazione misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D.; i valori del modulo elastico dinamico derivati da tali misure saranno il riferimento prestazionale.

La media dei valori di modulo in daN/cm^2 ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1850 daN/cm^2.

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma prevista di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 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.

Art. 36 - FONDAZIONE A LEGANTE IDRAULICO

36.1 Fondazione (sottobase) in misto cementato confezionato in centrale

36.1.1 Descrizione

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato dalla DL.

36.1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

36.1.2.1 Inerti

Aggregati: gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio UNI n.5) e dagli aggregati fini.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

– UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile.

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

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati[1], da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

Tabella 1

Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Los Angeles	UNI EN 1097/2	%	≤ 30
Quantità di frantumato	UNI EN 933/5	%	≥ 30
Dimensione max	UNI EN 933/1	mm	40
Sensibilità al gelo[1]	UNI EN 1367/2	%	≤ 30
Passante al setaccio 0,075		%	≤ 1
Contenuto di: – Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

1 Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 2:

Tabella 2

Parametro	*Normativa*	*Unità di misura*	*Valore*
Equivalente in sabbia	UNI EN 933/8	%	≤ 30; ≤ 60
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892/12	%	≥ 25
Indice Plastico	UNI CEN ISO/TS 17892/12	%	NP
Contenuto di:			

– Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
– Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
– Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Miscele: la miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 3.

Tabella 3

Serie setacci UNI	***Autostrade e strade extraurbane principali***
	Passante (%)
Setaccio 31,5	100
Setaccio 25	80 -100
Setaccio 16	72 - 90
Setaccio 12,5	53 - 70
Setaccio 8	40 - 55
Setaccio 4	28 - 40
Setaccio 2	18 - 30
Setaccio 0,5	8 - 18
Setaccio 0,25	6 - 14
Setaccio 0,063	5 - 10

Accettazione delle miscele

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la curva granulometrica che intende adottare.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Appaltatore deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di ±5 punti e di ±2 punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

36.1.2.2 Legante

Deve essere impiegato cemento normale 32,5 o 32,5R (di tipo I, II, III, IV, V).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone di tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da

aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di Laboratorio da effettuare, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori.

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

36.1.2.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro +/- 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

36.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (UNI EN 13286/47) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3.242 cm^3). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio UNI 22,4 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma UNI EN 13286/2 modificato, 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 ± 0,5 mm, peso pestello 4,535 ± 0,005 kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezionamento in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul setaccio da 22,4 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenze a compressione (UNI EN 13286/41)a 7 giorni non minori di 3,5 N/mm^2 e non superiori a 6,5 N/mm^2, ed a trazione indiretta secondo la prova "brasiliana" (UNI EN 13286/42) non inferiori a 0,35 MPa. Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 9,5 N/mm^2 (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

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

36.1.4 Formazione e confezione delle miscele

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

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

La zona destinata all'ammannimento 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 dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

36.1.5 Posa in opera - Tempo di maturazione

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando idonee finitrici con piastre vibranti.

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

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

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5° C e superiori a 35° C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature superiori a 35° C.

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

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

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15° C e 18° C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate vanno correlate alle resistenze raggiunte dal misto. Comunque il tempo di maturazione non potrà mai essere inferiore a 48 h.

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

36.1.6 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1÷2 kg/m^2, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

36.1.7 Norme di controllo delle lavorazioni

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata, periodicamente, la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti percentuali fino al passante al setaccio n 5 e di ± 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese i provvedimenti che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima di diventare operativi.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% delle misure effettuate, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto come descritto al punto 36.1.3.

Qualora dalle misure effettuate la densità in sito risultasse inferiore al 100% ma superiore al 90% nelle prove UNI EN 13286/2 modificato, con frequenza superiore al 2%, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese i provvedimenti che dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima di diventare operativi.

Qualora dalle misure effettuate la densità in sito risultasse inferiore al 90%, l'Impresa a sua cura e spese dovrà demolire e ricostruire lo strato interessato.

Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm^2, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 200 N/mm^2 .

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

In ogni caso, il modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato dovrà essere compreso nelle seguenti fasce di valori limite:

- daN/cm^2 20.000-80.000 misurati al 7° giorno;
- daN/cm^2 40.000-120.000 misurati al 90° giorno.

I valori andranno interpolati linearmente.

Il modulo elastico dinamico andrà calcolato con i valori di deflessione rilevati, anche a strato coperto, con attrezzatura "Curviamètre".

La Direzione Lavori si riserva la possibilità di eseguire misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D., dopo la stesa dello strato o anche a pavimentazione completata. I valori del modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato derivati da tali misure dovranno ricadere in un campo di valori ben preciso indicato nel seguito.

Si farà riferimento al valore medio del modulo in daN/cm^2 che caratterizza ciascuna tratta omogenea in cui è possibile raggiungere i valori dei moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti tratte del lavoro uniformi per tipologia (trincea, rilevato, piano di campagna ecc.).

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali cioè ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un opportuno programma di calcolo.

Tali misure andranno eseguite almeno sette giorni dopo la stesa ed il valore del modulo medio dovrà ricadere nel riquadro indicato con la lettera A nel diagramma seguente.

Qualora i valori delle medie ricadano nelle aree indicate con le lettere B, C, D lo strato di fondazione (ed il pacchetto che lo ricopre) saranno penalizzati con una riduzione del prezzo di elenco per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce.

I valori ricadenti nell'area B saranno penalizzati del 20%.

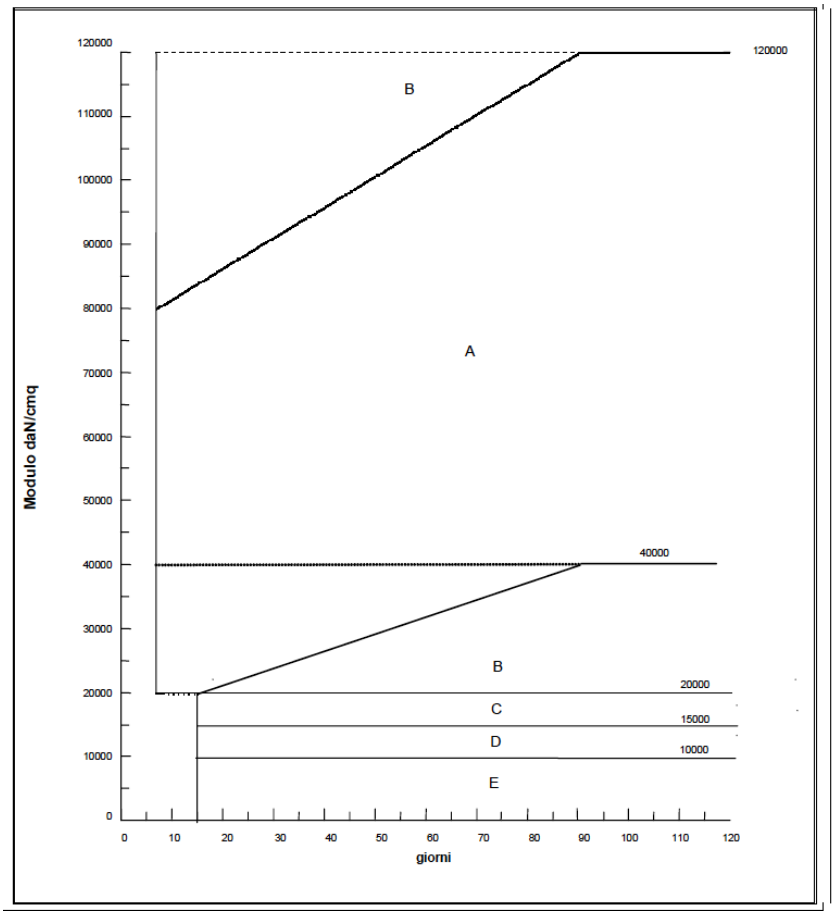
I valori ricadenti nell'area C saranno penalizzati del 30%.

