

COMUNE di MONTECALVO VERSIGGIA
(Provincia di Pavia)

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE
NORD-OVEST DEL CIMITERO COMUNALE DI
MONTECALVO VERSIGGIA (PV)

PROGETTO ESECUTIVO

Capitolato speciale d'appalto

IL PROGETTISTA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

**CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE NORD-OVEST DEL CIMITERO
COMUNALE DI MONTECALVO VERSIGGIA
QUADRO TECNICO ECONOMICO**

A) LAVORI

A.1	Total dei lavori soggetti a ribasso d'asta	200.000,00 € *
A.2	Oneri della sicurezza NON soggetti a ribasso d'asta	8.000,00 €
A	TOTALE DEI LAVORI	208.000,00 €

B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE

b.1	Lavori in amministrazione diretta	0,00 €
b.2	Rilievi, accertamenti e indagini (prove geologico-tecnico e topografici)	5.000,00 €
b.3	Allacciamenti ai pubblici servizi	2.500,00 €
b.4	Imprevisti	0,00 €
b.5	Acquisizione aree o immobili, indennizzi	0,00 €
b.6	Spese tecniche	20.800,00 €
b.6.1	Progetto di fattibilità tecnica ed economica	
b.6.2	Progetto definitivo	
b.6.3	Progetto esecutivo	
b.6.4	Direzione Lavori	
b.6.5	Assistenza e contabilità	
b.6.6	Coordinamento della sicurezza	
b.6.7	Incentivo di cui all'art. 113 del codice	2% di A) = 4.160,00 €
	di cui	80% Prestazioni personale interno 3.328,00 €
		20% Acquisto di beni 832,00 €
b.7	Spese per attività tecnico-amministrative	500,00 €
b.8	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	1.688,96 €
b.9	Spese per pubblicità	0,00 €
b.10	Spese per accertamenti e verifiche tecniche	0,00 €
b.10.1	Collaudo tecnico-amministrativo	0,00 €
b.10.2	Collaudo statico	1.500,00 €
b.10.3	Collaudi specialistici	0,00 €
b.11	I.V.A. ed eventuali altre imposte	0,00 €
b.11.1	I.V.A. ed eventuali altre imposte	22% 45.760,00 €
b.11.2	Oneri previdenziali	4% 20.800,00 € 832,00 €
b.11.2	I.V.A. su oneri e progettazione	22% 21.632,00 € 4.759,04 €
B)	TOTALE Somme a disposizione	87.500,00 €

IMPORTO TOTALE APPALTO A) + B)

295.500,00 €

data Febbraio 2020

Il progettista

PARTE PRIMA - DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

- Art. 1 – Oggetto dell'appalto
- Art. 2 – Ammontare dell'appalto
- Art. 3 – Modalità di stipulazione del contratto
- Art. 4 – Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili
- Art. 5 – Gruppi di lavorazioni omogenee.....
- Art. 5/A Disposizioni particolari

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

- Art. 6 – Interpretazione del contratto e del Capitolato Speciale d'Appalto.....
- Art. 7 – Documenti che fanno parte del contratto
- Art. 8 – Disposizioni particolari riguardanti l'appalto
- Art. 9 – Fallimento dell'appaltatore
- Art. 10 – Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere
- Art. 11 – Norme generali sui materiali, i componenti
- Art. 12 – Tutela dei lavoratori e regolarità contributiva.....

CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE

- Art. 13 – Consegna e inizio dei lavori
- Art. 14 – Termini per l'ultimazione dei lavori
- Art. 15A – Proroghe.....
- Art. 15 B- Sospensioni ordinate dal direttore lavori
- Art. 15 C – sospensioni ordinate dal RUP
- Art. 16 – Penali in caso di ritardo
- Art. 17 – Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e cronoprogramma
- Art. 18 – Inderogabilità dei termini di esecuzione
- Art. 19 – Risoluzione del contratto e recesso

CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA

- Art. 20 – Anticipazione.....
- Art. 21 – Pagamenti in acconto
- Art. 22 – Pagamenti a saldo
- Art. 23 – Ritardi nel pagamento delle rate di acconto
- Art. 24 – Ritardi nel pagamento della rata di saldo
- Art. 25 – Revisione prezzi.....
- Art. 26 – Cessione del contratto e cessione dei crediti

CAPO 5 - CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

- Art. 27 – Lavori a misura
- Art. 28 – Lavoro a corpo
- Art. 29 – Lavori in economia.....
- Art. 30 – Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera
- Art. 30 Bis Controllo, misura e valutazione dei lavori

CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE

- Art. 31 – Cauzione provvisoria.....
- Art. 32 – Cauzione definitiva.....
- Art. 33 – Riduzione delle garanzie.....
- Art. 34 – Assicurazione a carico dell'impresa

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

- Art. 35 – Variazione dei lavori.....
- Art. 36 – Varianti per errori od omissioni progettuali

Art. 37 – Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

art. 38 – Adempimenti preliminari in materia di sicurezza

Art. 39 – Norme di Sicurezza Generali

Art. 40 – Piani di sicurezza e coordinamento e sue modifiche ed integrazioni

Art. 41 – Piano operativo di sicurezza

Art. 42 – Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 43 – Subappalto

Art. 44 – Responsabilità in materia di subappalto

Art. 45 – Pagamento dei subappaltatori

CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 46 – Controversie

Art. 47 – Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

Art. 48 – Risoluzione e Rescissione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori

CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 49 – Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

Art. 50 – Termini per il Collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione ⁰

Art. 51 – Presa in consegna dei lavori ultimati

CAPO 12 - NORME FINALI

Art. 52 – Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

Art. 53 – Obblighi speciali a carico dell'appaltatore

Art. 54 – Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione di asportazione, di demolizione

Art. 55 – Custodia del cantiere e cartello di cantiere

art. 56 – Danni cagionati da forza maggiore

Art. 57 – Spese di contratto, di registro ed accessorie

TABELLE

Tabella A – Categoria prevalente e categorie subappaltabili dei lavori

Tabella B – Parti di lavorazioni omogenee-categorie contabili

Tabella C – Cartello di cantiere

Tabella D – Riepilogo degli elementi principali del contratto

PARTE SECONDA-SPECIFICHE TECNICHE

CAPO 13. MODALITA' DI ESECUZIONE

Art. 58 – Rimozioni e demolizioni infissi.....	
Art. 59 – Rimozioni e demolizioni intonaci e rivestimenti.....	
Art. 60 – Rimozioni e demolizioni murature	
Art. 61 –Rimozioni e demolizioni pavimenti	
Art. 62 – Rimozioni e demolizioni tramezzi	
Art. 63 – Consolidamenti murature.....	
Art. 64 – Consolidamenti intonaci.....	
Art. 65 - Murature in mattoni.....	
Art. 66 – Solaio di orizzontamento	
Art. 67 – Intonaco civile	
Art. 68 – Impianto scarico acque meteoriche	
Art. 69 – Confezionamento ed esecuzione getto calcestruzzo	
Art. 70 - Armatura per cemento armato	
Art. 71 – Casseforme	
Art. 72 – Carpenteria metallica	
Art. 73 – Massetti e sottofondi	
Art. 74 – Pavimenti	
Art. 75 – Rivestimenti di pareti	
Art. 76 – Tinteggiature con idropittura	
Art. 77 – Puntellature	
Art. 78 - Impianto elettrico	
Art. 79 – Impianto di protezione scariche atmosferiche	

CAPO 14. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. 80 – Rimozioni e demolizioni infissi	
Art. 81 – Rimozioni e demolizioni intonaci e rivestimenti	
Art. 82 – Rimozioni e demolizioni murature	
Art. 83 - Rimozioni e demolizioni pavimenti	
Art. 84 - Rimozioni e demolizioni solai	
Art. 85 – Rimozioni e demolizioni tramezzi	
Art. 86 – Rimozioni e demolizioni manti	
Art. 87 – Consolidamento murature	
Art. 88 – Consolidamento intonaci	
Art. 89 – Murature in mattoni	
Art. 90 – Solaio	
Art. 91 – Intonaci	
Art. 92 – Impianto di scarico acque meteoriche	
Art. 93 – Calcestruzzi	
Art. 94 – Acciaio armatura cls	
Art. 95 – Casseforme	
Art. 96 - Acciaio carpenteria metallica	
Art. 97 – Massetti e sottofondi	
Art. 98 – Pavimenti	
Art. 99 – Rivestimenti pareti	
Art. 100 – Tinteggiature e pitture	
Art. 101 – Consolidamento strutture orizzontali	
Art. 102 - Puntellature	
Art. 103 – Impianto protezione scariche atmosferiche	

CAPO 15. QUALITA' DEI MATERIALI

- Art. 104 – Malte
- Art. 105 – Mattoni per muratura
- Art. 106 – Mattoni in terra cruda
- Art. 107 – Blocchi in laterizio-sughero
- Art. 108 – Blocchi in laterizio rettificati
- Art. 109 – Blocchi in laterizio porizzato origine inorganica
- Art. 110 – Blocchi in laterizio porizzato origine naturale
- Art. 111 – Blocchi in laterizio porizzato origine non naturale
- Art. 112 - Blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato.....
- Art. 113 - Blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.....
- Art. 114 - Blocchi cassero in legno mineralizzato.....
- Art. 115 - Adesivi.....
- Art. 116 - Calcestruzzi.....
- Art. 117 - Malte per intonaci.....
- Art. 118 - Pluviali collettori e grondaie.....
- Art. 119 - Acciaio per cemento armato.....
- Art. 120 - Casseforme.....
- Art. 121 - Acciaio per strutture metalliche.....

CAPO 16. OPERE DI RESTAURO

- Art. 122 - Prodotti per le opere di pulitura, consolidamento, restauro ed impermeabilizzazione.....
- Art. 123 - Modi di esecuzione delle lavorazioni.....

CAPO 17. SPECIFICHE PER INGHISAGGI CHIMICI E PROVE DI CARICO

- Art. 124 – Caratteristiche degli ancoraggi alla muratura
- Art. 125 – Modalità esecutive degli inghisaggi chimici.....
- Art. 126 – Prova di carico statica sugli ancoraggi.....

CAPO 18. PALI , TIRANTI DI ANCORAGGIO, BARRIERE DI SICUREZZA

- Art. 127 – Generalità.....

CAPO 19. OPERE STRADALI

- Art. 128– Posa in opera dei masselli autobloccanti in cls. e grigliati erbosi.....
- Art. 129– Rimessa in quota di chiusini e/o griglie.....
- Art. 130– Formazione e scivolo per persone diversamente – abili.....
- Art. 131 – Fondazione a legante idraulico o non legante.....
- Art. 132 – Leganti bituminosi e loro modificanti.....
- Art. 133 – Conglomerati bituminosi a caldo.....
- Art. 134 – Requisiti di accettazione per la regolarità superficiale.....
- Art. 135 – Demolizione delle pavimentazione.....
- Art. 136 – Posa dei conglomerati bituminosi (strati di base, collegamento e d'usura).....
- Art. 137 – Scavi di sbancamento.....
- Art. 138 – Tracciamenti, scavi e rilevati.....
- Art. 139 – Massiciata.....
- Art. 140 – Cilindratura delle massicciate.....
- Art. 141 – Massiciata a Macadam ordinario.....
- Art. 142 – Segnaletica.....
- Art. 143 – Interferenze pubblici servizi.....
- Art. 144 – Attrezzatura di cantiere.....
- Art. 145 – Pavimentazione in massetti autobloccanti.....

Art. 146 –Tubazioni
Art. 147 –Tubazioni in cemento
Art. 148 –Intervento spondale di sostegno con palificata

ABBREVIAZIONI

- Legge n. 55 del 1990 (legge 19 marzo 1990, n. 55, e successive modifiche e integrazioni per le disposizioni non espressivamente abrogate).
- D.Lgs **n. 50 del 18.04.2016 e s.m.** Attuazione delle direttive 2014/23/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure di appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
- Regolamento di attuazione del Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture (D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207) per le parti non abrogate e con le modalità di cui all'art. 216 del D.Lgs 50/2016 e s.m.
- Capitolato Generale d'Appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145) per le parti non abrogate
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 10 luglio 2005 – Gazzetta Ufficiale n° 226 del 22.09.2002 (Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo)
- Decreto Interministeriale 04.03.2013 (Ministro del lavoro e delle politiche di concerto con il Ministero della salute e il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti)
- D.Lgs 09 aprile 2008 n. 81 e s.m. attuazione dell'art. 1 legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui artt. 9-10 del D.P.R. n. 207/2010 fino all'adozione dell'atto di cui all'art. 31 c. 5 del D.Lgs 50/2016 e s.m.)
- DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266.
- Tracciabilità pagamenti - Legge 136/2010 e s.m
- DM. Ministero ambiente n. 161/212
- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento europeo e del consiglio del 9 marzo 2011 G.U.R.I. L 88/6 del 04.04.2011 8in vigore 24/04/2011 (materiali da costruzione)
- Linee guida ANAC;
- Decreto ministeriale 10 novembre 2016, n. 248 e s.m.**, riguardante il regolamento recante individuazione delle opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica e dei requisiti di specializzazione richiesti per la loro esecuzione, ai sensi dell'articolo 89, comma 11, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

PARTE PRIMA

DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEI LAVORI

A. Riferimenti normativi

1. Per quanto non espressamente previsto dal presente capitolato si rinvia al D.lgs. 50/2016 e s.m. ed al D.P.R. 207/2010 per le parti non abrogate e con le modalità di cui all'art. 216 del D.Lgs 50/2016
2. Le norme del presente capitolato si intendono modificate per effetto di sopravvenute norme vincolanti statali e regionali.
3. In caso di discordanza tra le disposizioni del presente capitolato e quelle del D.lgs 50/2016 e del D.P.R. 207/2010 per le parti non abrogate e con le modalità di cui all'art. 216 del D.Lgs 50/2016, prevalgono queste ultime.

B. Domicilio dell'appaltatore

1. L'appaltatore deve avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione dei lavori; ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali, o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.
2. Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di appalto sono fatte dal direttore dei lavori o dal responsabile unico del procedimento, ciascuno relativamente agli atti di propria competenza, a mani proprie dell'appaltatore o di colui che lo rappresenta nella condotta dei lavori oppure devono essere effettuate presso il domicilio eletto ai sensi del comma 1.

C. Condotta dei lavori da parte dell'appaltatore

1. L'appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti d'idoneità tecnici e morali, per l'esercizio delle attività necessarie per la esecuzione dei lavori a norma del contratto. L'appaltatore rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.
2. Il mandato deve essere conferito per atto pubblico ed essere depositato presso l'amministrazione committente, che provvede a dare comunicazione all'ufficio di direzione dei lavori.
3. L'appaltatore o il suo rappresentante deve, per tutta la durata dell'appalto, garantire la presenza sul luogo dei lavori.
4. Quando ricorrono gravi e giustificati motivi l'amministrazione committente, previa motivata comunicazione all'appaltatore, ha diritto di esigere il cambiamento immediato del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'appaltatore o al suo rappresentante.

D. Disciplina e buon ordine dei cantieri

1. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento.
2. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere.
3. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore ed eventualmente coincidente con il rappresentante delegato
4. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

5. Il direttore dei lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza.

6. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

E. Provvista dei materiali

1. Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purchè essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

2. Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

3. A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

F. Difetti di costruzione

1. L'appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il direttore dei lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

2. Se l'appaltatore contesta l'ordine del direttore dei lavori, la decisione è rimessa al responsabile del procedimento; qualora l'appaltatore non ottemperi all'ordine ricevuto, si procede di ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto.

3. Qualora il direttore dei lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'appaltatore. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'appaltatore, in caso contrario l'appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

G. Durata giornaliera dei lavori

1. L'appaltatore può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione al direttore dei lavori. Il direttore dei lavori può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo. In ogni caso l'appaltatore non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

2. Salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se il direttore dei lavori ravvisa la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione del responsabile del procedimento ne dà ordine scritto all'appaltatore, il quale è obbligato ad uniformarvisi, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

H. Proprietà degli oggetti trovati

1. Fatta eccezione per i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, appartiene alla stazione appaltante la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.

2. Il reperimento di cose di interesse artistico, storico o archeologico deve essere immediatamente comunicato alla stazione appaltante. L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante.

CAPO 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO

1. Con il presente esecutivo l'Amministrazione comunale intende realizzare INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE NORD-OVEST DEL CIMITERO COMUNALE DI MONTECALVO VERSIGGIA (PV) così come di seguito meglio specificato.

Le opere previste interessano prevalentemente aree instabili o potenzialmente tali che lo studio geologico a supporto del PGT classifica come aree in Classe di Fattibilità Geologica 2 – fattibilità con modeste limitazioni; consentendo in particolare i seguenti interventi:

- interventi finalizzati al consolidamento delle infrastrutture esistenti, e alla sistemazione idrogeologica dei versanti.

A seguito dei sopralluoghi effettuati e delle valutazioni espresse nei paragrafi precedenti, si sono stabilite le procedure da seguire per ottenere la messa in sicurezza dell'intera area.

Sono quindi state identificate n.5 macro-lavorazioni:

- Muro di sostegno
- Sistemazione del verde _ Piante e vialetti interessate dalle lavorazioni di cantiere
- Opere elettriche di ripristino dell'impianto di illuminazione esistente
- Sistemazione del piazzale antistante cimitero
- Opere di manutenzione straordinaria del sistema di raccolta delle acque piovane al fine di evitare possibili infiltrazioni nei sub-strati dei terreni antistanti il muro esistente, limitando così l'insorgere di possibili movimenti gravitazionali.

Muro di sostegno: comprende la realizzazione di un muro ex novo in c.a. gettato in opera, a valle dell'attuale muro di contenimento in pannelli prefabbricati, posto a distanza di 1,30m, per tutto lo sviluppo longitudinale. Il nuovo paramento si prevede di spessore 35cm ed alto 2,20m impostato su una fondazione di "tipo indiretta", ovvero tramite l'utilizzo di micropali con diametro di perforazione $d=220\text{mm}$, camicia in acciaio da 127mm e spessore 10mm, aventi profondità massima di 13,00ml, interasse 1,20ml, posizionati a monte e a valle del muro, sfalsati di 0,50 ml tra loro, annegati nella trave di fondazione con sezione 1,70mt e altezza 0,50mt. Tali opere saranno realizzate mediante trivellazione, successiva posa di camicia in acciaio e getto di boiacca di cemento armato rapporto A/C 0,55.

Tali accorgimenti sono volti a contrastare il fenomeno di ribaltamento al quale sono soggetti i muri prefabbricati esistenti. Detta scelta progettuale consente di evitare lo sbancamento del piazzale carrabile sovrastante il paramento esistente, riducendo in modo minimale i costi di consolidamento strutturale dei pannelli prefabbricati di contenimento esistenti.

Lo spazio generato tra il nuovo manufatto e quello esistente dovrà essere adeguatamente tamponato con materiale drenante che svilupperà la duplice funzione di drenaggio delle acque e di contrasto alle spinte interessanti le strutture prefabbricate, salvaguardandole nel tempo.

Sistemazione del verde - Piante e vialetti: identifica invece tutte le opere necessarie per ripristinare il verde ed il percorso pedonale a valle del muro di sostegno. Le opere comprendono il rifacimento del vialetto tramite la realizzazione di una nuova palificata lignea, opere di fondazione e finitura in terra stabilizzata; completa di scalinata e parapetto ligneo.