I valori ricadenti nell'area D saranno penalizzati del 50%.

Qualora i valori del modulo medio ricadano nel settore indicato con la lettera E la fondazione in misto cementato dovrà essere demolita e ricostruita a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma prevista di oltre 1 cm. verificato a mezzo di un regolo di m. 4,00 di lunghezza disposto secondo due direzioni ortogonali. La frequenza dei controlli sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

Lo spessore prescritto dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 200 metri di ciascuna carreggiata. Le tolleranze in difetto non dovranno essere superiori a al 5%, in caso contrario la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori, e l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in eguale misura lo spessore dello strato bituminoso sovrastante.



Art. 37 - - - articolo non attivo
Art. 38 - - - articolo non attivo
38.1 non attivo
38.1.1 non attivo
38.1.2 non attivo
38.1.3 non attivo
38.1.4 non attivo
38.1.5 non attivo
38.1.6 non attivo
38.2 non attivo
38.2.1 non attivo
38.2.2 non attivo.
38.2.3 non attivo
38.2.4 non attivo
38.2.5 non attivo
38.2.6 non attivo
38.2.7 non attivo
38.3 non attivo
38.4 non attivo
38.4.1 non attivo
38.4.2 non attivo
Art. 39 - - - *articolo non attivo*
Art. 40 - - - articolo non attivo
Art. 41 - - - articolo non attivo

41.1 non attivo
41.2 non attivo
41.3 non attivo
41.4 non attivo

41.5 non attivo
41.6 non attivo
41.7 non attivo

Art. 42 - GABBIONI METALLICI E LORO RIEMPIMENTO

42.1 Generalità

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260 - 300 gr. per ogni mq. di superficie zincata e dovranno rispondere a quanto prescritto dalle "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" che comprendono e sostituiscono la Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 2078 del 27-8-1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni scelti dalla Direzione Lavori fra quelli di uso corrente.

Il filo da impiegarsi nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e potrà avere un diametro inferiore a quello costituente la rete stessa di 1 o 2 numeri della scala francese, purchè esso non risulti inferiore a 2,20 mm..

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25 - 30 cm.. Sono ammessi altri sistemi purchè siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Prima e durante il riempimento dovranno essere apposti i tiranti nel numero e posizioni che saranno indicati dalla Direzione Lavori; i tiranti saranno costituiti da un unico spezzone di filo, fissato alla rete delle pareti adiacenti od opposte dell'elemento in modo da comprendere due lati della stessa maglia. Il filo impiegato per i tiranti dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni metallici potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, purchè di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e sia di natura non geliva. Sarà escluso il pietrame lterabile alla azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; e le sue dimensioni dovranno essere maggiori del 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori. Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile, ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata cucendo i bordi o la rete del coperchio a tutti i bordi delle pareti verticali, e con le stesse modalità indicate sopra per la formazione delle opere.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi a contatto. Nell'allestimento, unione e chiusura degli elementi si dovrà evitare ogni attorcigliatura dei filoni di bordatura.

42.2 Controllo dei requisiti di accettazione

Prima della messa in opera dei gabbioni metallici e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia, rilasciato dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma delle Linee Guida.

Il Direttore dei Lavori dovrà ritirare i certificati di collaudo e procedere al collaudo dei gabbioni e dei fili. Inoltre dovrà procedere alla ricongiunzione dei gabbioni per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature; in tal caso, se l'inconveniente si ripete per il 10% degli esperimenti, la partita dei gabbioni è da scartare.

Sui campioni, che dovranno avere la misura di almeno 40 cm., prelevati sia dai gabbioni tagliando qualche filo dalla rete (almeno un filo ogni 100 pezzi o frazione di 100), sia dal filo per cucire (almeno un campione ogni 10 matasse o frazione di 10)

con apparecchio apposito, verrà (su un pezzo del filo prelevato della lunghezza di 20 cm.) determinata la quantità di zinco per ogni mq. di superficie zincata che dovrà risultare non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella:

Diametro dei fili	Quantità di zinco per metro quadrato di superficie zincata
1,8 mm 2,0 mm 2,2 mm	245 g
2,4 mm 2,7 mm	265 g
3,0 mm 3,4 mm	275 g
3,8 mm ed oltre	295 g

Se due o più campioni su dieci prelevati danno un risultato inferiore del 10% tutta la partita dei gabbioni sarà scartata.

Sull'altro mezzo campione prelevato (rimanenti 20 cm.) sarà eseguita la prova di centratura e saranno eseguite le immersioni in una soluzione di CuS04 nella misura di 36 gr. per ogni 100 gr. di acqua distillata (come prescritto dall'UNI tab. 1475 - 1476 - 4407).

Tali immersioni dovranno essere conformi a quanto prescrivono le norme UNI-EN 10244-2 e UNI-EN 10223-3.

In seguito a tale prova il filo estratto, ed asciugato dopo ciascuna immersione, non dovrà presentare alcuna traccia di rame.

Se il certificato di collaudo rilasciato dalla Ditta Produttrice dei gabbioni non riportasse i requisiti minimi richiesti per le prove di cui sopra, la partita sarà rifiutata; altrettanto in caso di assenza del certificato di collaudo.

Art. 43 - TUBAZIONI, POZZETTI, MANTELLATE, CUNETTE E CORDONATURE

43.1 Generalità

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori. (Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contradditorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

43.2 Tubazioni

43.2.1 Generalità

Le tubazioni per esalazioni, scarichi e fognature saranno poste in opera:

- <u>Per scarichi verticali</u>
  - incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

- Per scarichi sub-orizzontali
  - sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo,scarico verticale;
  - interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.
    Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.
    Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.
    Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

43.2.2 Tubi di PVC rigido

La tubazione in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo serie pesante secondo norme UNI EN 1401-1, verrà interrata in un cavo delle dimensioni previste sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto verrà rinfiancata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con Rck ≥ 25 Mpa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero corrispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inidonei.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono di tipo rigido secondo norme UNI EN 1329, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

43.2.3 Tubi di polietilene

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 Mpa (SN4) e 0,8 Mpa (SN8), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 12201, UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati, oppure a parete strutturata per condotte fognarie e civili ed industriali costruiti secondo prEN 13476-1/2000.