Opere elettriche: racchiude le lavorazioni di rimozione e successivo riposizionamento dei lampioni di illuminazione del percorso pedonale, costo delle opere

Sistemazione piazzale antistante cimitero: comprende tutte le opere necessarie per il ripristino del piazzale antistante il cimitero; rientrano in tale voce i lavori di collegamento dei pozzetti per lo smaltimento delle acque piovane oltre che alle opere atte a ristabilire la complanarità delle aree adibite a parcheggio

Opere di manutenzione straordinaria: Allo stato attuale il corpo di fabbrica del cimitero disposto sul lato NORD-OVEST, presenta delle problematiche di infiltrazione delle acque piovane provenienti sia dai manti di copertura sia dal terreno/giardino situato nella zona centrale dello stesso.

In particolare, il lato nord-ovest si sviluppa su due livelli fuori terra, caratterizzandosi per la presenza del giardino posto a ridosso della facciata interna. A seguito dei continui movimenti gravitazionali (frana) dei substrati di terreno ospitanti i piani fondali le strutture in elevazione presentano dei fenomeni fessurativi in corrispondenza dei giunti strutturali. Dette fessurazioni generano dei punti di raccolta delle acque piovane con infiltrazione delle stesse nella pavimentazione del piano seminterrato. Tutto ciò comporta l'imbibizione dei terreni ospitanti sia i piani fondali sia i massetti dei pavimenti di calpestio dei piani seminterrati e del piano

primo “zona cortile interno” generando così fenomeni di assestamento degli stessi e la perdita di complanarità dei pavimenti.

Pertanto, al fine di preservare la struttura cimiteriale e garantirne il suo corretto utilizzo, nello specifico gli ambienti posti nel lato nord-ovest sono state previste opere riguardanti la raccolta delle acque meteoriche e la sistemazione della pavimentazione del corridoio, piano semi-interrato, che ha funzione di collegamento con il vano scala coperto ai fini di garantire l’accesso piano rialzato, zona cortile.

Le lavorazioni riguardano il ripristino/sostituzione di pluviali e scossaline oltre che alla rete dei sottoservizi idrici; esternamente invece si prevedono opere di rivestimento e finitura della trave testa-palo esistente lungo il perimetro del camposanto, utilizzata come canalina di raccolta acque. Inoltre, provvederà al rifacimento dell’intonaco esterno della facciata nord-ovest del cimitero.

2. Sono compresi nell’appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare i lavori completamente compiuti e secondo le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d’Appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati con particolare riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi, dei quali l’appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.
3. L’esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell’arte e l’appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell’adempimento dei propri obblighi.
4. Trova sempre applicazione l’articolo 1374 del codice civile.

ART. 2 - AMMONTARE DELL’APPALTO

1. L’importo dei lavori posti a base dell’affidamento è definito come segue:

Importi in Euro		Colonna a) (1)	Colonna b) (2)	Colonna a + b
		Importo esecuzione lavori a base d’asta	Oneri per l’attuazione dei piani di sicurezza	TOTALE
1	A Misura			
2	A Corpo	200.000,00	8.000,00	208.000,00
3	In economia			
	IMPORTO TOTALE	200.000,00	8.000,00	208.000,00

2. L’importo contrattuale corrisponde all’importo dei lavori di cui al comma 1, colonna a), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale sui prezzi unitari offerto dall’aggiudicatario in sede di gara, aumentato dell’importo degli oneri per la sicurezza e la salute dei lavoratori nel cantiere, sopra definito al comma 1, colonna b), **non soggetto ad alcun ribasso**, di cui all’Allegato XV punto 4.1.4 del Decreto n.81 del 2008 e s.m.i..

ART. 3 - MODALITÀ DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

1. Il contratto è aggiudicato e stipulato **“A CORPO”** ai sensi rispettivamente dell’articolo 3 comma 1 lett. **dddd**), e dell’articolo 43, comma 6 del DPR 207/2010 e s.m. fino all’entrata in vigore del decreto di cui all’art. 23 comma 3 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.
2. L’importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all’articolo 106 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. e le condizioni previste dal presente Capitolato Speciale.
3. I prezzi contrattuali sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d’opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell’art. 106 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.
4. I rapporti ed i vincoli negoziali di cui al presente articolo si riferiscono ai lavori posti a base d’asta di cui all’articolo 2, comma 1, colonna a), mentre per gli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui all’articolo 2, comma 1, colonna b), costituiscono vincolo negoziale i prezzi indicati a tale scopo dalla Stazione appaltante negli atti progettuali.
5. **L’aggiudicatario deve assolvere agli obblighi di cui all’art. 3 della legge 136/2010 e s.m. al fine di assicurare la tracciabilità dei movimenti finanziari relativi all’affidamento in oggetto.**
6. **La manca osservanza degli obblighi di cui all’art. 3 della legge 136/2010 e s.m. costituisce grave inadempimento contrattuale ai sensi dell’art. 48 del presente capitolato**

7. La stazione appaltante, nei contratti sottoscritti con gli appaltatori relativi ai lavori, ai servizi e alle forniture di cui al comma 1, inserisce, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale essi assumono gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla presente legge. L'appaltatore, il subappaltatore o il subcontraente che ha notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui al presente articolo ne dà immediata comunicazione alla stazione appaltante e alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante o l'amministrazione concedente.
8. Costituisce causa di risoluzione del contratto di appalto ai sensi dell'art. 1456 c.c. l'inosservanza delle previsioni del codice di comportamento approvato con DPR 62/2013 e di quello approvato con deliberazione della Giunta comunale n. 134 del 17.12.2013 (de quali sarà consegnata copia all'aggiudicatario) .

ART. 4- CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI

Ai sensi dell'art. 92 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore delle linee guida di cui all'art. 83 c. 2 del D.Lgs 50/2016 e s.m. il concorrente singolo può partecipare alla gara qualora sia in possesso dei requisiti economico-finanziari e tecnico-organizzativi relativi alla categoria prevalente per l'importo totale dei lavori ovvero sia in possesso dei requisiti relativi alla categoria prevalente e alle categorie scorporabili per i singoli importi. I requisiti relativi alle categorie scorporabili non posseduti dall'impresa devono da questa essere posseduti con riferimento alla categoria prevalente.

In conformità all'allegato «A» al DPR 207/2010 e s.m. e tenuto conto dell'art. 12 commi 1 e 2 L. 23 maggio 2014 n. 80 e s.m. i lavori sono così classificati:

CATEGORIA PREVALENTE di cui all'allegato "A" del DPR 207/2010:

L'importo della categoria prevalente OG1 è pari a Euro 124.682,68 (inclusi oneri sicurezza)
--

Categorie differenti da quella prevalente:

Sono presenti anche lavorazioni nella categoria **OS21** ai sensi dell' art.2 del Decreto Ministeriale 10 novembre 2016 n.248, i lavori appartenenti alla categoria **OS21** sono classificati quali "**OPERE DI FONDAZIONI SPECIALI**"; essendo il loro valore superiore al 15% dell'importo totale dei lavori.

La ditta deve dimostrare di avere possedere i requisiti ex.art.90 del D.P.R.207/2010 o con attestazione SOA nella categoria specifica **OS21 IN PROPRIO O IN R.T.I.** nella seguente misura:

- 100% della singola lavorazione – possibilità di sub-appaltare non frazionabile con la percentuale massima del 30% (cat. Prevalente).
- 70% e < 100% della lavorazione singola; con possibilità subappalto non frazionabile massimo 30%.

Categoria OS21:	Euro 80.515,80 (inclusi oneri sicurezza)
------------------------	---

Sono presenti anche lavorazioni subappaltabili nella categoria OS3 classificati quali "opere di impiantistica elettrica"

Categoria OS30:	Euro 2.801,52 (inclusi oneri sicurezza)
------------------------	--

CATEGORIE	Importo Lavori soggetti a ribasso	Importo Oneri Sicurezza non soggetti a ribasso	TOTALI	Incidenza Percentuale %
Lavori OG1 <i>Opere edili</i>	119.882,68 €	4.800,0 €	124.682,68 €	60,42 %
Lavori OS21 <i>Barriere e protezioni stradali</i>	77.415,80€	3.100,0 €	80.515,80 €	38,23 %
Lavori OS30 <i>Opere Impiantistica Elettrica</i>	2.701,52 €	100,0 €	2.801,52 €	1,35 %
TOTALE	200.000,00 €	8.000,00 €	208.000,00 €	100,00 %

ART. 5 - GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE, CATEGORIE CONTABILI

1. I gruppi di lavorazioni omogenee sono indicati nella tabella «B», allegata allo stesso capitolato speciale quale parte integrante e sostanziale.

ART. 5/A – DISPOSIZIONI PARTICOLARI

1. E' fatto obbligo da parte dell'Impresa Appaltatrice individuare i sottoservizi presenti nelle zone dei lavori e ripristinare gli stessi in caso di rotture accidentali, come già specificato nell'articolo "Interferenze Pubblici Servizi".

2. E' fatto obbligo da parte dell'Impresa Appaltatrice la richiesta con l'emissione delle apposite Ordinanze Viabilistiche che vanno richieste, di volta in volta, al comando di Polizia Municipale secondo le modalità e con i tempi stabiliti dall'Ufficio sopra indicato. Inoltre è fatto obbligo all'Impresa Appaltatrice attenersi alle prescrizioni indicate nelle Ordinanze Viabilistiche.

3. Per essere ammessi a concorrere alle aggiudicazioni delle opere, le Imprese dovranno presentare, nel termine prescritto nel Bando di Gara, i documenti che verranno indicati nel Bando stesso.

4. Data la particolarità delle operazioni di cui all'oggetto e dei luoghi trattati è fatto obbligo per l'Appaltatore intervenire per lotti funzionali e di breve lunghezza, secondo le disposizioni precisate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento qualora previsto e le disposizioni dettate di volta in volta dalla D.L. mediante ordine di servizio. Si precisa che le modalità d'intervento dovranno svolgersi comunque nel rispetto delle attività commerciali e abitative presenti nelle adiacenze del cantiere in essere alle quali dovrà essere sempre garantito un agevole accesso adeguato

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

ART. 6 - INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del Capitolato Speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.
- 3.)L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

ART. 7 - DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

1. Sono parte integrante del contratto, e devono in esso essere richiamati:
 - a) il capitolato generale, se menzionato nel bando o nell'invito;
 - b) il capitolato speciale;
 - c) gli elaborati grafici progettuali e le relazioni;
 - d) l'elenco prezzi unitari;
 - e) la stima dei lavori;
 - g) il piano di sicurezza;
 - g) il cronoprogramma;
 - h) le polizze di garanzia.
2. Sono esclusi dal contratto tutti gli elaborati progettuali diversi da quelli elencati al comma 1.
3. I documenti elencati al comma 1 possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il capitolato speciale e l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla stazione appaltante e controfirmati dai contraenti.
4. In relazione alla tipologia di opera e al livello di progettazione posto a base di gara, possono essere allegati al contratto ulteriori documenti, dichiarati nel bando o nella lettera di invito, diversi dagli elaborati progettuali.

ART. 8 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

1. La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. In nessun caso si procede alla stipulazione del contratto o alla consegna dei lavori, se il responsabile del procedimento e l'esecutore non abbiano concordemente dato atto, con verbale da entrambi sottoscritto, del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

ART. 9 - FALLIMENTO DELL'APPALTATORE

1. In caso di fallimento dell'appaltatore o di risoluzione del contratto di appalto la Stazione appaltante si avvale, salvi e senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista all'art. 108 del D.Lgs 50/2016 e s.m.
2. Qualora l'esecutore sia un'associazione temporanea vale l'art 48 comma 17 del D.lgs 50/2016 e s.m..

ART. 10 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE E DOMICILIO; DIRETTORE DI CANTIERE

1. L'appaltatore deve eleggere domicilio ed a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'appaltatore deve altresì comunicare le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'appaltatore non conduca direttamente i lavori, deve depositare presso la stazione appaltante, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico, abilitato secondo le previsioni del Capitolato Speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire.

L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la stazione appaltante del nuovo atto di mandato. In difetto delle indicazioni previste dai commi precedenti, nessuna responsabilità può attribuirsi alla stazione appaltante per pagamenti a persone non autorizzate dall'appaltatore a riscuotere.

ART. 11 - NORME GENERALI SUI MATERIALI, I COMPONENTI

1. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e sottosistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici del progetto **esecutivo** e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli **16 e 17** del del D.M. **145/2000**.
3. Nel caso di subentro di un esecutore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il direttore dei lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli esecutori per accertare la consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo esecutore deve assumere dal precedente, e per indicare le indennità da corrispondersi.
4. Qualora l'esecutore sostituito nell'esecuzione dell'appalto non intervenga alle operazioni di consegna, oppure rifiuti di firmare i processi verbali, gli accertamenti sono fatti in presenza di due testimoni ed i relativi processi verbali sono dai medesimi firmati assieme al nuovo esecutore. Qualora il nuovo esecutore non intervenga si sospende la consegna, il direttore dei lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione. Qualora sia inutilmente trascorso il termine assegnato dal direttore dei lavori, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.
5. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di controversia,
6. In caso di contestazione Il direttore dei lavori o l'esecutore comunicano al responsabile del procedimento le contestazioni insorte circa aspetti tecnici che possono influire sull'esecuzione dei lavori; il responsabile del procedimento convoca le parti entro quindici giorni dalla comunicazione e promuove, in contraddittorio, l'esame della questione al fine di risolvere la controversia. La decisione del responsabile del procedimento è comunicata all'esecutore, il quale ha l'obbligo di uniformarvisi, salvo il diritto di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.
7. Se le contestazioni riguardano fatti, il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'imprenditore un processo verbale delle circostanze contestate o, mancando questi, in presenza di due testimoni. In quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all'esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi al direttore dei lavori nel termine di otto giorni dalla data del ricevimento. In mancanza di osservazioni nel termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.
8. L'esecutore, il suo rappresentante, oppure i testimoni firmano il processo verbale, che è inviato al responsabile del procedimento con le eventuali osservazioni dell'esecutore.
9. Contestazioni e relativi ordini di servizio sono annotati nel giornale dei lavori.
10. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'esecutore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
11. Ove l'esecutore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
12. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'esecutore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

13. L'esecutore che di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
14. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
15. Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
16. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'esecutore.
17. Per quanto riguarda le **modalità tecniche** di esecuzione di ogni lavoro, valgono le prescrizioni tecniche di seguito elencate e comunque, per quanto non specificato, l'Appaltatore dovrà seguire le migliori tecniche in modo che le opere riescano a regola d'arte ed impiegare maestranze adatte alle esigenze dei singoli lavori. L'Assuntore ha pure l'obbligo, durante l'esecuzione dei lavori di predisporre i mezzi di protezione atti ad evitare di danneggiare e sporcare i manufatti ed arredi a confine ed in adiacenza del cantiere. Egli resterà in ogni caso responsabile in merito e il Comune si riserva di addebitargli le spese che dovrà sostenere per le pulizie ed eventuali danneggiamenti.
18. L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con il decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).
19. Per quanto riguarda le **modalità tecniche** di esecuzione di ogni lavoro, valgono le prescrizioni tecniche di seguito elencate e comunque, per quanto non specificato, l'Appaltatore dovrà seguire le migliori tecniche in modo che le opere riescano a regola d'arte ed impiegare maestranze adatte alle esigenze dei singoli lavori. L'Assuntore ha pure l'obbligo, durante l'esecuzione dei lavori di predisporre i mezzi di protezione atti ad evitare di danneggiare e sporcare i manufatti ed arredi a confine ed in adiacenza del cantiere. Egli resterà in ogni caso responsabile in merito e il Comune si riserva di addebitargli le spese che dovrà sostenere per le pulizie ed eventuali danneggiamenti.
20. L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate con il decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008) e s.m.

ART. 12 TUTELA DEI LAVORATORI E REGOLARITÀ CONTRIBUTIVA

1. In caso di inadempienza contributiva dell'esecutore e del subappaltatore l'intervento sostitutivo della stazione appaltante è regolato dall'art. 30 c. 5 del D.Lgs 50/2016 e s.m.
2. L'intervento sostitutivo della stazione appaltante in caso di inadempienza retributiva dell'esecutore e del subappaltatore è disciplinato dall'art.30 c. 6 del D.Lgs 50/2016 e s.m.

CAPO 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE

ART. 13 – CONSEGNA E INIZIO LAVORI

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
1. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'art. 32 comma 8 del D.lgs 50/2016 e s.m.; in tal caso il direttore dei lavori indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.
2. Il R.U.P. accerta l'avvenuto adempimento degli obblighi di cui **all'articolo 38 del presente capitolato** prima della redazione del verbale di consegna di cui al comma 1 e ne comunica l'esito al Direttore dei lavori. La redazione del verbale di consegna è subordinata a tale positivo accertamento, in assenza del quale il verbale di consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.
4. L'Appaltatore dovrà altresì trasmettere entro **trenta giorni** dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori quanto previsto dall'art. 17 comma 1, lettera a) del **D.Lgs. 81/2008** e **s.m** con particolare attenzione alla copia del Piano Operativo della Sicurezza secondo i contenuti minimi dell'allegato XV del **D.Lgs. 81/2008**. **La mancata consegna del Piano Operativo della Sicurezza di cui sopra non potrà costituire valida giustificazione per il ritardato inizio delle lavorazioni, ma costituisce grave ed ingiustificata inadempienza ai sensi dell'art. 108 del D.Lgs 50/2016.**
5. L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; egli trasmette altresì, periodicamente, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, sia relativi al proprio personale che a quello delle imprese subappaltatrici.
6. Si dispone che è facoltà dell'Amministrazione che la consegna dei lavori possa farsi in più volte con successivi verbali di **consegna parziale**, per la natura e l'importanza dei lavori dell'opera in oggetto, ovvero si possa prevedere una temporanea indisponibilità delle aree. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 2 (in via d'urgenza) si applicano anche alle singole consegne frazionate. In caso d'urgenza l'Appaltatore comincia i lavori per le sole parti già consegnate. La data di consegna a tutti gli effetti di legge è quella dell'ultimo verbale di consegna parziale, che costituisce verbale di consegna definitivo. In caso di consegna parziale l'Appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che prevede la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree disponibili. Realizzati i lavori previsti nel programma, qualora permangano le cause di indisponibilità, si applica l'art. 107 del D.lgs 50/2016 s.m.

Art. 14 – TERMINE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in **giorni 170 (CENTOSETTANTA)** naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori. **Per le lavorazioni, compatibilmente con la Determina dirigenziale di aggiudicazione dei lavori, l'Amministrazione intende dare corso nel periodo feriale estivo in concomitanza con la chiusura dell'istituto scolastico.** Nel calcolo del tempo contrattuale, pertanto, NON si è tenuto conto delle ferie contrattuali.
3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori.
4. Nel caso di consegna parziale dei lavori si richiama quanto precisato all'art. 13 comma 7 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.
5. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.
6. Ai sensi dell'art. 107 c. 5 del D.lgs 50/2016 e s.m. l'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.
7. Nel caso di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108 c. 4 del D.lgs. 50/2016 e s.m ai fini dell'applicazione delle penali, il periodo di ritardo è determinato sommando il ritardo accumulato dall'esecutore rispetto al programma esecutivo dei lavori di cui all'art. 43 comma 10 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 23 c. 3 del D.Lgs 50/2016 e s.m., e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori.

ART. 15 A- PROROGHE

1. Si applica l'art. 107 comma 5 del D.Lgs 50/2016 e s.m.
2. La mancata determinazione del R.U.P. entro i termini di cui al predetto articolo costituisce rigetto della richiesta.

ART. 15 B – SOSPENSIONI ORDINATE DAL DIRETTORE DEI LAVORI

1. Si applica l'art. 107 del D.lgs 50/2016 e s.m.
2. Ai sensi dell'Art. 107 comma 1 del del D.lgs 50/2016 qualora cause di forza maggiore, condizioni climatiche oggettivamente eccezionali o tali da impedire in via temporanea il prosieguo dei lavori in condizioni di sicurezza od altre circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la Direzione dei Lavori d'ufficio o su segnalazione dell'Appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale.
3. Tra le circostanze speciali rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera di cui all'Art. 106 del D.lgs 50/2016. Nella sospensione dovuta alla redazione di una perizia di variante, il tempo deve essere adeguato alla complessità ed importanza delle modifiche da introdurre nel progetto.
4. Si applica l'Art. 107 comma 6 del D.Lgs 50/2016: salvo quanto previsto dal comma 6, per la sospensione dei lavori, qualunque sia la causa, non spetta all'esecutore alcun compenso o indennizzo.
5. Ai sensi dell'Art. 107 cm. 3 del D.lgs 50/2016 la sospensione è disposta per il tempo strettamente necessario. Cessate le cause della sospensione il RUP dispone la ripresa dell'esecuzione e indica il nuovo termine contrattuale
6. I verbali per la concessione di sospensioni, redatti con adeguata motivazione a cura della Direzione dei Lavori e controfirmati dall'Appaltatore e recanti l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori, devono pervenire tempestivamente al Responsabile del Procedimento entro il quinto giorno naturale successivo alla loro redazione e devono essere restituiti controfirmati dallo stesso o dal suo delegato.
7. Il verbale di sospensione deve contenere:
 - a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori;
 - b) l'adeguata motivazione a cura della Direzione dei Lavori;
 - c) le opere la cui esecuzione rimane interrotta e le cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri
 - d) la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.
 - e) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute (esempio: Enti Gestori di servizi interferenti).
8. Ai sensi dell'Art. 107 cm. 4 del D.lgs 50/2016, le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori sono iscritte a pena di decadenza nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che per le sospensioni inizialmente legittime, per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale, di ripresa dei lavori; qualora l'esecutore non intervenga alla firma dei verbali o si rifiuti di sottoscriverli, deve fame espressa riserva sul registro di contabilità.
9. La sospensione opera dalla data di redazione del relativo verbale. Non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni.
10. Ai sensi dell'Art. 107 cm. 4 del D.lgs 50/2016, ove successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'esecutore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili, dandone atto in apposito verbale.

La sospensione parziale dei lavori determina altresì il differimento dei termini contrattuali pari ad un numero di giorni determinato dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra ammontare dei lavori non eseguiti per effetto della sospensione parziale e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il cronoprogramma dei lavori

ART. 15 C– SOSPENSIONI ORDINATE DAL R.U.P.

- 1 Si applica l'art. 107 del D.lgs 50/2016 e s.m.
- 2 Ai sensi dell'Art 107 cm. 2 del D.lgs 50/2016, la sospensione può, altresì, essere disposta dal RUP per ragioni di necessità o di pubblico interesse, tra cui l'interruzione di finanziamenti per esigenze di finanza pubblica.

Qualora la sospensione, o le sospensioni, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la Stazione Appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Nessun indennizzo è dovuto all'esecutore negli altri casi. L'ordine è trasmesso contemporaneamente all'Appaltatore e al Direttore dei Lavori ed ha efficacia dalla data di emissione.

- 3 Ai sensi dell'Art. 107 cm. 3 del D.lgs 50/2016 la sospensione è disposta per il tempo strettamente necessario. Cessate le cause della sospensione il RUP dispone la ripresa dell'esecuzione e indica il nuovo termine contrattuale ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'Appaltatore e al Direttore dei Lavori.

ART. 16- PENALI IN CASO DI RITARDO

- 1 **L'Appaltatore assume in proprio le responsabilità che dovessero derivare dal mancato rispetto dei termini temporali di cui sotto tenendo indenne la Stazione Appaltante e l'Ufficio della Direzione dei Lavori da qualunque onere, assunzione di responsabilità e obbligazione conseguente alla ritardata esecuzione dell'intervento ordinato. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.**
- 2 Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari allo 1 per mille dell'importo contrattuale **inclusa la sicurezza.**
- 3 La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
 - a. per ogni giorno di ritardo **nell'inizio dei lavori** successivo ai primi dieci giorni naturali e consecutivi, ritardo calcolato rispetto alla data del verbale di consegna dei lavori, per una percentuale dell'1 per mille dell'importo contrattuale inclusa la sicurezza.
 - b. per ogni giorno di **ritardo nella conclusione dei lavori di ripristino**, ordinati dalla D.L. a seguito dell'accertamento di lavorazioni eseguite non a perfetta regola d'arte mediante Ordine di Servizio, indicante i tempi per l'esecuzione degli stessi, per una percentuale dell'1 per mille dell'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque dell'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
 - c. Per ogni giorno di ritardo in caso di **opere accessorie (lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori)** di cui **all'art. 199 c. 2 del DPR 207/2010** fino all'entrata in vigore del Decreto Ministeriale di cui all'art. 111 c. 1 del D.lg 50/2016 e s.m. da eseguire nel termine perentorio non superiore a 60 gg indicato nel verbale di ultimazione dei lavori per una percentuale dell'1 per mille dell'importo della parte di lavori inclusa la quota parte di sicurezza, **che direttamente e indirettamente** traggono pregiudizio dal mancato completamento (la parte di lavori che traggono pregiudizio è valutata dalla DL e può includere in tutto o in parte anche lavorazioni tra quelle già completate alla data della sottoscrizione del verbale di ultimazione dei lavori come per esempio il caso delle opere scorparabili).

Sulla base delle indicazioni fornite dal direttore dei lavori, le penali sono applicate dal responsabile del procedimento in sede di conto finale ai fini della relativa verifica da parte dell'organo di collaudo o in sede di conferma, da parte dello stesso responsabile del procedimento, del certificato di regolare esecuzione.

Sull'istanza di disapplicazione delle penali decide la stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento, sentito il direttore dei lavori e l'organo di collaudo ove costituito.

L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi dei commi 1 e 2 non può superare il **10 per cento** dell'importo netto contrattuale da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate all'eventuale ritardo; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione la Risoluzione del contratto per grave inadempimento, grave irregolarità e grave ritardo.

ART. 17 – PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE E CRONOPROGRAMMA

1. Ai sensi dell'art. 43 comma 10 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 23 c. 3 del D.Lgs 50/2016 e s.m. entro 30 (trenta) giorni dalla data del verbale di consegna, **e comunque prima dell'inizio dei lavori**, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un **proprio programma esecutivo dei lavori**, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la

liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, **entro cinque giorni** dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

2. **Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore** non può modificare le sequenze del cronoprogramma dei lavori facente parte degli elaborati di progetto ai sensi dell'art. 22 comma 8 del D.Lgs 50/2016 e s.m. **se non con altre equivalenti**, concordate preventivamente con la direzione dei Lavori, Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione ed il Comando Polizia Municipale, che non aumentino i disagi viabilistici connessi al cantiere e non alterino la tempistica complessiva di intervento.
3. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
 - b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
 - c) per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
 - b) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;
 - c) qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008 e s.m. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.
4. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo ai sensi dell'art. 22 comma 8 del D.Lgs 50/2016 e s.m.; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 3.

ART. 18 – INDEROGABILITÀ DEI TERMINI DI ESECUZIONE

1. **Non costituiscono motivo di differimento dell'avvio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma esecutivo o della loro ritardata ultimazione:**
 - a) il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
 - c) l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'appaltatore ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o espressamente approvati da questa;
 - d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto;
 - f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
 - γ) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente.
 - η) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
 - ι) le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008 e s.m., fino alla relativa revoca.
2. Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'avvio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, nel caso in cui l'appaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla Stazione appaltante medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.

3. **Le cause di cui ai commi 1 e 2 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe di cui all'articolo 15A, di sospensione dei lavori di cui all'articolo 15B, per la disapplicazione delle penali di cui all'articolo 16, e possono essere motivo per l'eventuale risoluzione del Contratto ai sensi dell'articolo 19.**

ART. 19 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO E RECESSO

1. Fatto salvo quanto previsto ai commi 1, 2 e 4, dell'articolo 107 del D.lgs 50/2016 e s.m.i., le Stazioni Appaltanti possono risolvere un contratto pubblico durante il periodo di sua efficacia, se una o più delle seguenti condizioni sono soddisfatte:
 - a. il contratto ha subito una modifica sostanziale che avrebbe richiesto una nuova procedura di appalto ai sensi dell'articolo 106 del D.lgs 50/2016;
 - b. con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 1, lettere b) e c) del D.lgs 50/2016 sono state superate le soglie di cui al comma 7 del **predetto articolo; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 1, lettera e) del D.lgs 50/2016 del predetto articolo, sono state superate eventuali soglie stabilite dalle amministrazioni aggiudicatrici o dagli enti aggiudicatori; con riferimento alle modificazioni di cui all'articolo 106, comma 2 del D.lgs 50/2016, sono state superate le soglie di cui al medesimo comma 2, lettere a) e b) del D.lgs 50/2016;**
 - c. l'aggiudicatario si è trovato, al momento dell'aggiudicazione dell'appalto in una delle situazioni di cui all'articolo 80, comma 1 del D.lgs 50/2016, per quanto riguarda i settori ordinari ovvero di cui all'articolo 170, comma 3 del D.lgs 50/2016, per quanto riguarda le concessioni e avrebbe dovuto pertanto essere escluso dalla procedura di appalto o di aggiudicazione della concessione, ovvero ancora per quanto riguarda i settori speciali avrebbe dovuto essere escluso a norma dell'articolo 136, comma 1, secondo e terzo periodo del D.lgs 50/2016;
 - d. l'appalto non avrebbe dovuto essere aggiudicato in considerazione di una grave violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento ai sensi dell'articolo 258 TFUE, o di una sentenza passata in giudicato per violazione del Codice dei Contratti.
2. Le Stazioni Appaltanti devono risolvere un contratto pubblico durante il periodo di efficacia dello stesso qualora:
 - a. **nei confronti dell'Appaltatore sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;**
 - b. **nei confronti dell'Appaltatore sia intervenuto un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione di cui al codice delle leggi antimafia e delle relative misure di prevenzione, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i reati di cui all'articolo 80 del D.lgs 50/2016.**
3. Il Direttore dei Lavori, se nominato, quando accerta un grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'Appaltatore, tale da comprometterne la buona riuscita delle prestazioni, invia al responsabile del procedimento una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'Appaltatore. Egli formula, altresì, la contestazione degli addebiti all'Appaltatore, assegnando un termine non inferiore a quindici giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al responsabile del procedimento. Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la Stazione Appaltante su proposta del Responsabile del Procedimento dichiara risolto il Contratto applicativo.
4. Qualora, al di fuori di quanto previsto al comma 3, l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del Contratto applicativo, il Direttore dei Lavori o il Responsabile Unico dell'esecuzione del contratto, se nominato gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la Stazione Appaltante risolve il Contratto applicativo, fermo restando il pagamento delle penali.
5. Nel caso di risoluzione del Contratto applicativo l'Appaltatore ha diritto soltanto al pagamento delle prestazioni relative ai lavori, servizi o forniture regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

6. Il Responsabile Unico del Procedimento nel comunicare all'Appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, dispone, con preavviso di venti giorni, che il direttore dei lavori curi la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.
7. Qualora sia stato nominato, l'Organo di Collaudo procede a redigere, acquisito lo stato di consistenza, un verbale di accertamento tecnico e contabile con le modalità di cui al presente codice. Con il verbale è accertata la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante; è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.
8. Nei casi di cui ai commi 2 e 3, in sede di liquidazione finale dei lavori, servizi o forniture riferita all'appalto risolto, l'onere da porre a carico dell'Appaltatore è determinato anche in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori ove la Stazione Appaltante non si sia avvalsa della facoltà prevista dall'articolo 110, comma 1 del D.lgs 50/2016 (interpello progressivo dei concorrenti).
9. Nei casi di risoluzione del Contratto applicativo di appalto dichiarata dalla Stazione Appaltante l'Appaltatore deve provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnato dalla stessa Stazione Appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. La Stazione Appaltante, in alternativa all'esecuzione di eventuali provvedimenti giurisdizionali cautelari, possessori o d'urgenza comunque denominati che inibiscano o ritardino il ripiegamento dei cantieri o lo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze, può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'appaltatore o prestare fideiussione bancaria o polizza assicurativa con le modalità di cui all'articolo 93 del D.lgs 50/2016, pari all'uno per cento del valore del Contratto applicativo. Resta fermo il diritto dell'Appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.
10. Ad esplicitazione di quanto previsto sopra è causa di recesso:
 - a. L'eventuale ritardo imputabile all'Appaltatore nel rispetto dei termini per l'ultimazione dei lavori o delle scadenze esplicitamente fissate allo scopo dal programma temporale superiore a 10 (giorni) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del Contratto, a discrezione della Stazione Appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, considerata la possibile urgenza nella conduzione dei lavori di manutenzione generale;
 - b. La risoluzione del Contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'Appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
 - c. Nel caso di risoluzione del Contratto la penale di cui all'articolo 18, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'Appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
 - d. Sono dovuti dall'Appaltatore i danni subiti dalla Stazione Appaltante in seguito alla risoluzione del Contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidato a terzi. Per il risarcimento di tali danni la Stazione Appaltante può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'Appaltatore in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.

In caso di risoluzione del Contratto, il verbale di accertamento tecnico e contabile, è redatto con le modalità indicate all'articolo 223 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del Regolamento di cui all'Art. 102 cm. 8 del D.Lgs 50/2016;

Fatto salvo quanto previsto dal Codice Civile, il recesso dal Contratto è disciplinato dall'Art. 109 del D.lgs 50/2016.

Fermo restando quanto previsto dagli articoli 88, comma 4-ter, e 92, comma 4, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, la Stazione Appaltante può recedere dal Contratto applicativo in qualunque tempo previo il pagamento dei lavori eseguiti o delle prestazioni relative ai servizi e alle forniture eseguiti nonché del valore dei materiali utili esistenti in cantiere nel caso di lavoro o in magazzino nel caso di servizi o forniture, oltre al decimo dell'importo delle opere, dei servizi o delle forniture non eseguite.

Il decimo dell'importo delle opere non eseguite è calcolato sulla differenza tra l'importo dei quattro quinti del prezzo posto a base di gara, depurato del ribasso d'asta e l'ammontare netto dei lavori, servizi o forniture eseguiti.

L'esercizio del diritto di recesso è preceduto da una formale comunicazione all'Appaltatore da darsi con un preavviso non inferiore a venti giorni, decorsi i quali la stazione appaltante prende in consegna i lavori, servizi o forniture ed effettua il collaudo definitivo e verifica la regolarità dei servizi e delle forniture.

I materiali, il cui valore è riconosciuto dalla Stazione Appaltante a norma del comma 1, sono soltanto quelli già accettati dal Direttore dei Lavori o del Direttore dell'Esecuzione del Contratto, se nominato, o del RUP in sua assenza, prima della comunicazione del preavviso di cui al comma 3.

La Stazione Appaltante può trattenere le opere provvisoriale e gli impianti che non siano in tutto o in parte asportabili ove li ritenga ancora utilizzabili. In tal caso essa corrisponde all'Appaltatore, per il valore delle opere e degli impianti non ammortizzato nel corso dei lavori eseguiti, un compenso da determinare nella minor somma fra il costo di costruzione e il valore delle opere e degli impianti al momento dello scioglimento del contratto.

L'Appaltatore deve rimuovere dai magazzini e dai cantieri i materiali non accettati dal Direttore dei Lavori e deve mettere i magazzini e i cantieri a disposizione della Stazione Appaltante nel termine stabilito; in caso contrario lo sgombero è effettuato d'ufficio e a sue spese.

Ai sensi dell'Art. 110 del Codice. (Procedure di affidamento in caso di fallimento dell'esecutore o di risoluzione del contratto e misure straordinarie di gestione) la Stazione Appaltante, in caso di fallimento, di liquidazione coatta e concordato preventivo, ovvero procedura di insolvenza concorsuale o di liquidazione dell'Appaltatore, o di risoluzione del Contratto ai sensi dell'articolo 108 del D.lgs 50/2016 ovvero di recesso dal Contratto ai sensi dell'articolo 88, comma 4-ter, del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159, ovvero in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento dei lavori. L'affidamento avverrà alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta.

CAPO 4 - DISCIPLINA ECONOMICA

ART. 20 - ANTICIPAZIONE

Ai sensi dell'art. 35 c. 18 del D.lgs 50/2016 e s.m. è dovuta l'anticipazione: sul valore stimato dell'appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari **al 20 per cento da corrispondere all'appaltatore entro quindici giorni dall'effettivo inizio dei lavori**. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, o assicurative autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385. L'importo della garanzia viene gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte delle stazioni appaltanti. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

ART. 21 - PAGAMENTI IN ACCONTO

1. Nel corso dell'esecuzione dei lavori sono erogati all'esecutore, in base ai dati risultanti dai documenti contabili, pagamenti in acconto del corrispettivo dell'appalto, nei termini o nelle rate stabiliti dal contratto ed a misura dell'avanzamento dei lavori regolarmente eseguiti
2. Il pagamento avverrà mediante emissione di certificato di pagamento quando i lavori, contabilizzati ai sensi degli articoli 27, 28, 29 e 30 del C.S.A, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza, raggiungano, al netto della ritenuta di cui al comma 2, **UN IMPORTO NON INFERIORE AL 25% DEI LAVORI**, inclusi gli oneri di sicurezza e dedotta la quota parte relativa all'anticipazione di cui all'articolo 20 del presente Capitolato.
3. ai sensi dell'art. 30 comma 5 del D.lgs 50/2016 e s.m. in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi di cui all'articolo 105 del D.lgs 50/2016 e s.m., impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per **il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile**. Sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.
3. Entro i **45 (quarantacinque)** giorni successivi al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2, il direttore dei lavori redige la relativa contabilità ai sensi dell'art. 180 e seguenti del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del D.Lgs 50/2016; ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 194 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del D.Lgs 50/2016 e s.m., il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data di chiusura; il responsabile del procedimento emette, **entro lo stesso termine**, il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'art. 195 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del D.Lgs 50/2016 e s.m. il quale deve riportare esplicitamente il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori, con l'indicazione della data di emissione.
4. La Stazione appaltante provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 60 giorni dal ricevimento della fattura, mediante emissione dell'apposito mandato e all'erogazione a favore dell'appaltatore.
5. **Le modalità di emissione delle fatture di acconto e saldo dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.Min del 03.04.2013 n. 55 e s.m.e.i. Fatture difformi non saranno tenute in alcun conto a partire dalla data di validità del suddetto D. Ministeriale.**
6. . Eventuali ritardi nel pagamento della rata di acconto conseguenti alla ritardata presentazione della fattura nei termini di cui sopra non saranno imputabili alla Stazione Appaltante.
7. In deroga alla previsione del comma 2, qualora i lavori eseguiti raggiungano un importo pari o superiore al 90% (novanta per cento) dell'importo contrattuale, può essere emesso uno stato di avanzamento per un importo inferiore a quello minimo previsto allo stesso comma 1, **ma non superiore al 95%** (novantacinque per cento) dell'importo contrattuale. **Non può essere emesso alcun stato di avanzamento quando la differenza tra l'importo contrattuale e i certificati di pagamento già emessi sia inferiore al 10 % (dieci per cento) dell'importo contrattuale medesimo.** L'importo residuo dei lavori è contabilizzato nel conto finale e liquidato ai sensi dell'articolo 22. Ai fini del presente comma per importo contrattuale si intende l'importo del contratto originario eventualmente adeguato in base all'importo degli atti di sottomissione approvati.