Tubi , raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati, conformemente alla norma UNI 10910-2 con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo, costipato per strati.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo necessità con saldature testa a testa, giunzioni elettrosaldabili, con serraggio meccanico per mezzo di giunti metallici, mediante flangiatura di pezzi speciali, secondo UNI 10520 e 10521.

43.2.4 Tubi in calcestruzzo vibro centrifugato

Dovranno essere in calcestruzzo vibrocentrifugato a compressione radiale e conformi alla norma UNI EN 1916; le tubazioni saranno armate con gabbia rigida elettrosaldata a barre verticali e spirale longitudinale continua, idonea a garantire un copriferro minimo e percentuale minima di armatura relativa all'area di sezione trasversale longitudinale al corpo del tubo maggiore dello 0,25%, di sezione circolare e con o senza base d'appoggio, con incastro del tipo a bicchiere.

I tubi, che dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno essere prodotti con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con caratteristica a compressione del calcestruzzo maturo non inferiore a 45 N/mm² ed assorbimento massimo minore del 6%.

Tra i singoli elementi verrà interposto un giunto in gomma sintetica a rotolamento (oppure incorporato nella femmina, oppure a cuneo, oppure lamellare) conforme alla norma UNI EN 681.1, atto a garantire la tenuta idraulica della condotta ad una pressione d'esercizio massima interna di 0,5 bar.

La condotta è destinata a raccogliere e convogliare acque nere, acque piovane e acque superficiali per gravità. Le tubazioni, prive di fori passanti, andranno poste in opera su platea in calcestruzzo o su sottofondo in tout-venant ben compattato ed eventuale rinfianco; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà di fondazione avente Rck ≥ 25 MPa.

La giunzione tra i vari elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali (del tipo TIR-FOR) e comunque sotto il controllo e l'approvazione della direzione lavori. La posa dovrà essere preceduta dall'applicazione sulla estremità opposta a quella dove risiede il giunto di apposito lubrificante sintetico per favorire l'innesto dei tubi.

La condotta dovrà sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi propri (stradali di 1° categoria) secondo quanto indicato dal DL ed in sede di verifica statica, da parte del produttore dei tubi, con ingegnere iscritto all'albo. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate nelle varie fasi del processo produttivo da azienda operante in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 con Sistema di attestazione della conformità di tipo 4 e munite di Dichiarazione di conformità che autorizza il fabbricante ad apporre la marcatura CE. La stessa dovrà figurare sui documenti commerciali di accompagnamento (bolla di consegna) della merce.

43.2.5 Posa in opera di tubi in generale - Norme varie

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, 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.

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

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 di 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. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece in caso di terreni rocciosi consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore dei lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

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

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

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle (livellette) di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza a 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 questo ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0° C per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati cosi da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

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

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.

Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi in generale

I tubi per la costruzione di fognature vengono forniti in barre generalmente di lunghezza maggiore di 2 m o comunque in pezzature da convenirsi tra committente e fornitore.

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

I tubi vanno sistemati in maniera ordinata e razionale, curando che siano appoggiati per l'intera lunghezza (convenientemente distanziati se trattasi di tubi bicchierati) e che siano manovrati durante le operazioni di carico e scarico in modo evitare urti e abrasioni. In particolare tali accorgimenti vanno sottolineati nei periodi invernali o in periodi con temperature rigide che possono dare luogo a fenomeni di infragilimento.

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

Carico, scarico e movimentazione.

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio meccanico di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi.

Accatastamento.

Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari.

Raccordi ed accessori.

Questi pezzi sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

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 discarico, 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 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 dal Direttore dei lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a V (discesa - salita),ovvero all'estremità inferiore di un tronco isolato.

Giunzione 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 di gomma telata.
- Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del - collarino - della flangia.

E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto.

Quando per particolari condizioni di posa della condotta sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

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

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

Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno o del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo la intera tubazione.

Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.

Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

43.2.5.1 Tubazioni in calcestruzzo

Giunzione delle tubazioni

La giunzione viene fatta mediante anelli di tenuta in gomma incorporati nel bicchiere del tubo circolare vibrocompresso armato durante la fase di costruzione del tubo stesso e saldamente ancorati ad esso. Gli anelli in gomma del tipo indicato dovranno garantire la tenuta idraulica perfetta, e dovranno essere prodotti, controllati e certificati a norma UNI EN 681.

La giunzione fra le tubazioni in CLS dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916 e quelle relative alle guarnizioni in gomma, dove la compressione ottimale della gomma è individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica, che dovrà invece discendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla qualità della gomma.

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, botadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa UNI EN 681.

La mescola della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.

Le guarnizioni di tenuta dovranno poter garantire la tenuta idraulica perfetta.

Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

Posa delle condotte

La posa in opera delle tubazioni in calcestruzzo deve essere realizzata secondo i seguenti accorgimenti:

- il tubo deve appoggiare lungo il piede di posa inferiore ed essere tirato verso la giunzione scivolando sul piano d'appoggio, mantenendo l'allineamento dell'asse longitudinale. Il piano d'appoggio, costituito da una platea di fondazione in cls, deve seguire la livelletta indicata dal DL;
- dopo l'innesto si provvederà al rinfianco in cls fino alla generatrice superiore del tubo e quindi al rinterro secondo le indicazioni del DL.

Letto di posa, rinfianco e ricoprimento

Dopo aver accuratamente livellato il fondo dello scavo e imposto le corrette pendenze, si provvede alla realizzazione del letto di posa della tubazione, costituito da platea in calcestruzzzo di cemento di classe C12/15, di spessore e larghezza corrispondenti a quanto previsto dalla DL.

Analogamente si provvederà alla realizzazione di rinfianchi in calcestruzzo Rck 150, fino alla generatrice superiore del tubo.

Superiormente a questo strato viene effettuato il rinterro ordinario con materiale di risulta dello scavo; per i tratti al di sotto della strada di manutenzione dovrà essere effettuato il costipamento in modo da avere una resistenza a compressione pari al 95% della prova Proctor modificata. Per il rinterro ordinario si deve in ogni caso tener conto che il rinterro deve presentarsi privo di vuoti macroscopicamente visibili; lo strato di superficie deve garantire nel tempo una portanza uguale a quella preesistente al lavori; resta comunque facoltà della Direzione Lavori, eseguiti gli accertamenti iniziali sul tracciato e prima dell'inizio delle opere, prescrivere, se del caso, il ricorso ad altro materiale di riporto

Collaudo condotte

- Il collaudo dovrà essere eseguito secondo la procedura descritta dalla normativa UNI EN 1610 del 30/11/99.
- Collaudo con acqua (metodo "W")
- La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa e una pressione minima di 10 kPa misurata sulla generatrice superiore del tubo. Il tempo di prova deve essere di 30 minuti.
- Requisiti di prova: si deve mantenere la pressione entro 1 kPa della pressione di prova definita in precedenza rabboccando con acqua. Si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta.
- Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta non è maggiore di:
  - 0,15 l/m^2 di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per le tubazioni;
  - 0,20 l/m^2 di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;
  - 0,40 l/m^2 di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per i pozzetti e le camere di ispezione.