8. Ai sensi dell'articolo 48-bis del d.P.R. 29 settembre 1973, n. 602, come introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge 24 novembre 2006, n. 286, e dell'articolo 118, commi 3 e 6, del Codice dei contratti, il pagamento della rata di acconto è **subordinata**:
- a) all'acquisizione d'ufficio del DURC REGOLARE, proprio e degli eventuali subappaltatori, da parte della Stazione appaltante; a tal fine trova applicazione l'articolo 13, comma 6 del presente C.S.A.;
 - b) qualora l'appaltatore abbia stipulato contratti di subappalto, cottimo, e **sub-contratti di fornitura le cui prestazioni sono pagate in base allo stato di avanzamento di lavori ovvero allo stato di avanzamento forniture (v. art. 15 L 180/2011)** alle verifiche che siano state trasmesse **le fatture quietanziate del subappaltatore, del cottimista o del fornitore** entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento della rata di acconto precedente ai sensi dell'art. 118 c. 3 del D.Lgs 163/2006; L'inottemperanza di questo adempimento da parte dell'appaltatore comporta la sospensione del pagamento della rata **di acconto**.
 - d) all'esito positivo dell'accertamento, da parte della Stazione appaltante, delle verifiche ex art. 48 bis del D.P.R. n. 602/1973 e s.m.e.i. e con le modalità di cui al d.m. 18 gennaio 2008, n. 40, per i pagamenti di importo superiore a diecimila Euro al lordo dell'IVA. In caso di inadempienza accertata, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

ART. 22 - PAGAMENTI A SALDO

All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità il responsabile unico del procedimento rilascia il **certificato di pagamento** ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore. Il certificato di pagamento è rilasciato non oltre il **novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio** ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

Ai sensi dell'art. 216 c. 17 del D.lgs 50/2016 e s.m. e fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del d.lgs 5072016:

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro **45 (quarantacinque)** giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dal direttore di lavori e trasmesso al responsabile del procedimento. Col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di Collaudo o di regolare esecuzione ai sensi del comma 3 e alle condizioni di cui al comma 4.
2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore ai sensi dell'art. 201 del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del d.lgs 5072016 e s.m., su richiesta del responsabile del procedimento, entro il termine **perentorio di TRENTA** giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato. **Il responsabile del procedimento formula in ogni caso una sua relazione al conto finale ai sensi dell'art. 202 del DPR 207/2010** fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del d.lgs 5072016 e s.m..
3. **In base all'art. 201 comma 2 del DPR 207/2010** fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del D.lgs 50/2016 e s.m. l'esecutore, all'atto della firma del conto finale, non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e deve confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non siano intervenuti la transazione di cui all'articolo 208 del D.lgs. 50/2016 e s.m. o l'accordo bonario di cui all'articolo 205 del D.lgs. 50/2016 e s.m., eventualmente aggiornandone l'importo.
4. la rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui all'articolo 21, comma 3, nulla ostando, è pagata entro i 60 giorni su presentazione di regolare fattura la cui emissione è autorizzata dalla emissione del certificato di pagamento a saldo.
5. Le modalità di emissione delle fatture di acconto e saldo dovranno essere conformi a quanto previsto dal D.Min del 03.04.2013 n. 55 e s.m.e.i. Fatture difformi non saranno tenute in alcun conto.
6. Eventuali ritardi nel pagamento della rata di acconto conseguenti alla ritardata presentazione della fattura nei termini di cui sopra non saranno imputabili alla Stazione Appaltante
7. Nel caso l'esecutore non abbia preventivamente presentato garanzia fidejussoria sulla rata a saldo, il termine di sessanta giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa, a norma dell'art.103 comma 6 del D.Lgs 50/2016 e s.m. precisando che non verranno accettate fatture prive della suddetta polizza.
8. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa presentazione di apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'art.103 comma 6 del D.Lgs 50/2016 e s.m., non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.
9. Ai sensi dell'art.103 comma 6 del D.Lgs 50/2016 e s.m. la cauzione o garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa è pari all'importo della medesima rata di saldo maggiorato del tasso di interesse legale

applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo o della verifica di conformità nel caso di appalti di servizi o forniture e l'assunzione del carattere di definitività dei medesimi.

10. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di Collaudo o il Certificato di Regolare Esecuzione assuma carattere definitivo.

11. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

12. Il pagamento della rata a saldo è subordinato:

- a. all'acquisizione d'ufficio del DURC REGOLARE, proprio e degli eventuali subappaltatori, da parte della Stazione appaltante; a tal fine trova applicazione l'articolo 13, comma 6 del presente C.S.A.;
- b. qualora l'appaltatore abbia stipulato contratti di **subappalto, cottimo, e sub-contratti di fornitura le cui prestazioni sono pagate in base allo stato di avanzamento di lavori ovvero allo stato di avanzamento forniture (v. art. 15 L 180/2011)** alle verifiche che siano state trasmesse **le fatture quietanziate del subappaltatore, del cottimista o del fornitore** entro il termine di 20 (venti) giorni dal pagamento della rata di acconto precedente ai sensi dell'art. 118 c. 3 del D.Lgs 163/2006 e s.m.; L'inottemperanza di questo adempimento da parte dell'appaltatore comporta la sospensione del pagamento della rata **di saldo**.
- c. all'esito positivo dell'accertamento, da parte della Stazione appaltante, delle verifiche ex art. 48 bis del D.P.R. n. 602/1973 e s.m.e.i. e con le modalità di cui al d.m. 18 gennaio 2008, n. 40, per i pagamenti di importo superiore a **diecimila Euro al lordo dell'IVA**. In caso di inadempienza accertata, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

ART.23 – RITARDI NEL PAGAMENTO DELLE RATE DI ACCONTO

Qualora il certificato di pagamento delle rate di acconto non sia emesso **entro 45 giorni** a decorrere dalla data di maturazione di ogni SAL per causa imputabile alla stazione appaltante spettano all'esecutore gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute, fino alla data di emissione di detto certificato. **Qualora il ritardo nella emissione del certificato di pagamento superi i sessanta giorni, dal giorno successivo sono dovuti gli interessi moratori.**

E' facoltà dell'appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, ovvero nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato;

Per eventuali ritardi nei pagamenti vale quanto previsto dal comma 1 con la precisazione che non sono imputabili all'Amministrazione Comunale i ritardi dovuti all'erogazione delle rate di somministrazione del Mutuo.

ART. 24 – RITARDI NEL PAGAMENTO DELLA RATA DI SALDO

1. Il termine di pagamento dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, della rata di saldo e di svincolo della garanzia fideiussoria definitiva, decorre dalla presentazione della preventiva garanzia fidejussoria a garanzia della rata a saldo, da parte dell'esecutore;

ART. 25 - REVISIONE PREZZI

Ai sensi dell'art. 106 del D.lgs 50/2016 e s.m. **per i contratti relativi ai lavori**, le variazioni di prezzo in aumento o in diminuzione possono essere valutate, sulla base dei prezzi di cui all'articolo 23, comma 7 del D.lgs 50/2016 e s.m., solo per l'eccedenza rispetto al dieci per cento rispetto al prezzo originario e comunque in misura pari alla metà.

ART. 26 - CESSIONE DEL CONTRATTO E CESSIONE DEI CREDITI

1. Nel presente contratto di appalto vige il principio generale e di ordine pubblico di immodificabilità del contraente; è, pertanto, fatto divieto di cessione del contratto di appalto sono pena di nullità, fatto salvo che il formale subaffidamento sia richiesto ed autorizzato dall'amministrazione aggiudicatrice.
2. E' ammessa la cessione dei crediti, nei modi e alle condizioni, di cui all'articolo 107 comma 13 del D.Lgs n.50/2016 e s.m..

CAPO 5- CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

ART. 27 - LAVORI A MISURA

Nel presente appalto non sono previste lavorazioni a misura.

ART. 28 - LAVORI A CORPO

1. Per le prestazioni a corpo, il prezzo convenuto non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o della qualità della prestazione, per cui il computo metrico estimativo, posto a base di gara ai soli fini di agevolare lo studio dell'intervento, non ha valore negoziale. Prima della formulazione dell'offerta, il concorrente ha l'obbligo di controllarne le voci e le quantità attraverso l'esame degli elaborati progettuali e pertanto di formulare l'offerta medesima tenendo conto di voci e relative quantità che ritiene eccedenti o mancanti.

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta **fisso e invariabile senza** che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regola dell'arte.
3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella «B», allegata al presente capitolato speciale per farne parte integrante e sostanziale, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.
4. L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore era tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo, dichiarando in particolare di aver preso visione esatta dei particolari costruttivi relativi agli elementi in calcestruzzo, agli elementi prefabbricati in cemento armato, e di averne valutato la esatta esecutività e remuneratività, nella forma, nella dimensione, nelle modalità di trasporto, posa e nello schema di montaggio.
5. Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), come evidenziati al rigo b) della tabella «B», integrante il capitolato speciale, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita nella predetta tabella «B», intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

ART. 29 - LAVORI IN ECONOMIA

La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata secondo i **prezzi unitari contrattuali** per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa, con le modalità previste dall'articolo 203 e ss. Del DPR 207/2010 fino all'entrata in vigore del decreto di cui all'art. 111 c. 1 del D.Lgs 50/2016 e s.m.

Gli oneri per la sicurezza, di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), rigo 2, come evidenziati al rigo b) della tabella «B», se presente, integrante il Capitolato Speciale, per la parte eseguita in economia, sono contabilizzati separatamente con gli stessi criteri.

ART. 30 - VALUTAZIONE DEI MANUFATTI E DEI MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.

ART. 30 bis – CONTROLLO, MISURA E VALUTAZIONE DEI LAVORI

I materiali da costruzione forniti e/o posati nonché utilizzati per la realizzazione di opere compiute debbono essere conformi al Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento europeo e del consiglio del 9 marzo 2011 G.U.R.I. L 88/6 del 04.04.2011 8in vigore 24/04/2011 (materiali da costruzione) e s.m.e.i

L'appaltatore è tenuto ad eseguire le opere indicate in base ai disegni di progetto ed alle prescrizioni presenti in questo Capitolato Speciale di Appalto ed agli Ordini di Servizio, alla normativa vigente, alle indicazioni della Direzione Lavori, senza introdurre alcuna variazione che non sia ufficialmente autorizzata. Per tutte le opere dell'Appalto, le quantità di lavori saranno determinate in contesto con misure geometriche o con pesatura diretta, escludendo ogni altro metodo.

Si escludono altresì maggiorazioni dei prezzi o delle quantità geometriche se non espressamente previsto nell'Elenco Prezzi Unitario. Non si prevedono maggiorazioni dei prezzi o della quantità geometrica, se non espressamente previsto nell'Elenco Prezzi Unitario, neanche per la realizzazione di lavori complessivamente di entità modesta o costituiti da più interventi, singolarmente modesti, anche se indicati in progetto nel loro quantitativo complessivo.

In generale le misurazioni complesse possono anche essere effettuate con strumenti elettronici per il rilievo topografico e loro programmi applicativi che consentano il calcolo di superfici, lunghezze o volumi con opportune formule di geometria i cui risultati siano verificabili tramite elaborazioni di grafici e tabelle.

La contabilizzazione delle opere non eseguite secondo le norme di questo Capitolato Speciale d'Appalto, non verrà effettuata fino a quando l'Impresa non avrà ripristinato le opere secondo le modalità richieste.

I prezzi di elenco relativi alla fornitura, alla realizzazione dei lavori ed alla fornitura e posa dei materiali, si ritengono comprensivi del carico, trasporto e consegna del materiale presso le eventuali aree di deposito reperite dall'Impresa a sua cura e spese, e del trasporto dal deposito all'area di cantiere, la movimentazione in cantiere; comprendono altresì i macchinari di qualsiasi tipo con relativi operatori, le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento cantiere, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore e qualsiasi onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

CAPO 6 - CAUZIONI E GARANZIE

ART. 31 - CAUZIONE PROVVISORIA

1. Si applica l'articolo 93 del D.lgs 50/2016 e s.m.

ART. 32 - CAUZIONE DEFINITIVA E A SALDO

1. Si applica l'articolo 103 del D.lgs 50/2016 e s.m. (Garanzie definitive).

ART.33 – RIDUZIONE DELLE GARANZIE

Ai sensi dell'art. 103 c.5 del D.lgs 50/2016 e s.m., la garanzia di cui al comma 1 è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, **nel limite massimo dell'80 per cento dell'iniziale importo garantito**. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato. Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione. Tale automatismo si applica anche agli appalti di forniture e servizi. Sono nulle le pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

ART. 34 - ASSICURAZIONE A CARICO DELL'IMPRESA

1. Si applica l'art 103 c. 7 del D.lgs 50/2016 e s.m.

2. L'importo da assicurare è pari a all'importo contrattuale.

CAPO 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

ART. 35 - VARIAZIONE DEI LAVORI

1. Si applica l'articolo 106 del D.Lgs 50/2016 e s.m. (modifica di contratti durante il periodo di efficacia).

ART. 36 – VARIANTI PER ERRORI OD OMISSIONI PROGETTUALI

Ai sensi dell'art. 106 del D.lgs 50/2016 e s.m. ferma restando la responsabilità dei progettisti esterni, i contratti possono parimenti essere modificati, oltre a quanto previsto al comma 1, anche a causa di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione, senza necessità di una nuova procedura a norma del presente codice, se il valore della modifica è al di sotto di entrambi i seguenti valori:

- a) le soglie fissate all'articolo 35 del D.lgs 50/2016 e s.m. (soglie comunitarie);
- b) il **10 per cento** del valore iniziale del contratto per i contratti di **servizio e fornitura** sia nei settori ordinari che speciali ovvero il **15 per cento** del valore iniziale del contratto per i contratti di **lavori** sia nei settori ordinari che speciali. Tuttavia la modifica non può alterare la natura complessiva del contratto o dell'accordo quadro. In caso di più modifiche successive, il valore è accertato sulla base del valore complessivo netto delle successive modifiche.

I titolari di incarichi di progettazione sono responsabili per i danni subiti dalle stazioni appaltanti in conseguenza di errori o di omissioni della progettazione di cui al comma 2 dell'art. 106 del D.lgs 50/2016 e s.m.. Nel caso di appalti aventi ad oggetto la progettazione esecutiva e l'esecuzione di lavori, l'appaltatore risponde dei ritardi e degli oneri conseguenti alla necessità di introdurre varianti in corso d'opera a causa di carenze del progetto esecutivo.

Ai fini del presente articolo si considerano errore o omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle regole di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.

ART. 37- PREZZI APPLICABILI AI NUOVI LAVORI E NUOVI PREZZI

1. Quando sia necessario eseguire una specie di lavorazione non prevista in contratto o adoperare materiali di specie diversa o proveniente da luoghi diversi da quelli previsti dal medesimo vengono determinati ed approvati i nuovi prezzi non contemplati nel contratto.
2. Le eventuali varianti dell'opera sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4, fermo restando l'articolo 106 del D.Lgs 50/2016 e s.m.
3. Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale, come determinati ai sensi dell'articolo 3, commi 3 e 4, non siano previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi.
4. Per i soli nuovi prezzi da formare ai sensi dell'art. 163 del DPR 207/2010 e s.m. e con particolare riferimento in caso di varianti, saranno utilizzati quali prezzari di riferimento prioritariamente l'Elenco Prezzi Unitari Generale qualora allegato al progetto Esecutivo e secondariamente **II PREZZARIO DELLA OPERE PUBBLICHE REGIONE LOMBARDIA 2019**, precisando che per tutte le altre lavorazioni già incluse nell'elenco prezzi unitari contrattuale hanno valore esclusivamente tali prezzi di contratto escludendo qualsiasi modifica o sovrapprezzo a seguito di confronto con prezzari ufficiali.
5. I nuovi prezzi sono determinati in contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore mediante apposito verbale di concordamento e, ed approvati dal responsabile del procedimento. Ove comportino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, essi sono approvati dalla stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori.
6. I nuovi prezzi, valutati a lordo, sono soggetti al ribasso d'asta.

CAPO 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

ART. 38– ADEMPIMENTI PRELIMINARI IN MATERIA DI SICUREZZA

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al Decreto n. 81/08 e s.m., l'appaltatore deve trasmettere **alla Stazione appaltante**, prima della redazione del verbale di consegna dei lavori:
 - a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;
 - b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;
 - c) il certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, con l'indicazione antimafia di cui agli articoli 6 e 9 del d.P.R. n. 252 del 1998, oppure, in alternativa, ai fini dell'acquisizione d'ufficio, l'indicazione della propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;
 - d) i dati necessari ai fini dell'acquisizione d'ufficio del documento unico di regolarità contributiva (DURC) da parte della Stazione appaltante, mediante la presentazione del modello unificato INAIL-INPS-CASSA EDILE, compilato nei quadri «A» e «B» oppure, in alternativa, le seguenti indicazioni:
 - il contratto collettivo nazionale di lavoro (CCNL) applicato;
 - la classe dimensionale dell'impresa in termini di addetti;
 - per l'INAIL: codice ditta, sede territoriale dell'ufficio di competenza, numero di posizione assicurativa;
 - per l'INPS: matricola azienda, sede territoriale dell'ufficio di competenza; se impresa individuale numero di posizione contributiva del titolare; se impresa artigiana, numero di posizione assicurativa dei soci;
 - per la Cassa Edile (CAPE): codice impresa, codice e sede cassa territoriale di competenza;
 - e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del Decreto n. 81. Ai sensi dell'articolo 29, comma 5, secondo periodo, del Decreto n. 81, se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, la valutazione dei rischi, fino alla scadenza del diciottesimo mese successivo alla data di entrata in vigore del decreto interministeriale di cui all'articolo 6, comma 8, lettera f), del predetto Decreto n. 81 e, comunque, non oltre il 30 giugno 2012, la valutazione dei rischi può essere autocertificata;
 - f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 e s.m..
2. L'appaltatore deve trasmettere **al coordinatore per l'esecuzione** il nominativo e i recapiti:
 - a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del Decreto n. 81 del 2009 e s.m..
 - b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del Decreto n. 81 del 2008 e s.m.;
 - c) l'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 44;
 - d) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 45.
3. **L'appaltatore è esentato dagli adempimenti di cui al comma 1 e al comma 2, qualora già effettuati prima della stipula del contratto a condizione che non siano intervenute modificazioni a quanto già dichiarato o prodotto alla Stazione appaltante;** in ogni caso:
 - a) il certificato di cui al comma 1, lettera b), deve essere presentato comunque qualora siano trascorsi 6 (sei) mesi dalla data di emissione del certificato prodotto in precedenza;
 - b) le informazioni per l'acquisizione del DURC di cui al comma 1, lettera d), devono essere fornite comunque qualora siano trascorsi 30 (trenta) giorni dalla data di emissione del DURC prodotto in precedenza.
4. Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:
 - a) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa capogruppo mandataria, qualora l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di imprese ai sensi dell'articolo 37, commi 1, 14 e 15, del Codice dei contratti;
 - b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui agli articoli 34, comma 1, lettere b) e c), qualora il consorzio intenda eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;
 - c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori ai sensi degli articoli 37, comma 7, e 36 del Codice dei Contratti, qualora il consorzio sia privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; qualora siano state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata in sede di gara o comunque preventivamente comunicata alla Stazione appaltante, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;
 - d) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.
5. L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui all'articolo 41, commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori ogni qualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

ART. 39 - NORME DI SICUREZZA GENERALI

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro, con particolare riferimento al D.Lgs.81/2008 e s.m.i., e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.
 2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
- L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito (all'articolo 38, commi 1, 2 o 5, oppure agli articoli 40, 41 o 42).

ART. 40– PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E SUE MODIFICHE ED INTEGRAZIONI

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi del decreto legislativo n. 81/2008 e s.m. Tale obbligo è esteso altresì alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.
2. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:
 - a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie ovvero quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;
 - b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di **tre giorni lavorativi** dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi nei casi di cui al comma 2, lettera a), le proposte si intendono accolte.
5. Qualora il coordinatore non si sia pronunciato entro il termine **di tre giorni lavorativi** dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi nei casi di cui al comma 2, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 2, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
7. Nei casi di cui al comma 2, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti.

ART. 41 – PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA

1. L'appaltatore, **entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori**, deve predisporre e consegnare al direttore dei lavori o, se nominato, al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, **un piano operativo di sicurezza** per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza (redatto ai sensi del punto 3.2 dell'allegato XV DEL D.Lgs. 81/2008 e s.m., comprende il documento di valutazione dei rischi e gli adempimenti di cui al predetto Decreto e contiene inoltre le notizie di cui allo stesso decreto, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 40.
3. L'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 43, comma 5, lettera d), del presente Capitolato, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.
4. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del Decreto n. 81/08 e s.m., il piano operativo di sicurezza non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato Decreto n. 81/08.

ART. 42 – OSSERVANZA E ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui al decreto legislativo D.Lgs 81/2008 e s.m., con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti di cui al medesimo decreto.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008 e s.m., nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente o del coordinatore, l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.
5. L'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

ART. 43 – SUBAPPALTO E COTTIMO

1. Valgono le disposizioni di cui all'art. 105 del D.lgs 50/2016 e s.m..
2. Riguardo al subappalto delle categorie ed **opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali** di cui all'articolo 89 comma 11 del d.lgs. 50/2016 e s.m., l'eventuale subappalto non può superare il limite del 30% dell'importo delle opere. Fino all'emanazione del decreto con cui verrà definito l'elenco delle opere di cui al comma 11 dell'art. 89 D.lgs, 50/2016 e s.m., si applica l'articolo 216 comma 15 e l'art.12 della legge 80/2014.
3. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:
 - a) l'affidatario deve praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20% **e di tale ribasso deve essere data notizia nel contratto di subappalto, il quale deve altresì essere corredato dei conteggi di massima relativi alle lavorazioni, o parte di esse, che si intende subappaltare con riferimento al computo di progetto ed ai prezzi di elenco prezzi di progetto**; qualora al subappaltatore siano stati affidati parte degli apprestamenti, degli impianti o delle altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 e s.m. oneri per la sicurezza relativi ai lavori affidati in subappalto devono essere pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori e il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;

ART. 44 – RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SUBAPPALTO

1. L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
2. Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui al D.Lgs 81/2008 e s.m., provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.
3. E' inoltre onere dell'appaltatore la verifica in corso di esecuzione delle quote di subappalto autorizzato ed il rispetto delle stesse, da documentare per iscritto periodicamente alla stazione appaltante, o su sua semplice richiesta scritta, oltre che obbligatoriamente ad ogni sal.
4. E' onere altresì dell'appaltatore comunicare per iscritto e tempestivamente l'approssimarsi del raggiungimento delle quote di subappalto cui sopra.
5. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).
6. **Il subappaltatore deve assolvere agli obblighi di cui all'art. 3 della legge 136/2010 al fine di assicurare la tracciabilità dei movimenti finanziari relativi all'affidamento in oggetto.**
7. **Quando il subappaltatore non adempia agli obblighi di cui all'art. 3 della legge 136/2010 il contratto di risolverà di diritto ai sensi dell'art. 3 comma 8 della legge 136/2010.**

ART. 45 – PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI

1. Si applica l'articolo 105 del D.Lgs. 50/2016 e s.m., in particolare i commi 13 e 14.
2. Ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, del d.P.R. n. 633 del 1972, aggiunto dall'articolo 35, comma 5, della legge 4 agosto 2006, n. 248, gli adempimenti in materia di I.V.A. relativi alle fatture quietanziate di cui al comma 1, devono essere assolti dall'appaltatore principale.

CAPO 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

ART. 46 – CONTROVERSIE

1. Si applica l'articolo 205 e seguenti del D.lgs 50/2016 e s.m.
2. E' ESCLUSA la competenza arbitrale di cui all'articolo 209 del D.lgs. 50/2016 e s.m..

ART. 47 - CONTRATTI COLLETTIVI E DISPOSIZIONI SULLA MANODOPERA

1. L'appaltatore è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
 - a) L'appaltatore è obbligato, ai fini retributivi, ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali per il settore di attività in vigore per il tempo e nella località dove sono eseguiti i lavori;
 - b) i suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica;
 - c) è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'appaltatore dalla responsabilità, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante;
 - d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. **In caso di inadempienza contributiva dell'esecutore e del subappaltatore si applica l'art. 30 c. 5 del D.lgs 50/2016 e s.m.**
3. **In caso di inadempienza retributiva dell'esecutore e del subappaltatore si applica l'art. 30 c. 6 del D.lgs 50/2016 e s.m.**
4. In ogni momento il Direttore dei Lavori e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all'appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all'articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'appaltatore o del subappaltatore autorizzato.
5. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 2008 e successive modifiche, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per il personale dei subappaltatori autorizzati. I lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento. Agli stessi obblighi devono ottemperare anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'appaltatore o degli eventuali subappaltatori (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio.

ART. 48 – RISOLUZIONE E RECESSO DEL CONTRATTO – ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI

Si applicano l'articolo 108, 109 e 110 del D.Lgs. 50/2016 e s.m..

CAPO 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

ART. 49 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI E GRATUITA MANUTENZIONE

1. L'esecutore deve ultimare i lavori nel termine stabilito dal precedente articolo 14, decorrente dalla data del verbale di consegna ovvero, in caso di consegna parziale dall'ultimo dei verbali di consegna.
2. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.
3. In esito a formale comunicazione dell'esecutore di intervenuta ultimazione dei lavori, il direttore dei lavori effettua i necessari accertamenti in contraddittorio con l'esecutore e rilascia, senza ritardo alcuno dalla formale comunicazione (**entro 10 giorni dalla stessa**) il certificato attestante l'avvenuta ultimazione in doppio esemplare, seguendo le stesse disposizioni previste per il verbale di consegna. In ogni caso alla data di scadenza prevista dal contratto il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'esecutore un verbale di constatazione sullo stato dei lavori. Il certificato di ultimazione può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di redazione di nuovo certificato che accerti l'avvenuto completamente delle lavorazioni sopraindicate
4. Entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
5. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente Capitolato Speciale, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
6. L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, ovvero nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.
7. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del Collaudo o del Certificato di Regolare Esecuzione ⁽²⁸⁾ da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dall'art. 50 del presente capitolato.

ART. 50 - TERMINI PER IL COLLAUDO O PER L'ACCERTAMENTO DELLA REGOLARE ESECUZIONE

1. Il responsabile unico del procedimento controlla l'esecuzione del contratto congiuntamente al direttore dell'esecuzione del contratto.
2. I contratti pubblici sono soggetti a collaudo per i lavori, per certificare che l'oggetto del contratto in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito nel rispetto delle previsioni contrattuali e delle pattuizioni concordate in sede di aggiudicazione o affidamento. Per i contratti pubblici di importo inferiore alla soglia europea di cui **all'articolo 35 del D.Lgs 50/2016 e s.m.** il certificato di collaudo dei lavori e il certificato di verifica di conformità, nei casi espressamente individuati dal decreto di cui al comma 8, possono essere sostituiti dal certificato di regolare esecuzione rilasciato per i lavori dal direttore dei lavori e dal responsabile unico del procedimento per i servizi e le forniture su richiesta del direttore dell'esecuzione, se nominato.
3. Il collaudo finale deve avere luogo non oltre **sei mesi dall'ultimazione dei lavori**, salvi i casi, individuati dal decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti di cui al comma 8, di particolare complessità dell'opera da collaudare, per i quali il termine può essere elevato sino ad un anno. **Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.**
4. All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità il responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore. Il certificato di pagamento è rilasciato non **oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo** provvisorio ovvero del certificato di regolare

esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

5. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla stazione appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

6. Per effettuare le attività di controllo sull'esecuzione dei contratti pubblici di cui al comma 1, le stazioni appaltanti nominano tra i propri dipendenti o dipendenti di altre amministrazioni pubbliche da uno a tre componenti con qualificazione rapportata alla tipologia e caratteristica del contratto, il cui compenso è contenuto nell'ambito dell'incentivo di cui all'articolo **113 del D.lgs 50/2016 e s.m.**. Per i lavori, il dipendente nominato collaudatore ovvero tra i dipendenti nominati collaudatori, è individuato il collaudatore delle strutture per la redazione del collaudo statico. Per accertata carenza nell'organico della stazione appaltante ovvero di altre amministrazioni pubbliche, le stazioni appaltanti individuano i componenti con le procedure di cui all'articolo **31, comma 8 del D.lgs 50/2016 e s.m.**

7. Non possono essere affidati incarichi di collaudo e di verifica di conformità:

- a) ai magistrati ordinari, amministrativi e contabili, e agli avvocati e procuratori dello Stato, in attività di servizio e, per appalti di lavori pubblici di importo pari o superiore alle soglie di rilevanza comunitaria di cui all'articolo **35 del D.lgs 50/2016 e s.m.** a quelli in quiescenza nella regione/regioni ove è stata svolta l'attività di servizio;
- b) ai dipendenti appartenenti ai ruoli della pubblica amministrazione in trattamento di quiescenza per appalti di lavori pubblici di importo pari o superiore alle soglie di rilevanza comunitaria di cui all'articolo **35 del D.lgs 50/2016 e s.m.** ubicati nella regione/regioni ove è stata svolta l'attività di servizio;
- c) a coloro che nel triennio antecedente hanno avuto rapporti di lavoro autonomo o subordinato con gli operatori economici a qualsiasi titolo coinvolti nell'esecuzione del contratto;
- d) a coloro che hanno, comunque, svolto o svolgono attività di controllo, verifica, progettazione, approvazione, autorizzazione, vigilanza o direzione sul contratto da collaudare.

8. Con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, su proposta del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sentita l'ANAC, sono disciplinate e definite le modalità tecniche di svolgimento del collaudo, nonché i casi in cui il certificato di collaudo dei lavori e il certificato di verifica di conformità possono essere sostituiti dal certificato di regolare esecuzione rilasciato ai sensi del comma 2. Fino alla data di entrata in vigore di detto decreto di cui **all'art. 102 c. 8 del D.lgs 50/2016 e s.m., si applica l'articolo 216, comma 16 del DPR 207/2015.**

9. Al termine del lavoro sono redatti:

- a) per i beni del patrimonio culturale un consuntivo scientifico predisposto dal direttore dei lavori o, nel caso di interventi su beni culturali mobili, superfici decorate di beni architettonici e a materiali storicizzati di beni immobili di interesse storico artistico o archeologico, da restauratori di beni culturali, ai sensi della normativa vigente, quale ultima fase del processo della conoscenza e del restauro e quale premessa per il futuro programma di intervento sul bene; i costi per la elaborazione del consuntivo scientifico sono previsti nel quadro economico dell'intervento;
- b) l'aggiornamento del piano di manutenzione;
- c) una relazione tecnico-scientifica redatta dai professionisti afferenti alle rispettive competenze, con l'esplicitazione dei risultati culturali e scientifici raggiunti.

ART. 51- PRESA IN CONSEGNA DEI LAVORI ULTIMATI

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.
2. Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.
3. Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del responsabile del procedimento, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente Capitolato Speciale.
6. Entro 30 giorni dal certificato di ultimazione dei lavori, l'Appaltatore dovrà completamente sgomberare il cantiere dei materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà

CAPO 12 - NORME FINALI

ART. 52 - ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. Oltre agli oneri di cui al Capitolato Generale d'Appalto ai sensi del D.M. 145/2000 per le parti non abrogate, al Regolamento Generale e al presente Capitolato Speciale, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:
 - a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'articolo 1659 del codice civile;
 - b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
 - c) **l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;**
 - d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla direzione lavori, sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa direzione lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato e conservato;
 - e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato.
 - f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di Collaudo o del Certificato di Regolare Esecuzione⁰, della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
 - g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della direzione lavori, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto dell'ente appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
 - h) la concessione, su richiesta della direzione lavori, a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte dalle quali, come dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
 - i) **la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati anche da altre ditte esecutrici;**
 - j) Le acque che risultassero contaminate da scarichi di qualsiasi natura dovranno essere immediatamente smaltite con le modalità accettate dalle leggi in funzione della natura degli scarichi contaminati;
 - k) L'impresa dovrà provvedere agli opportuni artifici affinché durante lo svolgimento dei lavori non si producano odori molesti avvertibili al di fuori dell'area dei lavori;
 - l) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; la fornitura di acqua potabile per gli operai addetti ai lavori, l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
 - m) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal Capitolato Speciale o sia richiesto dalla direzione dei lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
 - n) la fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza e come previsto dal vigente Codice della Strada e suo Regolamento di attuazione, nonché l'illuminazione notturna del cantiere;

- o) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale di direzione lavori e assistenza, arredati, illuminati e provvisti di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, macchina da calcolo e materiale di cancelleria;
- p) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- q) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal Capitolato Speciale o precisato da parte della direzione lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
- r) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
- s) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni (in particolare quanto previsto dal D.P.R. 547/55 e D.P.R. 302-303/56 e D.P.R. 164/56); **con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.**
- t) L'Appaltatore dovrà avere inoltre la massima cura per **non intralciare il servizio, l'abitabilità e la funzionalità degli stabili limitrofi all'area in cui sono eseguiti i lavori**, consentendo il transito alle persone e alle cose e mantenendo nelle zone di lavoro cavalletti, ripari, e richiami visibili. Dovrà pertanto provvedere, a fine giornata, al ritiro dei materiali ed attrezzi che possano ingombrare spazi, passaggi, ecc., allo sgombero dei materiali di risulta, recuperati o eccedenti, provvedendo al loro accatastamento in luoghi adatti ed al loro allontanamento, alle opportune segnalazioni atte ad evitare incidenti a terzi ed infine alla pulizia dei vani, spazi e passaggi interessati all'esecuzione dei lavori. **Le responsabilità per la mancata attuazione di quanto sopra si considereranno a totale carico dell'Appaltatore.**
- u) Non sono ammessi, se non debitamente autorizzati dal settore competente depositi di materiali, attrezzi e veicoli in cortili, cantine e vani in genere. I depositi autorizzati dovranno essere rimossi a cura e spese dell'Assuntore anche a semplice richiesta verbale del settore tecnico; in caso di inottemperanza verrà provveduto da parte della Stazione Appaltante alla rimozione dei medesimi addebitandone le relative spese alla Ditta Appaltatrice.
- v) L'osservanza scrupolosa delle disposizioni contenute nel D.Lgs. n. 152/2006 e successive modificazioni ed integrazioni e tutto quanto inerente la normativa in materia di rifiuti.
- w) L'Impresa si assoggetta, rendendone indenne l'Amministrazione a tutti gli oneri conseguenti alla contemporanea presenza nel cantiere dei lavori di più imprese o ditte costruttrici.
- x) L'osservanza dei regolamenti edilizi comunali.
- y) Il servizio di spurgo e smaltimento dei reflui degli edifici comunali dovrà essere eseguito da ditta autorizzata ai sensi della normativa regionale vigente.
- z) Tutti i materiali di risulta provenienti dalle attività previste in appalto dovranno essere trasportati alle pubbliche discariche e smaltiti in conformità alle norme specifiche vigenti in materia ed in particolare a quelle contenute nel D.P.R. 120/2017 e dal D.Lgs 152/2006 e s. m. e i.

ART. 53- OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

1. L'appaltatore è obbligato alla tenuta delle scritture di cantiere e in particolare:
 - a) il libro giornale a pagine previamente numerate nel quale sono registrate, a cura dell'appaltatore:
 - tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori: condizioni meteorologiche, maestranza presente, fasi di avanzamento, date dei getti in calcestruzzo armato e dei relativi disarmi, stato dei lavori eventualmente affidati all'appaltatore e ad altre ditte,
 - le disposizioni e osservazioni del direttore dei lavori,
 - le annotazioni e contro deduzioni dell'impresa appaltatrice,
 - le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori;
 - b) il libro dei rilievi o delle misure dei lavori, che deve contenere tutti gli elementi necessari all'esatta e tempestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che vengono occultate con il procedere dei lavori stessi; tale libro, aggiornato a cura dell'appaltatore, è periodicamente verificato e vistato dal Direttore dei Lavori; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere, ciascuna delle parti deve prestarsi alle misurazioni in contraddittorio con l'altra parte;

- c) note delle eventuali prestazioni in economia che sono tenute a cura dell'appaltatore e sono sottoposte settimanalmente al visto del direttore dei lavori e dei suoi collaboratori (in quanto tali espressamente indicati sul libro giornale), per poter essere accettate a contabilità e dunque retribuite.
- 4.2. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.
 3. L'appaltatore deve produrre alla direzione dei lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.
 4. L'Appaltatore sarà tenuto a fornire, su richiesta, alla Direzione dei Lavori, copia delle bolle di accompagnamento di tutti i materiali forniti in cantiere.
 5. **Nel caso in cui l'appaltatore intenda utilizzare aree di cantiere e deposito comunali al di fuori delle aree strettamente necessarie all'esecuzione e non incluse tra quelle individuate dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, è tenuta a presentare istanza di occupazione suolo all'Ufficio competente ed attenersi alle prescrizioni tecniche e temporali dell'autorizzazione corrispondente.**
 6. **E' fatto obbligo dell'appaltatore ai sensi dell'art 211 del DPR 207/2010 e s.m. di provvedere a propria cura e spese affinché Il registro di contabilità sia numerato e bollato dagli uffici del registro ai sensi dell'articolo 2215 del codice civile.**

ART. 54 – PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI SCAVO, DI DEMOLIZIONE, DI ASPORTAZIONE, DI RIMOZIONE

1. **In attuazione dell'articolo 36 del Capitolato Generale d'Appalto ai sensi del D.M. 145 del 2000, a meno di diversa specificazione, i materiali provenienti dalle escavazioni, dalle demolizioni, dalla operazioni di asportazione e rimozione sono ceduti all'appaltatore che ne rimane pertanto l'unico proprietario e responsabile.**
2. Per tale cessione non dovrà corrispondere alcunché in quanto il prezzo convenzionale dei predetti materiali è già stato dedotto in sede di determinazione dei prezzi contrattuali.
3. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del Capitolato Generale d'Appalto ai sensi del D.M. 145/2000, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.
4. I materiali provenienti dalle operazioni di escavazioni, demolizioni, rimozioni, asportazioni ecc... resteranno di proprietà dell'Impresa fermo restando fin d'ora che sarà cura dell'Impresa stessa il rispetto di tutta la normativa inerente.
5. Tale prescrizione è impartita ai sensi dell'ultimo comma dell'art. 36 del Capitolato Generale ai sensi del D.M. 145 del 2000 d'Appalto per le Opere Pubbliche con la precisazione che il valore attribuito al materiale di risulta è già stato dedotto nella determinazione dei relativi prezzi unitari contenuti nell'Elenco Prezzi Unitari di progetto.
6. I rifiuti provenienti dalle escavazioni, demolizioni, rimozioni, asportazioni ecc... dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore, nel rispetto della normativa vigente in materia ed in particolare del D.Lgs n. 152/2006 e s.m.e.i. A tal fine si precisa fin d'ora che l'Appaltatore è il Produttore ed il Detentore dei rifiuti ai sensi del succitato D.Lgs.
7. Restano in capo pertanto all'Appaltatore gli obblighi relativi alla tenuta dei registri rifiuti e formulari e/o qualsiasi altro adempimento previsto dalla normativa vigente. Copia di tale documentazione dovrà essere fornita a sola richiesta verbale della D.L.