43.2.5.2 Tubazioni in PVC

Le tubazioni plastiche sono in PVC rigido a parete strutturata per condotte fognarie e civili ed industriali costruiti secondo prEN 13476-1/2000 con giunto "gielle" ed anello di tenuta di materiale elastomerico. I tubi vengono forniti di lunghezza 6 metri.

La corrispondenza delle classi di tubazioni caratterizzate da diverse rigidità anulari (SN) e da diversi spessori minimi (SDR), come previste dalla norma prEN 13476-1 deve rispettare quanto riportato, per i differenti diametri (DN), nella tabella seguente:

CLASSIFICAZIONE APPLICAZIONE	**prEN 13476-1 SN 2 (SDR 51)**	**prEN 13476-1 SN 4 (SDR 41)**	**prEN 13476-1 SN 8 (SDR 34)**
	Spessore [mm]		
DN 160	4,5	4,5	5,0
DN 200	5,4	5,5	6,2
DN 250	6,5	6,7	7,8
DN 315	8,0	8,5	9,8
DN 400	10,2	10,9	12,5
DN 500	12,4	13,1	15,5
DN 630	16,9	17,7	19,4
DN 800	21,0	22,5	24,5
DN 1000	26,0	27,5	28,0
DN 1200	28,5	30,5	32,5

Trasporto, carico, scarico, movimentazione e accatastamento

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. Le imbracature per il fissaggio del carico devono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari.

Nel caso di utilizzo di gru o di braccio di escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale, con un bilancino di ampiezza adeguata. Nel caso di movimentazione manuale si deve evitare lo strisciamento dei tubi.

Il piano di appoggio a terra deve essere livellato ed esente da asperità. L'altezza dell'accatastamento non deve essere superiore 1.5 m. L'accatastamento non deve essere esposto per lunghi periodi ai raggi solari, pertanto devono essere predisposte opportune protezioni.

I raccordi e gli accessori sono forniti solitamente in appositi imballaggi, e devono essere delle stesse caratteristiche dei tubi.

Giunzioni

Il sistema di giunzione fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PVC è di tipo a bicchiere con anello di tenuta (la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in un'apposita sede ricavata nel bicchiere stesso). Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme UNI EN 1401.

Posa in opera

Posa in trincea e sotto terrapieno

La larghezza minima da assegnare alla trincea è riassunta di seguito:

DIN	Larghezza scavo (cm)
DN 160	66
DN 200	70
DN 250	75
DN 315	82
DN 400	100
DN 500	110
DN 630	123
DN 710	131

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

Altezze di ricoprimento del tubo maggiori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in calcestruzzo di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Il tubo sarà affondato nel getto di cls fino ad una quota superiore alla platea pari a ¼ del DN della tubazione.

Quindi si rinfianca con sabbione fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo; il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro 0.10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (<0.08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione.

Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea, almeno per i primi 50 cm, deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

Altezze di ricoprimento del tubo minori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Quindi si ricopre con calcestruzzo fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo.

Superiormente si ricopre con misto granulare di cava per un'altezza di 20 cm.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

Collaudo

Il collaudo di una tubazione in PVC deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; si deve effettuare sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle, o adottando un altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

43.3 Pozzetti, prefabbricati in cav

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera di diametro interno di 1000 mm, con spessore minimo della parete di 150 mm per innesti fino a diametro 350 mm, spessore 230 mm per innesti fino a 600 mm. Il pozzetto per altezze fino a circa tre metri, dovrà essere realizzato in due soli elementi: la base completa con fori d'innesto, rivestimento interno in poliuretano con sagomatura del fondo e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino. Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione. Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo.

Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/- 5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1. Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 % delle dimensioni nominali. La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie, e norme tecniche generali", di cui all'art..... 2, lettere b), d), e), della Legge 10 maggio 1976, n. 319. La posa sarà preceduta alla rimozione della protezione in polistirolo della cavità di espansione della gomma e dalla lubrificazione del giunto D4 per innesti dell'elemento maschio di gres da effettuarsi con apposito lubrificante.

43.3.1 Pozzetti in PEMD

43.3.1.1 Pozzetto in PEMD tipo "hofit" 206-3C863, Ø interno 800 mm ed ingombro esterno Ø 940

Il pozzetto dovrà avere base sagomata con nr. 3 predisposizioni d'ingresso posta una in linea e nr. 2 laterali a 67° ca. poste a più 35 mm rispetto alla linea principale che avrà una pendenza propria del 1,5 %. Tutti gli allacciamenti di ingresso, permetteranno il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 630 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori. I fori per gli innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte e sbavate al fine di poter inserire la speciale guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. Eventuali allacciamenti supplementari a quote differenti, fino al diam. 315, verranno realizzati con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l' inserimento della guarnizione. Per diametri superiori, verranno saldati appositi

adattatori quotati a parte. L' uscita dovrà essere predisposta con un tronchetto a riduzione nei diam. 630/500 mm. Gli elementi del pozzetto dovranno essere dotati di appositi anelli contro la spinta ascensionale di raggio non inferiore a 60 mm oltre al diametro della parete. L'elemento terminale del pozzetto di forma conica/concentrica, dovràavere passo d'uomo del diametro non inferiore a 600 mm e accorciabile di 250 mm per permettere un'agevole ispezione.

Gli elementi costituenti il pozzetto dovranno essere uniti mediante saldatura effettuata nell'apposita giunzione a bicchiere oppure collegati mediante guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" JG. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Su richiesta della Direzione Lavori. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Tutti gli elementi del pozzetto, dovranno presentare nervature di rinforzo sia orizzontali che verticali per resistere ai diversi tipi di spinta. Questi inoltre dovranno essere prodotti con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm³ (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento < -70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15÷20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfianco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti.

Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggottamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della Direzione Lavori, l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfianco, anche totale, del pozzetto.

L'operazione di rinfianco dovrà avvenire solo dopo aver collegato tutte le tubazioni, ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto. In caso di installazione del pozzetto in gruppo 3-4 (vedi norma UNI-EN 124/95), è necessario che il chiusino in poggi su un' idonea piastra di ripartizione in cls (vedi particolari costruttivi). La posa della piastra dovrà avvenire sul terreno compattato come precedentemente descritto, prima che ogni mezzo possa circolare in un raggio d'azione di 3 metri. Oltre alle sopraccitate indicazioni, dovranno essere seguite tutte le prescrizioni indicate sul manuale di installazione che il fornitore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori prima dell' inizio dei lavori assieme alla certificazione aziendale ISO 9001-2000, garanzia decennale, certificato provenienza materia prima, certificato di collaudo delle scale (dove previste), certificato di verifica statica, calcoli contro le spinte ascensionali (dove prevista installazione in presenza di falda), certificazione rilasciata da ente terzo per l' apposizione del marchiaggio "U" (per le tipologie che le prevedono) e dichiarazione di conformità al capitolato.