ART. 55 – CUSTODIA DEL CANTIERE E CARTELLO DI CANTIERE

1. E' a carico e a cura dell'appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante.
2. L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero 1 esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto indicato nella allegata tabella «C», curandone i necessari aggiornamenti periodici.

ART. 56 DANNI CAGIONATI DA FORZA MAGGIORE

1. L'esecutore non può pretendere compensi per danni alle opere o provviste se non in casi di forza maggiore e nei limiti consentiti dal contratto.
2. Nel caso di danni causati da forza maggiore l'esecutore ne fa denuncia al direttore dei lavori nei termini stabiliti dai capitolati speciali o, in difetto, entro cinque giorni da quello dell'evento, a pena di decadenza dal diritto al risarcimento.
3. L'esecutore non può sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti.
4. Appena ricevuta la denuncia di cui al comma 2, il direttore dei lavori procede, redigendone processo verbale alla presenza dell'esecutore, all'accertamento:
 - a) dello stato delle cose dopo il danno, rapportandole allo stato precedente;
 - b) delle cause dei danni, precisando l'eventuale causa di forza maggiore;
 - c) della eventuale negligenza, indicandone il responsabile;
 - d) dell'osservanza o meno delle regole dell'arte e delle prescrizioni del direttore dei lavori;
 - e) dell'eventuale omissione delle cautele necessarie a prevenire i danni;al fine di determinare il risarcimento al quale può avere diritto l'esecutore stesso.
5. Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'esecutore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.
6. I danni prodotti da piene ai lavori di difesa di corsi d'acqua o di mareggiate, quando non siano stati ancora iscritti a libretto, sono valutati in base alla misurazione provvisoria fatta dagli assistenti di cantiere. Mancando la misurazione, l'esecutore può dare la dimostrazione dei lavori eseguiti con idonei mezzi di prova, ad eccezione di quella testimoniale.

ART. 57- SPESE DI CONTRATTO, DI REGISTRO ED ACCESSORIE

1. **Sono a carico dell'affidatario tutte le spese di bollo e registro, della copia del contratto e dei documenti e disegni di progetto.**
2. La liquidazione delle spese di cui al comma 1 è fatta, in base alle tariffe vigenti, dal dirigente dell'ufficio presso cui è stato stipulato il contratto.
3. Sono pure a carico dell'affidatario tutte le spese di bollo inerenti agli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione

TABELLA «A»		CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SUBAPPALTABILI DEI LAVORI (art. 105 D.lgs. 50/2016)			
	Lavori			Euro	Incidenza % manodopera
1	Opere Edili	Prevalente	OG1	124.682,68	56%
Fanno parte della categoria prevalente le opere riconducibili alle categorie di riferimento :					
Ai sensi dell'articolo 105 del Dlgs.50/2016, i lavori sopra descritti, appartenenti alla categoria prevalente, sono subappaltabili nella misura massima del 30% ad imprese in possesso dei requisiti necessari					
2	Opere Fondazioni speciali	Scorporabile - subappaltabile	OS21	80.515,80	35%
3	Opere ELETTRICHE	SUB-APPALTABILI	OS30	2.801,52	7%
TOTALE				208.000,0	

In base all'art. 1 comma 2 del Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 10.11.2016 n. 248 per le lavorazioni rientranti nella categoria essendo di importo superiore al 10% dell'importo totale dei lavori non è ammesso l'avvalimento e l'eventuale subappalto non può superare il 30% dell'importo delle opere. Inoltre l'importo delle predette opere non può essere suddiviso, senza ragioni obiettive.

Il predetto limite di cui all'art. 1 comma 2 del predetto D.M. non è computato ai fini del raggiungimento del limite di cui all'art. 105 comma 2 del D.lgs. 50/2016.

Per le predette lavorazioni in categoria..... il concorrente deve possedere in proprio i requisiti di qualificazione di cui all'art. 90 del DPR 207/2010 ed i requisiti di specializzazione previsti dall'art 3 del DM 248/2016 e dal D.M. 37/2008, **OPPURE** costituire un ATI verticale (mandante con requisiti nella categoria scorporabile) OPPURE subappaltare nei limite del 30% le predette lavorazioni a subappaltatore qualificato fermo restando che deve essere qualificato per il restante 70% dei lavori.

Per la qualificazione nella categoria valgono i requisiti di specializzazione definiti dal'art. 3 del D.M. 248/2016.

TABELLA «B»		PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE - CATEGORIE CONTABILI ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera	
<i>Parte 1: Designazione lavori A CORPO</i>			
1	OG1- Opere Edili		124.682,68
2	OS21 – Opere di fondazioni speciali		80.515,80
3	OS30 – Opere di impiantistica elettrica		2.801,52
a)	Totale importo esecuzione lavori		208.000,00
b)	Di cui Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza		8.000,00

TABELLA «D»		RIEPILOGO DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI DEL CONTRATTO	
		<i>Euro</i>	
1.a	Importo per l'esecuzione delle lavorazioni soggetto a ribasso (base d'asta)		200.000,00
1.b	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza		8.000,00
1	Importo della procedura d'affidamento (1.a + 1.b)		208.000,00
2.a	Ribasso offerto in percentuale		
2.b	Offerta risultante in cifra assoluta		
3	Importo del contratto (2.b + 1.b)		
4	Cauzione provvisoria (calcolata su 1)	2 %	calcolare
5	Garanzia fideiussoria base (3 x 10%)	10 %	
6	Maggiorazione cauzione (per ribassi > al 20%)	— %	
7	Garanzia fideiussoria finale (5 + 6)	—	
8	Garanzia fideiussoria finale ridotta (50% di 7)	—	
9	Importo minimo netto stato d'avanzamento		Unico pagamento
10	Tempo utile per l'esecuzione dei lavori in giorni		170
11	Premio di accelerazione per ogni giorno di anticipo		
12	Importo assicurazione per danni esecuzione		Da calcolare dopo aggiudicazione
13	Massimale per polizza di Resp. Civile verso terzi		Da calcolare dopo aggiudicazione

Capitolato speciale d'appalto

Parte seconda

Prescrizioni Tecniche

CAPO 13

MODALITA' DI ESECUZIONE

- **Art. 58 - Rimozioni e demolizioni infissi**

1. L'appaltatore deve adottare le cautele atte a preservare tutti gli elementi accessori di cui è prevista la conservazione o il rimontaggio.
2. È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali e sollevare polvere.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione.
Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.
3. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

- **Art. 59 - Rimozioni e demolizioni intonaci e rivestimenti**

1. Prima dell'inizio dei lavori è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità dell'intonaco e/o rivestimento, procedendo eventualmente alla spicconatura dall'alto verso il basso.
2. I materiali di scarto provenienti dalle rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche dopo essere stati bagnati per evitare il sollevamento delle polveri.
3. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

- **Art. 60 - Rimozioni e demolizioni murature**

1. Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante la demolizione.
2. Le demolizioni di murature, sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo. La successione dei lavori deve essere indicata in un apposito programma firmato dall'appaltatore e dalla direzione lavori e deve essere a disposizione degli ispettori di lavoro.
3. È vietato far lavorare persone sui muri; la demolizione delle murature dovrà essere eseguita servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione. La demolizione dovrà essere eseguita per piccoli blocchi, che di norma non dovranno superare il volume di quattro mattoni, da ricaversi con martello e scalpello o con utensili elettromeccanici portatili. Non dovranno mai essere utilizzate leve opicconi.
4. È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta.
È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
5. Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.
6. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.

7. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
8. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti od altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

- **Art. 61 - Rimozioni e demolizioni pavimenti**

1. È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
2. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.
3. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
4. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

- **Art. 62 - Rimozioni e demolizioni tramezzi**

1. Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire.
2. I lavori di demolizione saranno eseguiti per grado, iniziando dall'alto mettendo a nudo l'attacco tra solaio soprastante e sommità del tramezzo e procedendo poi man mano con la scomposizione del tramezzo senza provocare improvvisi ribaltamenti di intonaco e pareti.
3. È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.
4. Durante le demolizioni si dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.
5. Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00, con i prezzi indicati nell'elenco del presente capitolato.
6. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
7. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso.

- **Art. 63 - Consolidamenti murature**

1. Si definisce consolidamento la lavorazione finalizzata a restituire o incrementare la consistenza di un singolo elemento strutturale o di un intero edificio. Con rinforzo strutturale si intende invece la lavorazione finalizzata ad incrementare la resistenza di un singolo elemento strutturale o di un intero edificio.
2. Prima dell'esecuzione del consolidamento si deve procedere ad eventuale scarifica e pulizia meccanica delle parti degradate e degli elementi estranei alla struttura.
3. In base alla lavorazione da eseguire si devono effettuare gli idonei puntellamenti delle strutture, siano esse orizzontali o verticali.
4. I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili dalla muratura originaria.
5. Nei consolidamenti con la tecnica del "scuci e cuci" si deve procedere con la massima cautela evitando colpi e vibrazioni durante la fase di demolizione, eseguendo ogni operazione a mano. I mattoni devono essere ammorsati da ambo i lati con la muratura esistente.

Nel rinforzo di muratura con rete elettrosaldata e getto di cls, cosiddetto "betoncino", si deve preventivamente procedere alla demolizione dell'intonaco o del rivestimento con rimozione dello stesso dalle connessioni, mettendo a vivo la muratura; allargare le fessurazioni maggiori, anche asportando le parti già smosse e mediante pulizia accurata con getto d'acqua delle fessurazioni e delle pareti messe a nudo.

Successivamente procedere con la stuccatura delle fessurazioni con malta cementizia, previo posa in opera dei tondi di acciaio attraversanti la muratura entro fori di piccolo diametro o attraverso le stesse lesioni, bloccati con pastacementizia.

Si procede poi all'applicazione su entrambe le facce della muratura di una rete elettrosaldata, risvoltandola per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli verticali interni ed esterni. Le reti devono essere fissate e collegate fra loro con tondini di acciaio diametro 6-8 mm, in ragione di 6 collegamenti per m²; ed infine si applica a spruzzo o a pressione su entrambe le facce, previa bagnatura delle superfici, il rinzafo e uno strato di "betoncino" dello spessore minimo di 3 cm dal vivo del muro, trattato a frattazzo, per ottenere una superficie regolare piana atta a ricevere lo strato a finire dell'intonaco od il rivestimento.

6. Normativa diriferimento:

UNI 9124-1- Edilizia residenziale. Strutture di elevazione di muratura (ed elementi costruttivi associati). Definizione fondamentale degli interventi di recupero;

D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.

- **Art. 64 - Consolidamenti intonaci**

1. Nel caso in cui il materiale si presenti decoesionato si consiglia l'uso degli esteri etilici dell'acido silicico.

La riadesione degli strati d'intonaco al supporto murario dovrà avvenire mediante iniezioni di miscela a base di calce pozzolanica additivata con riduttori d'acqua organici (ma non resine) all'1% del legante allo stato secco. La miscela dovrà avere caratteristiche analoghe a quelle della malta costituente l'intonaco, la medesima porosità, non contenere sali solubili e presentare una buona iniettabilità in fessure sottili. Inoltre non dovrà avere resistenza meccanica superiore al supporto.

Si dovrà procedere all'eliminazione di polveri e detriti interni mediante apposite attrezzature di aspirazione.

Verranno in seguito effettuate iniezioni di lavaggio con acqua ed alcool. Si procederà quindi all'imbibizione abbondante del supporto, mediante iniezioni, al fine di facilitare la fuoriuscita di eventuali sali ed evitare bruciature della nuova malta.

Sarà poi necessario far riaderire al supporto l'intonaco distaccato, ponendo sulla superficie del cotone bagnato ed esercitando una lieve pressione tramite un'assicella.

Le iniezioni dovranno essere effettuate, fino a rifiuto, dal basso verso l'alto per permettere la fuoriuscita dell'aria; durante tutta l'operazione si continuerà ad esercitare una leggera pressione. Si procederà sigillando le parti iniettate.

- **Art. 65 - Murature in mattoni**

1. Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne efori:

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.. Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

2. La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto dell'costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

3. All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

4. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale la temperatura si mantenga per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

5. Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'originale delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

6. La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

7. Per quanto concerne l'uso di mattoni saranno, inoltre, seguite le seguenti disposizioni.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di otto né minore di mm 5 (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malteimpiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm. e previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavature.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

8. Per le murature portanti si deve far riferimento a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008.

L'edificio a uno o più piani in muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali ed orizzontali. Dovranno, pertanto, essere rispettate le prescrizioni di seguitoriportate.

A tal fine tutti i muri saranno collegati:

-al livello dei solai mediante cordoli ed opportuni incatenamenti;

-tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali. I cordoli di piano devono avere adeguata sezione ed armatura.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare tra loro i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche o altro materiale resistente a trazione, le cui estremità devono essere efficacemente ancorate ai cordoli.

Per il collegamento nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

Per il collegamento in direzione normale alla tessitura del solaio, si possono adottare opportuni accorgimenti che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei al solaio.

Il collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione è generalmente realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticaliresistenti.

È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato; in tal caso la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione ed alla fondazione.

Lo spessore dei muri non potrà essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 15cm;
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 20cm;
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 25cm.

- **Art. 66 - Solaio di orizzontamento**

1. Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali. Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati. Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. 27 luglio 1985 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo normale e precompresso".

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;

2) solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;

3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni del precedente articolo 35 I solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

2. Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio

I solai misti di cemento armato normale precompresso e blocchi forati di laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- 1) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- 2) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che nel solaio in opera si assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio completi il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

b) Caratteristiche dei blocchi 1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiori di 3 mm. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a 0,6 ó 0,625 h, ove h è l'altezza del blocco in metri, con un massimo del 75%.

2) Caratteristiche fisico-meccaniche

La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- 30 N/mm² nella direzione dei fori;
- 15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori;

per i blocchi di cui alla categoria a2), e di:

- 15 N/mm² nella direzione dei fori;
- 5 N/mm² nella direzione trasversale ai fori;

per i blocchi di cui alla categoria a1).

La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di:

- 10 N/mm² per i blocchi di tipo a2);

e di:

- 7 N/mm² per i blocchi di tipo a1).

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

c) Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm.

Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere ad 1/30.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

d) Spessore minimo della soletta

Nei solai del tipo a1) lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai del tipo a2), può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- possedere spessore non minore di 1/5 dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

e) Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;
- distanza netta tra armatura e armatura 10 mm.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature, trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate Norme contenute nel D.M. del 27 luglio 1985.

In fase di esecuzione prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevati difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

f) Conglomerati per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

3. Solai prefabbricati

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

Gli impasti per elementi prefabbricati devono essere realizzati con malte cementizie con dosature di legante non minore a 450 kg/m³ di cemento e conglomerati di $R'_{ck} \geq 25$ N/mm².

4. Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

a) Classificazione

I blocchi con funzione principale di alleggerimento possono essere realizzati anche con materiali diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- a1) blocchi collaboranti;
- a2) blocchi non collaboranti.

Blocchi collaboranti

Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm² ed inferiore a 25 kN/mm².

Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate, per i blocchi di laterizio della categoria a2).

Blocchi non collaboranti

Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm² e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

b) Spessori minimi

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

5. Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati

Oltre le prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.

a) L'altezza minima non può essere minore di 8 cm

Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo 3) senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato agli estremi, tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20%.

E' ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dai comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel D.M. 27 luglio 1985, n.37.

Le deformazioni devono risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

b) Solai alveolari

Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dalla armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.

c) Solai con getto di completamento

La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

- **Art. 67 - Intonaco civile**

6. L'intonaco è uno strato di rivestimento protettivo con funzioni estetiche, steso sui muri, pareti e soffitti grezzi e composto da diluente, legante, inerti e additivi.
7. Gli intonaci, sia interni che esterni, non devono essere eseguiti prima che la muratura, o qualsiasi altra superficie su cui si esegue, sia convenientemente asciutta; la superficie da intonacare deve essere ripulita da eventuali residui sporgenti, fino a renderla sufficientemente liscia ed essere bagnata affinché si verifichi la perfetta adesione tra la stessa e l'intonaco da applicare. In corrispondenza di giunti di elementi diversi (ad esempio muratura e calcestruzzo) si deve realizzare un minor spessore al fine di consentire l'applicazione di una rete elastica, per evitare le fessurazioni; intervento da computarsi a parte. Per rispettare la piombatura delle pareti si devono predisporre paraspigoli o stagge negli angoli e guide verticali nella pareti.
8. Gli intonaci non devono mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, nei piani e nei piombi, distacchi dalle pareti, sfioriture, screpolature, ecc.; è cura dell'Impresa proteggere gli intonaci dalle azioni deterioranti degli agenti atmosferici (raggi solari, pioggia, gelo, ecc.). Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.
9. Per gli intonaci a base di legante cementizio o idraulico, la stesura dell'intonaco dovrà essere eseguita per specchiature di superfici predeterminate mediante la creazione di punti fissi (poste); l'intonaco potrà essere eseguito a mano o mediante mezzi meccanici. La malta del rinzafo sarà gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia; si provvederà poi alla regolarizzazione con il regolo; quando questo primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà lo strato della corrispondente malta fina (arricciatura) che si conguaglierà con la cazzuola ed il fratazzo. Su questo strato di intonaco grezzo, non appena abbia preso consistenza, verrà steso lo strato di stabilitura detto anche intonaco civile, formato con la corrispondente colla di malta fine (40 mm). La superficie intonacata, risulterà piana, priva di impurità e regolare. Planarità e verticalità dovranno presentare rispettivamente scarto sotto regolo di 2 ml minore o uguale a 8 mm e scarto per piano minore o uguale a 5 mm. Alla fine sarà applicato uno strato di rasante che permette di rendere liscia la superficie.
10. Normativariferimento:
UNI EN 13914-1 Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni - Parte 1: Intonaci Esterni;
UNI EN 13914-2 Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni - Parte 2: Considerazioni sulla progettazione e principi essenziali per intonaci interni.