43.3.1.2 Pozzetto sifonato in PEMD tipo "Easy gully 240-GT40077", Ø esterno 520 mm altezza totale 770 mm

Il pozzetto dovrà avere base semisferica con spessore non inferiore a 7 mm e di peso non inferiore 14 Kg. L'ingresso, permetterà il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 200 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori stampati. I fori per gli eventuali innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte a 210° con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l' inserimento della guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. L' uscita avrà tronchetto a doppia esse con funzione di sifone Ø 200 mm e sarà posta a 250 mm dal fondo al fine di creare un invaso di 40 mm.Questa dovrà inoltre essere ispezionabile mediante tubo di collegamento Ø63 con apposito tappo gomma. Il pozzetto dovrà presentare 2 nervature di rinforzo orizzontali sporgenti 50 mm oltre il diametro esterno del pozzetto e poste a 215 mm di distanza una dall' altra al fine di contrastare i diversi tipi di spinta e allo stesso tempo creare lo spazio per l' innesto delle tubazioni. L'elemento terminale del pozzetto, accorciabile di 100 mm, dovrà avere DE Ø 315 mm al fine di poter essere prolungato mediante l' utilizzo di tubazione in PVC. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Questo inoltre dovrà essere prodotto con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione).

Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm^3 (ISO 1183),con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento <-70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfianco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Su richiesta della Direzione Lavori l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 1,5 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggottamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della Direzione Lavori, l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q 2,5 per m^3 di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfianco, anche totale, del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere, se necessario, adatto sistema di aggottamento e blindaggio dello scavo durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della Direzione Lavori, l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q 2,5 per m^3 di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfianco, anche totale, del pozzetto. L'operazione di rinfianco dovrà avvenire solo dopo aver controllato la perfetta verticalità del pozzetto. In caso di installazione in zone ad alta densità di traffico, è necessaria l' utilizzo della piastra di ripartizione in cls armata diam. est. 700 mm e diam. int. 350 mm, h 100 mm quotata a parte (vedi disegni esecutivi), che dovrà avvenire dopo l' esatta messa in quota del pozzetto, avvenuta tagliando all' altezza desiderata lungo le apposite guide stampate ogni centimetro sulla parte terminale del pozzetto. E' compresa la fornitura e posa in opera di chiusino o griglia piana/concava con telaio a disegno speciale per montaggio diretto su pozzetto mediante guarnizione a tenuta in neoprene di fabbricazione CEE, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe C 250 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 250 kN rivestito di vernice protettiva idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante conforme alle esigenze della norma BS 3416. Sul coperchio/grigia e sul telaio devono essere riportate di fusione le seguenti marcature: UNI-EN 124 o EN 124, C250, nome o logo del produttore e luogo di fabbricazione (quest'ultimo può essere in codice purché verificabile), marchio di qualità prodotto di un ente di certificazione accreditato per la certificazione di dispositivi di copertura e coronamento in ghisa.Gli elementi di copertura dovranno avere le seguenti caratteristiche:
Griglia piana tipo "Easy block GD 50.50 SELFLEVEL" Griglia con telaio per installazione di tipo autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo , realizzata in ghisa sferoidale 500-7/GJS 500-7 a norme ISO 1083 / EN 1563, conforme alla classe D 400 della norma EN124:1994 con carico di rottura > 400 kN, rivestita di vernice protettiva idrosolubile di colore nero conforme alla specifica BS 3416, realizzata in stabilimenti di proprietà del fabbricante con ciclo produttivo e di progettazione certificati ISO 9001: 2000. Composta da due semigriglie triangolari, collegate tra loro elasticamente sulla ipotenusa per mezzo di un sistema di assi e coppiglie in acciaio, che garantiscano ciascuna l'appoggio al telaio in soli tre punti con profondità di incastro non inferiore a 60 mm. Ingombro totale delle due semigriglie assemblate tra loro 500x500 mm. Peso delle semigriglie : 17,5 kg. x 2. Telaio a base rovesciata, idoneo per l'installazione autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo, delle dimensioni di ingombro 645 x 606 mm., altezza totale 235 mm. e luce netta, misurata sulla riduzione circolare di assemblaggio al pozzetto, di Ø 342 mm., decentrato rispetto alla sua apertura libera per consentire il massimo accostamento al ciglio stradale. La sezione verticale del telaio deve presentare una riduzione, atta a realizzare il collegamento con apposito pozzetto ad apertura circolare e che permetta operazioni di rialzo successivo alla prima installazione con il solo utilizzo di conglomerato a caldo, di forma cilindrica con altezza utile di almeno 123 mm. e diametro esterno di 381 mm. Peso complessivo del dispositivo: 71 kg.

43.3.2 Chiusini e griglie

Completi di telaio, a chiusura battentata, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi.
Possono essere in:

- calcestruzzo avente Rck ≥ 30 MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;

– manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo.

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

43.4 Mantellate in lastre

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck ≥ 25 MPa, in elementi prefabbricati di dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo B450C, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 kg/ m³ di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie;

Durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e, se necessario, ricoperta con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni quattro-cinque metri trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alla lastre e di non colare. In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

43.5 Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck ≥ 30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata dal DL.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio avente Rck ≥ 25, MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento che verrà utilizzata anche per per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

Art. 44 - - - articolo non attivo

44.1 non attivo
44.2 non attivo
Art. 45 - - - articolo non attivo
45.1 non attivo
45.2 non attivo
45.2.1 non attivo
45.2.2 non attivo
45.3 non attivo
45.4 non attivo

Art. 46 - - - articolo non attivo
Art. 47 - - - articolo non attivo
Art. 48 - - - articolo non attivo
Art. 49 - - - articolo non attivo
Art. 50 - - - articolo non attivo
Art. 51 - - - articolo non attivo
Art. 52 - - - articolo non attivo

CAPO II: OPERE EDILI

Art. 53 - - - articolo non attivo
Art. 54 - - - articolo non attivo

54.1 non attivo
54.2 non attivo
Art. 55 - - - articolo non attivo

55.1 non attivo
Art. 56 - - - articolo non attivo
56.1 non attivo
Art. 57 - - - articolo non attivo

57.1 non attivo
57.2 non attivo
57.3 non attivo
57.4 non attivo
57.5 non attivo
57.6 non attivo
57.6.1 non attivo
57.6.2 non attivo
Art. 58 - - - articolo non attivo
Art. 59 - - - articolo non attivo

59.1 non attivo
59.2 non attivo

Art. 60 - - - articolo non attivo
Art. 61 - - - articolo non attivo

61.1 non attivo
61.2 non attivo
61.3 non attivo
61.4 non attivo

Art. 62 - - - articolo non attivo
Art. 63 - - - articolo non attivo

63.1 non attivo
63.2 non attivo
63.3 non attivo
63.4 non attivo
63.5 non attivo

Art. 64 - - - articolo non attivo

64.1 non attivo
64.2 non attivo
64.3 non attivo
64.4 non attivo
64.5 non attivo
64.6 non attivo
Art. 65 - - - articolo non attivo
Art. 66 - - - articolo non attivo

66.1 non attivo
Art. 67 - - - articolo non attivo
67.1 non attivo
Art. 68 - - - articolo non attivo

68.1 non attivo
68.2 non attivo
68.3 non attivo
Art. 69 - - - articolo non attivo

69.1 ***non attivo***
69.2 ***non attivo***
69.3 ***non attivo***
69.4 ***non attivo***
69.5 ***non attivo***
Art. 70 - - - articolo non attivo
70.1 non attivo
Art. 71 - - - articolo non attivo

71.1 non attivo
71.2 non attivo
71.3 non attivo
71.4 non attivo
Art. 72 ***- - - articolo non attivo***

CAPITOLO III: NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

CAPO III: OPERE STRADALI

Art. 73 - SCAVI E RILEVATI

73.1 Generalità

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanza misurate sull'asse autostradale o, in caso di sedi separate, sull'asse geometrico di ciascuna sede. In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi sull'opera finita o su parti di essa, purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede autostradale. Analogamente si procederà per le altre opere fuori dalla medesima sede. Resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto é quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e dello spartitraffico come risulta dalla sezione tipo.

73.2 Scavi

73.2.1 Scavi in genere

Quando negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua spese, rimettere in sito le materie scavate in più e comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte all' Art. 4 delle presenti Norme, comprende tra gli altri oneri:

- taglio degli alberi, arbusti, cespugli; estirpazione di ceppaie, radici, ecc.; loro conferimento in discariche autorizzate;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno compensati solo per gli scavi di fondazione) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le frantumazioni dei materiali rocciosi (compresi i trovanti) da reimpiegare nella formazione di rilevati o di riempimenti nell'ambito del lotto; per ridurli alle dimensioni prescritte dal paragrafo 6.2.1 delle presenti Norme;
- tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di discarica e di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché le spese occorrenti per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e la sistemazione e regolarizzazione superficiale, prima e dopo l'utilizzazione, nelle seconde;
- prove in laboratorio ed in sito per la verifica della idoneità dei materiali da reimpiegare.

L'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie ed i relativi oneri sono da intendersi compresi e compensati nei prezzi contrattuali.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi siano da eseguirsi a campioni.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento di eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare rinvenuti durante i lavori. Verranno compensati a parte con i prezzi di elenco relativi a scavi in roccia od a demolizione di murature, soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni di muratura, aventi singolo volume superiore a 0,50 mc, e detraendo il volume relativo da quello degli scavi in terra.

73.2.2 Scavi di fondazione

Tali si intendono quelli definiti dal paragrafo 4.4 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà pagato il maggior volume né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori saranno computati i maggiori volumi corrispondenti. In ogni caso non sarà pagato il riempimento a ridosso delle murature e degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Al volume di scavo, per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato come eseguito all'asciutto.

73.3 Preparazione del piano di posa

73.3.1 Rilevati

Il prezzo della preparazione del piano di posa dei rilevati comprende e compensa tutte le lavorazioni previste e descritte nel relativo articolo di Elenco Prezzi..

Solo nel caso in cui la Direzione Lavori ordini per l'eventuale bonifica del piano di posa un maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, tale maggiore onere verrà compensato a parte con i relativi prezzi di Elenco. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico verrà eseguito sul fondo di scavo di bonifica.

73.3.2 Sovrastruttura stradale in trincea

Con il prezzo di Elenco relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea applicato alla superficie del fondo di cassonetto si intendono compensati tutti gli oneri e le lavorazioni delle presenti Norme Tecniche.

73.3.3 Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene

La verifica delle quantità poste in opera non tiene conto conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli, mentre il magistero comprende anche l'onere delle graffature dei teli.

73.4 Formazione dei rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

Il prezzo per la fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati provenienti da cave di prestito, verrà corrisposto sul volume risultante dalla differenza fra:

- volume totale dei rilevati;
- somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori.

Tale prezzo compensa l'adempimento delle prescrizioni dell'Art. 6 delle presenti Norme ed in particolare:

- prove di prequalifica dei materiali;
- l'ottenimento dei benestare da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- coltivazione delle cave, compreso la loro sistemazione a cavatura ultimata sulla base dei progetti che la stessa Impresa dovrà redigere, anche in relazione alle prescrizioni degli Enti competenti e sottoporre al preventivo benestare della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e

utilizzando in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate. I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere, la loro fornitura sarà pagata con il prezzo relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati provenienti da cava di prestito salvo diversa indicazione del progetto e/o salvo diversa disposizione della Direzione Lavori.

I prezzi per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave o da scavi verranno applicati al totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nell'Art. 6 delle presenti Norme..

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di terra, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera é quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna sono compensati nell'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati e la sagoma rossa segue, come detto sopra, il piani banchina, il fondo cassonetto, sia della banchina di sosta che della carreggiata e dell'eventuale spartitraffico, come risulta dalle sezioni tipo.

Egualmente nel caso di maggiore profondità oltre i 20 cm per lo scavo di bonifica del piano di posa, tanto lo scavo quanto il relativo riempimento vengono pagati a parte.

L'onere delle gradonature al di sotto del piano di scotico per il piano di posa dei rilevati su terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto all'Art. 6 delle presenti Norme), verrà compensato col pagamento dello scavo di sbancamento necessario alla realizzazione dei gradoni e il riempimento con materiali compattati provenienti da cava, da scavi o da depositi, con i prezzi relativi alla sistemazione in rilevato. Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicherà il relativo prezzo di Elenco, per la sistemazione in rilevato, a seconda del gruppo di appartenenza delle terre. La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate verrà pagata con lo stesso prezzo del nucleo del rilevato.

Il prezzo per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, verrà compensata con il prezzo di Elenco.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detrarranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti pagati; non verranno considerati cedimenti del piano di posa dei rilevati.

La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico verranno misurati in opera e compensati con i relativi prezzi di Elenco; analogamente l'eventuale fornitura di materiali idonei da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, verrà misurata in opera dopo l'addensamento.

Art. 74 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in calcestruzzo semplice od armato, normale o precompresso, verrà compensata a metro cubo del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi di ferro e pietrame verrà compensata, sulla base degli effettivi volumi, con il prezzo relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. I relativi prezzi, che comprendono il conferimento in discariche autorizzate, si applicano anche per le demolizioni entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Le demolizioni di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, verranno invece compensate a metro cubo di vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori. Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori dalle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale di impalcati di opere d'arte in calcestruzzo armato, normale e precompresso verrà compensato a metro cubo del loro effettivo volume.

La demolizione integrale di impalcati di cavalcavia in calcestruzzo armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e calcestruzzo armato, su autostrada in esercizio, verrà compensata a metro quadrato di superficie effettiva; misurata in proiezione orizzontale.