- **Art. 68 - Impianto scarico acque meteoriche**

1. In conformità del DM 37/2008 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica: le norme sono considerate di buona tecnica.
Per impianto di scarico acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno); detto impianto. L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.
2. I sistemi di scarico delle acque meteoriche sono suddivisi in:
 - canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
 - punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc...);
 - pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PEad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
 - collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (PEad), cemento e fibrocemento;
 - punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc...).Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.
3. Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si

rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma UNI EN12056-3.

4. Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.
5. I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della cartaondulata.
L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma. L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).
Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.
I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.
I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.
I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti e devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.
6. Per le pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumoritrasmessi.
7. I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto delle acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.
8. I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.
I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.
9. In conformità al D.M. n. 37/2008, l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

- **Art. 69 - Confezionamento ed esecuzione getto calcestruzzo**

1. Nel presente articolo si fa riferimento alle caratteristiche dei componenti del calcestruzzo e ai controlli da effettuare.
2. Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.
E' escluso l'impiego di cementi alluminosi.
L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.
Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.
Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.
I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoisometriche. L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:
 - nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
 - ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;

- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

3. Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:
- UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche; UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;
 - UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità; UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;
 - UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici; UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;
 - UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento; UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;
 - UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
 - UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;
 - UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni; UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;
 - UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
 - UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità; UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;
 - UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

4. Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione. Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico- fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

Specificata tecnica europea armonizzata di riferimento

Uso previsto del cls Sistema di attestazione della conformità

Aggregati per calcestruzzo strutturale 2+

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche Metodo di prova

Descrizione petrografica semplificata UNI EN 932-3

Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini) UNI EN 933-1

Indice di appiattimento UNI EN 933-3

Dimensione per il filler UNI EN 933-10

Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo) UNI EN 933-4

Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$) UNI EN 1097-2

5. Ferme restando le considerazioni del comma 3, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive. La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori. Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.
6. Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, può fare riferimento anche alle seguenti norme:
UNI 8520-1 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Designazione e criteri di conformità;
UNI 8520-2 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Requisiti;
UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;
UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica; UNI EN 13139 - Aggregati per malta.
7. Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, potrà fare riferimento anche alle seguenti norme:
UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;
UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;
UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.
8. È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.
9. Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450. Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%. Le norme di riferimento sono:
UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità; UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;
UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;
UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.

10. La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.
- La silicafume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.
- Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.
- Il dosaggio della silicafume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.
- Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.
- Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsiline praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silicafume.
- Le norme di riferimento sono:
 UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità; UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.
11. L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:
- fluidificanti;
 - aeranti;
 - ritardanti;
 - acceleranti;
 - fluidificanti-aeranti;
 - fluidificanti-ritardanti;
 - fluidificanti-acceleranti;
 - antigelo-superfluidificanti.
- Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.
- L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.
- Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:
- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
 - non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
 - non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
 - non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.
- Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.
- Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.
- Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.
12. Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.
- Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.
- La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
 - la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.
- In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.
13. Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:
- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
 - getti in particolari condizioni climatiche;
 - singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
 - l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

14. Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

15. Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

16. Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;

- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI EN 480-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

17. Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Le norme di riferimento sono:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo; UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica. UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo; UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

18. Per quanto riguarda gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni, l'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

19. Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

20. L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Caratteristica Prova Limiti di accettabilità

Ph Analisi chimica Da 5,5 a 8,5

Contenuto solfati Analisi chimica SO₄ minore 800 mg/l

Contenuto cloruri Analisi chimica Cl minore 300 mg/l

Contenuto acido solfidrico Analisi chimica minore 50 mg/l

Contenuto totale di sali minerali Analisi chimica minore 3000 mg/l

Contenuto di sostanze organiche Analisi chimica minore 100 mg/l

Cont. di sostanze solide sospese Analisi chimica minore 2000 mg/l

21. Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza

C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

22. Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

23. Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a) del comma 21, l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

24. Relativamente al controllo di cui alla lettera c) del comma 21, il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 14/01/2008:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
---------------------	---------------------

$R_1 \geq R_{ck} - 3,5R_m \geq R_{ck} + 3,5$
(N° prelievi 3) $R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi ≥ 15)

Dove:

R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm²);

R_1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²); s = scarto quadratico medio.

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

25. Le prove complementari di cui alla lettera d) del comma 21 si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

26. Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

- **Art. 70 - Armatura per cemento armato**

1. 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 l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.
2. Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tiposaldaibile.
3. La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.
4. Per quanto concerne ancoraggi e giunzioni, le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro $\phi > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

- **Art. 71 - Casseforme**

1. Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

2. Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione.
3. I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.
Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.
I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.
Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.
4. Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.
5. I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.
6. Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:
 - sopportare le azioni applicate;
 - evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
 - resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture).

In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei. Nella seguente tabella sono riportati i tempi minimi per il disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto.

Struttura	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

- Art. 72 - Carpenteria metallica

1. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si deve 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 devono essere opportunamente protette.
2. Il montaggio in opera di tutte le strutture è effettuato in conformità a quanto previsto nella relazione di calcolo ed in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a

travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture deve 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.

3. L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.
4. Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, 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 zonaintersata.
5. Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento. Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura. Nel caso di parti inaccessibili o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguatisovraspessori.

- **Art. 73 - Massetti e sottofondi**

1. Il sottofondo è lo strato di materiali con funzione di costipazione del terreno e sostegno della struttura sovrastante. Il sottofondo può essere monostrato (solo massetto di finitura) o bistrato (massetto di finitura e strato di isolamento).
Il massetto è lo strato di materiali con funzioni di livellamento, ricezione della pavimentazione finale o direttamente manto di usura.
 2. Il sottofondo e/o massetto deve essere eseguito a perfetta regola d'arte, steso, battuto, spianato e liscio fino a renderlo perfettamente planare, strutturalmente omogeneo e solido, nello spessore opportuno, ed essere reso in opera finito e funzionante, pronto per ricevere la posa della pavimentazione.
La realizzazione deve essere particolarmente curata al fine di eliminare le camere d'aria, sacche o bolle che potrebbero venirsi a creare; deve inoltre ricoprire tubazioni e canali correnti sugli orizzontamenti.
 3. Il sottofondo e/o massetto deve avere una stagionatura minima di 28 giorni, eventualmente riducibile o aumentabile se, a giudizio della D.L. il conglomerato si presenterà completamente asciutto e privo di umidità (riscontrabile anche con specifiche prove tecniche).
 4. Nella realizzazione di massetti di superficie superiore ai 50 mq devono essere previsti dei giunti di dilatazione che dovranno essere realizzati mediante la posa di guarnizioni di resina poliuretana.
 5. Qualora si dovesse interrompere il getto dei suddetti massetti da un giorno all'altro, il taglio di giunzione dovrà essere verticale, netto e non inclinato, con rete metallica passante, per evitare sollevamenti sul giunto in caso di espansione del massetto.
5. Le normative di riferimento sono:
UNI 10329 Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili;
UNI EN 13318 Massetti e materiali per massetti - Definizioni;
UNI EN 13813 Massetti e materiali per massetti - Materiali per massetti - Proprietà e requisiti.

- **Art. 74 - Pavimenti**

1. Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
 - pavimentazioni su strato portante;
 - pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.
2. La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o stratifondamentali:
 - lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o d'esercizio;
 - lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
 - lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresso dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
 - lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);

- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.. A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:
 - strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
 - strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
 - strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
 - strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato dicollamento).
3. La pavimentazione su terreno avrà come elementi o stratifunzionali:
- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
 - lo strato impermeabilizzante (odrenante);
 - lo stratoripartitore;
 - gli strati di compensazione e/pendenza;
 - il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

4. Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi, di seguito descritte nel dettaglio:
- preparazione della superficie di appoggio;
 - preparazione del collante;
 - stesa del collante e collocazione delle piastrelle;
 - stuccatura dei giunti e pulizia.

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di piastrella da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori.

L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione. Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali, in particolare dalla temperatura, conviene, comunque, fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo spessore dello strato legante e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino ad interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco specifico per fughe, deve essere effettuata mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti.

Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. Successivamente si può procedere ad una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

- **Art. 75 - Rivestimenti di pareti**

1. I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allentati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

- **Art. 76 - Tinteggiature con idropittura**

1. Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.
I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.
L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.
Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.
2. L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare un'ascelta.
Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.
L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.
3. Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita dellavoro.
4. Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.
Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.
Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.
5. La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.
6. La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.
7. Se la tinteggiatura con idropittura è a base di cemento, deve essere eseguita direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.
La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.
L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.
8. Se l'idropittura è a base di resine sintetiche, deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.
Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.
Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.
9. La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.
10. Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.
11. L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.
In caso di spargimenti occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

Art. 77 - Puntellature

1. Nel caso di demolizioni, rimozioni, consolidamenti in opera, nonché per evitare crolli improvvisi ed assicurare l'integrità fisica degli addetti, devono essere eseguiti puntellamenti, rafforzamenti ed opere simili. Gli organi strutturali provvisori vengono di solito realizzati in legname o in tubi di ferro e più raramente in muratura o c.a. Essi constano di una estremità che deve essere vincolata alla struttura da presidiare, denominata testa, e di un'altra, detta piede, ancorata ad una base d'appoggio interna o esterna alla struttura. I vincoli della testa dipendono dall'azione localizzata che hanno sulla struttura: una superficie poco compatta ed affidabile o la presenza di parti pregiate costringono a trovare artifici o soluzioni alternative. La base su cui poggia il piede può essere costituita da elementi dello stesso materiale dei puntelli o, se collocata sul terreno, da plinti fondali, o pali di fondazione.
2. Le strutture di presidio, se devono svolgere un'azione di sostegno (strutture orizzontali), sono costituite da ritzi verticali posti a contrasto con la struttura singolarmente, in coppia o in gruppo e da traversi che contrastano

l'eventuale slittamento dei ritii. Se invece devono presidiare la struttura contro movimenti di rotazione o traslazione (strutture verticali), sono costituiti da assi inclinati. In questo caso si può operare una distinzione fra:

- puntellatura di contenimento: si tratta di puntelli (di solito lignei) incassati nella muratura, messi in opera con cunei e poggianti a terra su una platea di tavolati normali fra loro;
- puntellatura di contenimento e sostegno: si tratta di coppie di travi lignee e collegate fra loro ad intervalli per eliminare tensioni da carico di punta.

I sistemi di puntellamento delle volte e degli archi variano secondo il tipo di struttura e di dissesto; il sistema generalmente utilizzato è quello delle centine.

- **Art. 78 - Impianto elettrico**

1. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

1.1. *Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti*

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186, del Decreto 22 gennaio 2007, n.37 e successive modifiche e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Ente che effettua il servizio telefonico;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali.

1.2. *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto deve essere chiaramente precisata, dall'Amministrazione appaltante, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le ditte concorrenti ne tengano debito conto nella progettazione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

1.3. *Caratteristiche principali*

All'interno dei quadri elettrici sono ubicati tutti i dispositivi per la protezione contro i contatti indiretti, assicurata da interruttori magnetotermici e differenziali ad alta sensibilità, secondo quanto stabilito dalle norme CEI 64-8 art. 413.1.1.1. In particolare la protezione con interruzione automatica dei circuiti soddisfa la condizione R_t minore di 50/Id ed in ogni caso minore di 20 ohm.

La differenza fra tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto dell'impianto, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'inizio dell'impianto sotto misura rimane costante, non dovrà superare il 4% per tutti i rami dell'impianto.

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete BT, la massima densità di corrente ammessa non supera il 90% da quella ricavabile dalle norme in vigore. Per le linee principali di alimentazione la massima densità di corrente ammessa non supera l'80% delle stesse tabelle della norma.

Per i conduttori degli impianti alimentati con piena tensione di rete a BT la sezione minima sarà di 1,5mmq. Le colorazioni dei rivestimenti isolanti delle linee saranno le seguenti:

- conduttore neutro: blu chiaro
- conduttore di fase: marrone, nero, blu scuro
- conduttore di terra: giallo, verde

I cavi della linea di alimentazione di ciascuna unità sono del tipo isolato in gomma, antifiamma.

In particolare, ogni dispositivo di comando e di protezione che compare nello schema generale figura contrassegnato da un numero che può identificare senza errori ogni derivazione e ogni linea alimentatrice.

Le giunzioni sono effettuate su morsetti con base in materiale plastico avente elevate caratteristiche dielettriche, fissate alle scatole di contenimento e/o con morsetti. La sezione minima dei morsetti sarà di 6mm².

L'impianto di terra e di equalizzazione del potenziale è realizzato conformemente alle norme CEI 64-8 e precisamente:

- tutte le masse estranee, come le tubazioni dell'acqua e le strutture metalliche di qualunque genere, sono tra loro elettricamente connesse nel locale medesimo a mezzo di conduttori equipotenziali in rame.
- collegamento del punto luce, del quadro elettrico e di tutte le apparecchiature elettriche installate con il nodo equipotenziale di mediante conduttore di rame con una sezione non inferiore a quella del conduttore di fase. Quando un conduttore di protezione è comune a diversi circuiti, la sua sezione è stata dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione più grande. (Norma CEI 64-8 art. 543.1.4)
- collegamento del nodo equipotenziale mediante conduttore di rame con isolamento in PVC, avente sezione di 16 mmq, alla terra generale.

Prima della messa in esercizio dell'impianto, oltre alle verifiche da effettuare secondo le norme CEI 64-8, è stata tassativamente verificata l'efficienza dell'impianto di terra.

L'impianto, dovrà essere controllato periodicamente, con intervalli di tempo non superiore a due anni, effettuando misure di isolamento, controlli sull'impianto di terra e sui dispositivi a corrente differenziali installati. Questi ultimi richiedono un controllo non superiori a sei mesi.

1.4. QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.4.1. Generalità

Ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, dovrà essere utilizzato materiale elettrico esente da difetti qualitativi e di lavorazione e costruito a regola d'arte:

- ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ);
- ovvero che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea;
- ovvero che sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

L'attestato di conformità alla norma si riferisce a un campione, mentre il marchio riguarda anche la produzione. Si ricorre alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo. In caso contrario, è necessaria una copia della documentazione specifica.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato speciale, potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

1.4.2. Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 10/15 kA, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (per esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A;
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori di cui alle lettere c) e d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e interamente assiemati a cura del costruttore.

1.5. Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c.c. elevate (fino a 30 KA), gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (norme CEI15-5 e art. 9.15 del presente capitolato).

1.6. Quadri di comando e di distribuzione in materiale isolante

Negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si dovranno installare quadri in materiale isolante.

Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all'art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente (glow-fire) non inferiore a 650 °C.

I quadri devono essere composti da cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

2. Quadri elettrici

La presente specifica riguarda i criteri di base per la progettazione, la costruzione e le modalità di collaudo per i quadri di distribuzione energia a bassa tensione compresi i quadri generali e quelli secondari.

Le norme di riferimento per i quadri elettrici di bassa tensione sono la EN 61439-1 (CEI 17-113) "

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali" e la EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza", pubblicate in contemporanea nel gennaio 2010.

I singoli componenti saranno progettati e costruiti secondo:

- tabelle UNEL

- norme di riferimento specifiche

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960°C (30/30s) in conformità alle norme IEC 695.2.1 (CEI 50.11)

Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio, i quadri saranno installati all'interno di locali chiusi. La frequenza nominale sarà di 50 Hz (+ - 2,5%). Le correnti nominali di corto circuito, previste per il quadro, saranno quelle riportate sugli schemi relativi, la durata delle correnti di corto circuito sarà assunta per 1 secondo.

La struttura dei quadri sarà realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 15/10 o 10/10. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. I pannelli posteriori dovranno essere di tipo incernierato con cerniere a scomparsa. Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato. I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa. Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrozincatura delle lamiere. Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire a scelta della Direzione Lavori, liscio e semilucido con spessore minimo di 70 micro ns.

Le eventuali sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le eventuali sbarre dovranno essere completamente perforate e saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine. Questi supporti saranno dimensionati e calcolati in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

Le eventuali sbarre saranno in rame elettrolitico con punti di giunzione imbullonati predisposti contro l'allentamento. Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Le derivazioni saranno realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 KV. I conduttori saranno dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato.

Gli interruttori saranno normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione; in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione. Dovrà essere studiato altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere.

A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si atterranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mmq. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autodesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza (salvo la prescrizione s.d.) si atterranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

I collegamenti ausiliari saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

* 4 mmq per i T.A.

* 2,5 mmq per i circuiti di comando

* 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

Per i collegamenti alle linee esterne, se la linea è contenuta in canalina o in cunicoli dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei. In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

Gli strumenti di misura avranno dimensione 72 x 72, saranno di tipo elettromagnetico per corrente alternata, a magnete permanente e bobina mobile per corrente continua, ferrodinamici per i registratori e ad induzione per i contatori. Gli amperometri di lettura degli assorbimenti dei motori avranno il fondo scala ristretto, che eccederà la corrente nominale dei relativi T.A.

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1..

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dal costruttore su prototipi del quadro (apparecchiatura di serie AS). Qualora la fornitura riguardi apparecchiatura non di serie (ANS), derivata da prototipi certificati dal costruttore, dovrà fornire i relativi certificati dalla norma.

2.1. Cassetta in materiale isolante

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO DESIGNAZIONE	
Quadro elettrico b.t.	CEI 23-48 CEI 23-49 CEI EN 61439-3 CEI 23-51		-Axx

Descrizione	Denominazione	Quadri Elettrici di distribuzione secondaria	
	Struttura	Cassetta in materiale isolante con portella trasparente e pannellatura in materiale plastico.	
	Posa a parete	Potenza dissipabile (W)	24-337
	Grado di protezione (minimo) IP44	Tensione nominale di impulso	
	Tensione di esercizio	Tensione di isolamento	
	n° fasi 3	Frequenza 50 HZ	
	Equipaggiamento	Interruttori di tipo M.T.D. / M.T. modulari	
Accettazione	Fornitura e posa in opera	Il cablaggio deve essere eseguito con conduttori antifiamma a norme CEI 20-22 di adeguata sezione con accessori di materiale estinguente. I quadri devono essere completati con opportuni cartellini pantografati per la descrizione delle utenze comandate e protette. I quadri devono essere realizzati con componenti (morsettiere per derivazione e connessione, pettini, sistemi di sbarre e di segregazione, interruttori rotativi, pulsanti, selettori, segnalatori, ecc.) rispondenti alla normativa vigente.	