L'asportazione di strati di calcestruzzo ammalorato, sia mediante scalpellatura che con l'impiego di macchine idrodemolitrici, verrà compensato per lo spessore medio misurato mediante rilievo su un reticolato di lato non superiore a m 1,00 o comunque secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il prezzo delle idrodemolizioni comprende e compensa anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua corrente, per l'asportazione del materiale fresato, per la pulizia della superficie risultante, per il caricamento ed il trasporto in discariche autorizzate del materiale di rifiuto.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni in conglomerato bituminoso verrà compensata con i relativi prezzi di elenco. Nel caso di demolizione parziale di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

Art. 75 - PALANCOLE TIPO LARSSEN

Il noleggio per metro quadrato e per trenta giorni o per frazione di trenta giorni delle palancolate verrà compensato con i relativi prezzi di Elenco. In essi sono compresi: il trasporto delle palancole a piè d'opera, la preparazione mediante rivestimento di bitume, il magazzinaggio, la ripresa e l'allontanamento.

L'infissione ed estrazione della palancolata verranno compensate con i relativi prezzi di elenco. In essi sono compresi: la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro, lo sfrido dei materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recupero.

La contabilizzazione, tanto del noleggio quanto dell'infissione ed estrazione delle palancole, sarà fatta sulla base della superficie laterale della palancolata in opera, misurata in proiezione orizzontale sull'asse della stessa per l'altezza di effettiva infissione.

Art. 76 - - - *articolo non attivo*
Art. 77 - - - *articolo non attivo*
Art. 78 - - - *articolo non attivo*
Art. 79 - - - *articolo non attivo*
Art. 80 - - -articolo non attivo

Art. 81 - MURATURE E CALCESTRUZZI

Le murature in genere ed i calcestruzzi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, verranno valutati a volume con metodi geometrici, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci, se prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere pagati con altri prezzi di Elenco. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la compressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 mc ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture di impalcato alleggerite con vuoti saranno contabilizzate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti, e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno compensate con i relativi prezzi di Elenco applicati all'intera superficie bagnata.

Nei relativi prezzi di Elenco sono compresi in particolare:

- fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (pietrame, laterizi, inerti, leganti, acqua, additivi aeranti, fluidificanti e superfluidificanti, iperfluidificanti, accelleranti, ritardanti, ecc.), mano d'opera, attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, il getto la vibrazione, l'onere delle prove e dei controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi nei prezzi:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per le murature in calcestruzzo con paramento in pietrame, magrone, calcestruzzo per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta fino a m 2,00;
- gli acciai di armatura.

Art. 82 - CASSEFORME - ARMATURE

Casseforme ed armature di sostegno saranno compensati a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi. I relativi prezzi comprendono e compensano tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, ecc.

82.1 Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del calcestruzzo, ad opera finita.

82.2 Armature

Le armature di sostegno delle casseforme per i getti in opera di calcestruzzo semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2 m misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono comprese e compensate nei prezzi di Elenco relativi ai calcestruzzi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni dell'Elenco Prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine di archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa, superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento di prezzo delle armature, applicando la maggiorazione in percentuale per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 m.

Saranno compensate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di calcestruzzo di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle di opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi i prezzi da applicare saranno quelli corrispondenti a luci convenzionali uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano, tra il filo di incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto prezzo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra precisato e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

82.3 non attivo
82.4 non attivo
82.5 non attivo

Art. 83 - MALTA REOPLASTICA

I prezzi di elenco per la fornitura e spruzzatura di malta reoplastica premiscelata si applicheranno allo spessore nominale, intendendosi con ciò lo spessore delimitato dalla superficie in vista della struttura (stabilita nel progetto) e dalla superficie demolita e/o idrodemolita, intendendosi con ciò quella intercettata dalle punte della superficie demolita e/o idrodemolita, indipendentemente dalla profondità delle gole della superficie stessa.

Art. 84 - INTONACI - IMPERMEABILIZZAZIONI - TRATTAMENTO IMPREGNANTE DI SUPERFICI IN CLS

L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in calcestruzzo saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni di vani di superficie inferiore a 1 mq e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dl vivo che non superino i 10 cm.

Le impermeabilizzazioni di impalcati saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

Art. 85 - - - articolo non attivo

85.1 non attivo
85.2 non attivo
85.3 non attivo
85.4 non attivo
85.5 non attivo
85.6 non attivo
85.7 non attivo

Art. 86 - - - articolo non attivo

86.1 non attivo
86.2 non attivo

Art. 87 - ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E IN C.A.P.

L'acciaio in barre per armatura di calcestruzzi verrà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai verrà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto V della Norma UNI ENV 10080.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione verrà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Il peso dell'acciaio per strutture in calcestruzzo armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dmc.

Il peso dell'acciaio per strutture in calcestruzzo armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dmc.

Il peso dei trefoli o trecce in acciaio per strutture in cemento armato precompresso sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dmc.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in calcestruzzo armato precompresso compensa la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:
la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature a mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro

adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:
la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio, a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel calcestruzzo; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 Kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:
eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto, la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi, le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc.

Art. 88 - MANUFATTI IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio, composti da lamiere, profilati, tubi, getti di fusione, ecc. saranno pagati secondo i prezzi di Elenco in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte riportate sui disegni costruttivi di officina, secondo il disposto delle presenti Norme "Generalità", é ammessa una tolleranza in più o in meno del 4%.

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo risulterà invece superiore al peso teorico, verrà compensato solo il peso teorico.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. Viene pertanto esclusa la pesatura cumulativa di elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc.

I prezzi di Elenco comprendono e compensano: la fornitura di tutti i materiali, la lavorazione secondo i disegni esecutivi di progetto, la posa ed il fissaggio in opera, la verniciatura, ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente sulla base delle distinte materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da pagarsi con i relativi prezzi di Elenco.

Art. 89 - SOLLEVAMENTO DAL BASSO DEGLI IMPALCATI

L'Impresa prima di procedere alle operazioni di sollevamento dovrà produrre alla Direzione Lavori un certificato comprovante la regolare taratura del manometro dell'apparecchiatura idraulica utilizzata.

Le tonnellate sollevate per ogni singola trave saranno quelle risultanti dalle letture del manometro con l'impalcato completamente scarico.

Di tali rilevazioni verrà redatto apposito verbale nel quale compariranno, oltre alle tonnellate sollevate, anche le altezze di sollevamento riscontrate in contradditorio.

Art. 90 - GIUNTI DI DILATAZIONE PER IMPALCATI OPERE D'ARTE

Il giunto di dilatazione sarà misurato sulla larghezza di impalcato del viadotto presa dall'interno dei coronamenti; il prezzo unitario comprende e compensa la realizzazione in opera del giunto di cordolo.

Nel caso che sia accettata la soluzione del proseguimento del giunto di dilatazione fino al bordo esterno del cordolo, il giunto sarà misurato per tutta la lunghezza del giunto.

Art. 91 - MURI IN ELEMENTI PREFABBRICATI - STRUTTURE DI SOSTEGNO - PANNELLI DI RIVESTIMENTO PREFABBRICATI

91.1 Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato e vibrato anche precompresso

Misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascuna altezza.

L'altezza misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.

Pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino alla orizzontale passante per lo spigolo più alto. Pannelli di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco Prezzi saranno pagati con i prezzi ricavati dalla interpolazione lineare dei due prezzi contigui.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutti gli oneri richiamati nelle presenti Norme e negli articoli di Elenco; solo escluso: gli scavi per l'impianto del muro; le opere di fondazione; l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità.

91.2 Muro di sostegno in terra armata

Si considera la consistenza effettiva di ciascun componente, ed in particolare:

a) paramento in pannelli prefabbricati: la superficie va determinata misurando l'effettiva lunghezza del muro e l'altezza dall'estradosso del cordolo di livellamento al filo superiore dell'ultimo ricorso di pannelli;
b) attacchi: il numero effettivo degli attacchi, che comunque non potrà essere superiore a quello teorico di progetto;
c) armature lineari: l'effettiva lunghezza, che comunque non potrà essere superiore a quella teorica di progetto;
d) pilastri d'angolo e lastre coprigiunto: la lunghezza effettiva;
e) geotessile: l'effettiva superficie, escluse le sovrapposizioni.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutti gli oneri richiamati nelle presenti Norme e negli articoli di Elenco; solo esclusi: gli scavi occorrenti; il cordolo di livellamento; l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro, da pagare con i relativi prezzi di Elenco.

91.3 Struttura di contenimento e/o sostegno scomparti cellulari in elemnti prefabbricati di calcestruzzo armato e vibrato

Misurazione del volume effettivo tra le facce esterne degli elementi longitudinali e trasversali, dal piano di appoggio all'estradosso dell'ultimo elemento longitudinale superiore.

Il prezzo unitario comprende e compensa tutti gli oneri richiamati nelle presenti Norme e nell'articolo di Elenco; solo escluso gli scavi per la formazione del piano di posa.

Nel calcolo del rapporto volumetrico tra elementi in calcestruzzo e struttura complessiva, si dovrà adottare per i primi il volume effettivo, che comunque non dovrà essere superiore a quello teorico di progetto.

91.4 Struttura di contenimento in elementi scatolari prefabbricati di calcestruzzo armato e vibrato

Misurazione in proiezione verticale della superficie in vista, sulla base della lunghezza effettiva della struttura e dell'altezza dall'intradosso dell'elemento inferiore all'estradosso di quello superiore, distintamente per strutture costituiti da elementi tipo di uguali dimensioni.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutti gli oneri richiamati nelle presenti Norme e nell'articolo di Elenco; solo escluso gli scavi e la fondazione in calcestruzzo armato.

91.5 Struttura di sostegno a paramento inclinato, costituita da strati di materiali idonei alternati con teli di armatura in geotessile

Misurazione in proiezione verticale della superficie in vista, in base alla lunghezza effettiva della struttura ed all'altezza dal piano d'imposta alla sommità. I prezzi sono differenziati e si applicano per scaglioni di altezza totale della struttura secondo

l'articolo di Elenco. Strutture di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco Prezzi saranno pagate con prezzi ricavati dall'interpolazione lineare dei due prezzi contigui.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutti gli oneri richiamati nelle presenti Norme e nell'articolo di Elenco; solo escluso gli scavi per l'imposta della struttura e la fornitura e posa in opera dei materiali per rilevato.

91.6 Pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato per rivestimenti di pareti

Misurazione delle superficie effettiva in vista di ciascun pannello escluse eventuali sovrapposizioni o immaschiature. I prezzi unitari comprendono e compensano tutti gli oneri richiamati nell'articolo di Elenco.

Art. 92 - - - articolo non attivo

Art. 93 - FONDAZIONI STRADALI

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto di eventuali eccedenze; misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, senza tenere conto delle eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto.

I lavori di stabilizzazione a cemento della fondazione stradale esistente con tecnica della miscelazione in sito saranno computati su spessori predeterminati dalla Direzione Lavori, sulla superficie effettivamente eseguita.

Art. 94 - CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e di usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite.

I prezzi unitari comprendono e compensano tutte le forniture, prestazioni ed oneri richiamati nei rispettivi articoli di Elenco e nei precedenti articoli delle presenti Norme.

Art. 95 - INTERVENTI PER RIPRESE, CONGUAGLI, RAPPEZZI

Gli interventi per riprese, conguagli, rappezzi, fino a 60 m^3 misurati in opera dopo costipamento, sono ricompensati secondo quanto previsto nei Prezzi di Elenco.

Art. 96 - - - articolo non attivo

Art. 97 - GABBIONI IN MATERASSI METALLICI

I gabbioni saranno computati per il loro peso effettivo; il relativo prezzo unitario comprende e compensa anche la regolarizzazione del piano di posa e la fornitura del filo per legature e tiranti. Il riempimento dei gabbioni sarà computato per l'effettivo volume.

I materassi metallici saranno computati in funzione del loro spessore, della dimensione della maglia e dello spessore del filo, misurando la superficie effettiva. I relativi prezzi unitari comprendono e compensano anche la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura del filo per legature e tiranti, il materiale di riempimento.

Art. 98 - SCOGLIERE PER LA DIFESA DELLE EROSIONI DELLE ACQUE

Le scogliere per la difesa dalle erosioni delle acque saranno computate per il loro volume, misurato vuoto per pieno, senza tenere conto di eventuali eccedenze rispetto alle sezioni teoriche di progetto.

Il prezzo, oltre che la fornitura, il trasporto e la sistemazione dei massi in pietra, comprende lo scavo per l'impianto della scogliera, il taglio di alberi e cespugli e l'estirpazione di ceppaie, la regolarizzazione del piano di appoggio, l'esaurimento dell'acqua dallo scavo, il reinterro e l'intasamento degli interspazi tra i massi con terreno proveniente dagli scavi, il compattamento senza l'ausilio di mezzi meccanici e la formazione dell'ultimo strato di rivestimento con terra vegetale, anch'essa proveniente dagli scavi. E' compreso inoltre l'onere dell'eventuale esecuzione della scogliera per campioni.

Art. 99 - MANTELLATE - RIVESTIMENTO DI CUNETTE E FOSSI - MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA DI ACCIAIO ONDULATA

Le mantellate di rivestimento, tanto quelle in lastre quanto quelle a grigliato articolato, saranno computate in base alla loro effettiva superficie. I prezzi unitari comprendono e compensano tutte le prestazioni, forniture ed oneri elencati nei relativi articoli di Elenco e Art. 43 delle presenti Norme.

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia sarà computato in base all'effettiva superficie in vista, misurata fra i fili interni del rivestimento stesso. Il prezzo unitario comprende e compensa tutte le forniture, prestazioni ed oneri indicati nei relativi articoli di Elenco.

I manufatti tubolari per tombini e sottopassi in lamiera di acciaio ondulata e zincata saranno computati in base al loro peso, determinato prima della posa in opera mediante pesatura, secondo il disposto dell'Art. 88 delle presenti Norme.