	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme CEE. Ogni quadro deve essere fornito di una targa che riporti il nome o marchio del costruttore, il tipo o un altro mezzo di identificazione del quadro da parte del costruttore, la corrente nominale del quadro, la natura della corrente e frequenza, la tensione nominale di funzionamento ed il grado di protezione (se superiore a IP2XC). Devono essere prodotte la dichiarazione di conformità alla regola dell'arte e la verifica dei limiti di sovratemperatura, secondo quanto previsto dalla norma CEI 23-51.
--	-------------------------	--

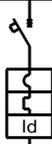
Standard	Tipo Schneider o similari
-----------------	----------------------------------

3. Dispositivi di manovra e protezione

Saranno oggetto di preferenza da parte del committente apparecchiature che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore. Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno dovrà essere possibile un agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione. Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli, possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti. Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature. Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinte da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

3.1. Interruttore automatico modulare

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO
Interruttore automatico modulare M.T.D. (b.t.)	CEI 23-3 (en 60898) CEI EN 60898	

Descrizione	Denominazione	Dispositivo Magneto - Termico - Differenziale (Modulare)				
	Caratteristiche elettriche del dispositivo magnetotermico					
			n° poli			
			2	3	4	
	Corrente nominale In (A)		0.5-125		0.5-125	
	Tensione nominale di impiego (V)		230-240		400-415	
	Tensione di impiego massima (V)		250		440-500	
	Tensione di impiego minima (V)		12		12	
	Tensione di isolamento (V)		440-690		440-690	
	Tensione nominale di tenuta all'impulso (kV)		6-8		6-8	
	Potere di interruzione I_c	di	CEI EN 60898 (kA)	6/10		6/10/15/3 6/50
			CEI EN 60947-2 (kA)	3-100		6-100
	Curva		C/B		C/B	
	Temperatura di riferimento (°C)		30	30	30	

	Caratteristiche elettriche del dispositivo differenziale		
	Classe	AC e A istantanei	
	Sensibilità a 50 Hz IΔn (A)	0.03A	1/0.03A
	Tempo totale di sgancio a 2IΔn (ms)	≤ 150	≤ 150

Accettazione	Fornitura e posa in opera Montaggio su guida DIN
	Prove e collaudo I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme CEE.

Standard	Tipo Schneider o similari
-----------------	----------------------------------

4. Cavi e conduttori

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_o/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione FS17/FG16OR16. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,3 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale unitaria inferiore o uguale a 4,6 kW;

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli articoli: 522, 524.1-2-3, 543.1.4. della norma CEI 64-8;

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8, IV edizione (tabella 54F):

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm²	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm²	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm²
Minore o uguale a 16	Sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
Maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
Maggiore di 35	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolare, la sezione	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolare, la sezione

	specificata dalle rispettive norme	specificata dalle rispettive norme
--	------------------------------------	------------------------------------

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati (norma CEI 64-8, IV edizione, tabella 54A).

SEZIONE MINIMA (mm²)

Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (Cu)	16 (Fe) zincato
non protetto contro la corrosione	25 (Cu)	50 (Fe)
protetto meccanicamente	in accordo con l'art. 543.1	

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8.

4.1. CAVO FS17

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO DESIGNAZIONE
Tubazioni, cassette e cavi di distribuzione	CEI UNEL 35716 CEI 20-22 II CEI 20-40 (Guida per l'uso dei cavi in bassa tensione)	-WC

Descrizione	Denominazione	<i>Cavo unipolare FS17</i>
	Caratteristiche costruttive	Cavo unipolare per tensioni fino a 750 V, per energia e segnalazioni a bassissima emissione di fumi e gas tossici, isolato in gomma ad alto modulo, non propagante l'incendio.
	Temperatura minima di installazione e maneggio	5° C
	Raggio minimo di curvatura	4 volte il diametro esterno
	Sforzo massimo di tiro	50 N/mm ² di sezione totale del rame
	Colore guaina	nero, marrone, blu chiaro, grigio, rosso, bianco, giallo/verde, arancione, rosa.
	Installazione	cavo flessibile per posa fissa
	Altre caratteristiche	la sezione del cavo è specificata negli schemi allegati

Accettazione	Fornitura e posa in opera	Posa in tubo flessibile corrugato pesante e autoestinguento. La scelta del tubo da utilizzare sarà fatta considerando un coefficiente di riempimento non superiore al 70%. Il diametro minimo dei tubi ammessi è 20 mm. I raggi di curvatura dovranno essere scelti in relazione al diametro, in modo che non si formino strozzature che danneggino i cavi e/o ne impediscano la sfilabilità. La fornitura deve avvenire mediante imballaggi integri (matasse da 100 m avvolte singolarmente da una pellicola termoretraibile o in scatole di cartone).
	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio di conformità alle norme CEE.

Standard	PRYSMIAN o similari
-----------------	----------------------------

4.2. CAVO FG16OR16

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO DESIGNAZIONE /	
Tubazioni, cassette e cavi di distribuzione	CEI 20-14 CEI 20-22 II CEI 20-40 (Guida per l'uso dei cavi in bassa tensione)		-WC

Descrizione	Denominazione	<i>Cavo multipolare FG16OR16</i>
	Caratteristiche costruttive	Cavo multipolare per energia e segnalazioni a bassissima emissione di fumi e gas tossici, isolato in gomma HEPR ad alto modulo, non propagante l'incendio.
	Temperatura minima di installazione e maneggio	5° C
	Raggio minimo di curvatura	4 volte il diametro esterno
	Sforzo massimo di tiro	50 N/mm ² di sezione totale del rame
	Colore guaina	nero, marrone, blu chiaro, grigio, rosso, bianco, giallo/verde, arancione, rosa.
	Installazione	cavo flessibile per posa fissa
	Altre caratteristiche	la sezione del cavo è specificata negli schemi allegati

Accettazione	Fornitura e posa in opera	Posa in tubo flessibile corrugato pesante e autoestinguento. La scelta del tubo da utilizzare sarà fatta considerando un coefficiente di riempimento non superiore al 70%. Il diametro minimo dei tubi ammessi è 20 mm. I raggi di curvatura dovranno essere scelti in relazione al diametro, in modo che non si formino strozzature che danneggino i cavi e/o ne impediscano la sfilabilità. La fornitura deve avvenire mediante imballaggi integri (matasse da 100 m avvolte singolarmente da una pellicola termoretraibile o in scatole di cartone).
---------------------	----------------------------------	---

	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio di conformità alle norme CEE.
--	-------------------------	--

Standard	PRYSMIAN o similari
-----------------	----------------------------

5. Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

Negli impianti in edifici civili e similari si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

Tubi protettivi, cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica;
- il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e rinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiera. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diam. e/diam.i	Sezione dei cavetti in mm ²						
	1,5	2,5	4	6	10	16	
mm (0,5) (0,75) (1)							
12/ 8,5 (4) (4)		(2)					
14/10 (7) (4)(3)		2					
16/11,7 (4)		42					
20/15,5 (9)		74	4	2			
25/19,8 (12)		97	7	4	2		
32/26,4	12	9	7	7	3		

5.1. TUBAZIONE FLESSIBILE IN PVC

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO DESIGNAZIONE /	
Tubazioni, cassette e cavi di distribuzione	NFC 68-105 Marchio NF-USE		

Descrizione	Denominazione	Tubazione flessibile in PVC
	Caratteristiche costruttive	Tubazione in materiale termoplastico a base di polipropilene autoestinguente.
	Resistenza allo schiacciamento	superiore a 750 N su 5 cm a 20 °C
	Resistenza di isolamento	superiore a 100 Mohm per 500 V di esercizio per 1 minuto
	Rigidità dielettrica	superiore a 2000 V a 50 Hz per 15 minuti
	Campo di temperatura	da -5 °C a +60 °C
	Diametro nominale (mm)	20/32/40/50
	Colore	grigio/nero
	Altre caratteristiche	posa incassata
Accettazione	Fornitura e posa in opera	<i>Tutti i dati tecnici si intendono con le tolleranze ammesse dalle principali norme nazionali e internazionali vigenti. Le giunzioni dovranno essere eseguite in modo tale da evitare il pericolo di abrasione della guaina dei cavi durante la posa. Dovrà essere garantita la continuità elettrica della canalina e dovranno essere previste prese di terra con interdistanza massima di 8 m. I cavi all'interno del canale saranno posati ordinatamente su un semplice strato e fissati al canale tramite legatura. La canalina dovrà essere normalmente sovradimensionata del 20%.</i>
	Prove e collaudo	<i>I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio di conformità alle norme CEE.</i>
Standard d	Gewiss, Bocchiotti o similari	

5.2. CASSETTE DI DERIVAZIONE

Saranno in materiale isolante autoestinguente. Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo in materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con il sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, etc.). Non sono ammesse viti di tipo autofilettate. Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Quelle posate in vista dovranno essere fissate con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e le dimensioni. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori o gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

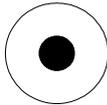
Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello dei fori o degli indebolimenti stessi. Nelle cassette stagne il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione. Tali passatubi non dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Le cassette di tipo da incasso dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti. Tutte le parti di malta eventualmente entrate dovranno essere asportate con cura prima dell'infilaggio dei conduttori. Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese e interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminanti o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsetterie fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastature o con morsetti a cappuccio. Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm. di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle dovranno essere poste sia sulla superficie interna che su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente non saranno tinteggiate, le sigle potranno essere poste solo sulla superficie esterna. Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti. Le sigle dovranno essere le seguenti:

IMPIANTO SIGLA

- illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, 220V c.a.) LU
- circuiti prese (a 220 V c.a.) FM
- circuiti di potenza a tensione nominale diversa da 220 V (es. 12 V. c.a. oppure 24 V c.c.) 12 ca (24 cc)
- telefonico TP
- trasmissione dati TD
- citofonico CIT
- rivelazione fumo e incendio FU

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO
Tubazioni, cassette e cavi di distribuzione	IMQ	

Descrizione	Denominazione	<i>Cassetta di derivazione</i>
	Materiale	Termoplastico autoestinguento
	Dimensioni	190x140x70mm – 240x190x90mm
	Colore	Bianca
	Grado di protezione minimo	IP40
	Installazione	posa a parete
	Altre caratteristiche	

Accettazione	Fornitura e posa in opera	Tutti i dati tecnici si intendono con le tolleranze ammesse dalle principali norme nazionali e internazionali vigenti. La fornitura deve avvenire mediante imballaggi integri.
	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio di conformità alle norme CEE.

Standard	Gewiss, Bocchiotti o similari
-----------------	--------------------------------------

6. DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

- Assegnazione dei valori di illuminazione

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare - entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori - su un piano orizzontale posto a m 0,80 dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno precisati, per i vari locali, dall'Amministrazione appaltante e qui appresso, a titolo orientativo, se ne indicano i valori minimi per i tipi più comuni degli ambienti sotto elencati:

- corridoi, passaggi 100 lux

Per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni Internazionali I.E.C.

Negli ambienti chiusi è ammesso sul piano orizzontale a m 0,80 dal pavimento un coefficiente di uniformità (inteso come rapporto tra i valori massimo e minimo di illuminazione) non superiore a 2. Ove l'Amministrazione appaltante intenda che per qualche ambiente tale coefficiente di uniformità debba avere diverso valore, dovrà farne esplicita richiesta.

In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non dovranno, di norma, avere differenze nei valori medi di illuminazione superiori al 50%; non solo, ma la qualità dell'illuminazione dovrebbe essere la stessa o simile.

All'aperto, il coefficiente di uniformità può raggiungere più elevati valori, fino ad un massimo di 8, salvo particolari prescrizioni al riguardo, da parte dell'Amministrazione appaltante.

Tipo di illuminazione (o natura delle sorgenti)

Il tipo di illuminazione sarà prescritto dall'Amministrazione appaltante, scegliendolo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- a LED dei vari tipi

Le ditte concorrenti possono, in variante, proporre qualche altro tipo che ritenessero più adatto.

In ogni caso, i circuiti relativi a ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza a regime inferiore a 0,9, ottenibile eventualmente mediante rifasamento.

Devono essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

- **Condizioni ambiente**

L'Amministrazione appaltante fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare, dando indicazioni sul colore delle pareti, del soffitto e del pavimento degli ambienti stessi, nonché ogni altra eventuale opportuna indicazione.

- **Apparecchi di illuminazione**

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada. Soltanto per ambienti con atmosfera pulita è consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta. Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

- **Ubicazione e disposizione delle sorgenti**

Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto e indiretto.

In mancanza di indicazioni, gli apparecchi di illuminazione si intendono ubicati a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di uniformità consentito.

In locali adibiti a servizi è tuttavia consentita la disposizione di apparecchi a parete (luce specchio), per esempio, nelle seguenti circostanze: sopra i lavabi a circa m 1,80 dal pavimento.

- **Flusso luminoso emesso**

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato per ogni ambiente il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

- *Alimentazione dei servizi di sicurezza e alimentazione di emergenza*

Le alimentazioni dei servizi di sicurezza e di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

- **Impianto di illuminazione di Emergenza**

L'impianto di illuminazione di emergenza renderà disponibile quel minimo di illuminazione che consenta di muoversi nei locali e di evitare incidenti (cadute, ecc...) nell'eventualità che la sorgente di energia abbia un disservizio. Le apparecchiature illuminanti autonome per l'illuminazione e l'indicazione delle vie di fuga, saranno costituite da:

- contenitori in materiale isolante di tipo a parete / da incasso;
- schermo anteriore in materiale acrilico resistente agli urti, trasparente ed esteriormente liscio;
- lampada di tipo led;
- batterie di accumulatori al Ni-Cd o al piombo di tipo ermetico ricaricabili, adatte alla carica a corrente costante e di capacità sufficiente a mantenere accesa la lampada per almeno un'ora;
- dispositivo elettronico per la commutazione di tensione di rete e viceversa al ritorno dell'alimentazione;
- lampada spia di segnalazione di funzionamento;
- grado di protezione IP40 e IP65;
- eventuale foglio autoadesivo con simboli, scritte, ecc..., conformi al D.P.R. 524 del 08/06/1982 e comunque da concordare con la Direzione Lavori.

L'apparecchio sarà completo di morsettiera per l'attestazione dei conduttori entranti (linea di alimentazione, comando di interdizione, ecc...), fusibile di protezione nonché di tutti gli accessori per l'installazione.

Per l'alimentazione delle luci di sicurezza saranno previsti circuiti indipendenti.

In tutti i locali sono state inserite luci di emergenza costituite da lampade autoalimentate, funzionanti a bassa tensione, progettate in modo che in caso di calo della tensione di rete riescano a garantire un buon grado di illuminazione. In particolare le luci del tipo SE (solo emergenza) riguardano le uscite di sicurezza presenti. Le lampade di emergenza impiegate sono lampade con autonomia di 1 ora e tempo di ricarica totale 12 ore. L'impianto di emergenza è in grado di soddisfare l'illuminamento minimo imposto dalle attuali leggi vigenti.

L'impianto per l'illuminazione di sicurezza dovrà garantire la completa illuminazione di tutte le vie di uscita, i luoghi di transito e di raccordo nel caso di interruzione dell'energia elettrica in modo da consentire un veloce e sicuro deflusso delle persone presenti negli ambienti o edifici interessati dalla disfunzione. Tutti i componenti dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- Apparecchio autonomo di emergenza per illuminazione permanente, IP40, per installazione fissa a parete, a soffitto o da incasso, alimentazione 220V, 50Hz, autonomia minima di un'ora, batteria ermetica ricaricabile al nichel-cadmio per alta temperatura, completo di lampada fluorescente/led, spie di segnalazione di funzionamento e malfunzionamento, corpo in resina autoestingente UL94-V2, schermo in materiale acrilico antiurto, doppio isolamento, tipo e colore a scelta della D.L. completa di accessori per il montaggio, nel prezzo si intende compreso e compensato ogni onere ed accessorio necessario per posa ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

6.1. Lampada Autoalimentata

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO
Apparecchi di illuminazione	CEI 23-9, CEI 34-22	

Descrizione	Denominazione	Lampada autoalimentata
	Dati costruttivi	Tipologia a LED
	Grado di protezione	IP40 per interni e minimo IP44 per esterni
	Installazione	a parete
	Alimentazione	230 V - 50 Hz
	Destinazione d'uso	corridoi, uscite, cambi di direzione
	Altre caratteristiche	Led segnalatore per la ricarica della lampada Autonomia 1h

Accettazione	Fornitura e posa in opera	Tutti i dati tecnici si intendono con le tolleranze ammesse dalle principali norme nazionali e internazionali vigenti. La fornitura deve avvenire mediante imballaggi integri.
	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme CEE.

Standard	Beghelli o Similari
-----------------	---------------------

6.2. Lampada per ambienti

IDENTIFICAZIONE	RIF. NORMATIVO	SIMBOLO
Apparecchi di illuminazione	CEI 34-21 – CEI 34-23	

Descrizione	Denominazione	Apparecchio illuminante a sospensione con lampada a LED
	Dati costruttivi	Corpo: in materiale termoplastico; Cablaggio: Morsetti ad innesto rapido;
	Grado di protezione	IP44
	Installazione	A parete
	Alimentazione	230 V 50 Hz. Morsettiera 2P+T, massima sezione dei conduttori ammessa 2.5 mm ²
	Destinazione d'uso	Corridoi
	Altre caratteristiche	.

Accettazione	Fornitura e posa in opera	Tutti i dati tecnici si intendono con le tolleranze ammesse dalle principali norme nazionali e internazionali vigenti. La fornitura deve avvenire mediante imballaggi integri.
	Prove e collaudo	I componenti da utilizzare devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme CEE.

- **Art. 79 - Impianto di protezione scariche atmosferiche**

1. L'impianto protezione contro scariche atmosferiche deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del D.M. 37/2008. Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma CEI EN62305.
2. In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:
 - impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
 - impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.
3. I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:
 - LPS esterno;
 - LPS interno.

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

 - collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
 - collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
 - isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

 - organi di captazione (normali o naturali);
 - organi di discesa (calate) (normali o naturali);
 - dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
 - collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni e ai corpi metallici esterni e interni.
4. Le norme di riferimento sono:
 - CEI EN 62305-1 Protezione contro i fulmini. Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
 - CEI 81-2 Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini;
 - CEI 81-3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;
 - CEI CLC/TR 50450 - Requisiti di tenuta per apparecchiature con una o più porte di telecomunicazioni.

CAPO 14

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

- **Art. 80 - Rimozioni e demolizioni infissi**

1. La demolizione degli infissi verrà valutata a corpo per ciascun elemento; la superficie dei serramenti verrà valutata a luce netta, comprendendo però nel prezzo la rimozione dell'eventuale cassa e controcassa, dei coprigiunti e delle eventuali parti murate.

- **Art. 81 - Rimozioni e demolizioni intonaci e rivestimenti**

1. La demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo, eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15cm.

- **Art. 82 - Rimozioni e demolizioni murature**

1. La demolizione delle murature verrà pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50cm.

L'appaltatore potrà re-impiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

- **Art. 83 - Rimozioni e demolizioni pavimenti**

1. Dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento, la superficie compresa tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misurazione comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco. Il prezzo sarà comprensivo dell'onere della, eventuale, demolizione dello zoccolino battiscopa indipendentemente dalla natura.

- **Art. 84 - Rimozioni e demolizioni solai**

- **Art. 85 - Rimozioni e demolizioni tramezzi**

1. Dovrà essere valutata l'effettiva superficie (m²) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2m².

- **Art. 86 - Rimozioni e demolizioni manti**

1. La demolizione dei manti dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata.

- **Art. 87 - Consolidamento murature**

1. Le riparazioni di lesioni isolate su murature in laterizio, eseguite col sistema dello scuci e cucì, verranno valutate a volume per qualsiasi spessore. La misurazione verrà eseguita valutando le figure geometriche che inviluppano le parti interessate dalla riparazione.
2. L'intervento di iniezione di miscela cementizia verrà valutato a metro cubo di muratura trattata. Nei prezzi di tariffa le riparazioni si intendono eseguite a qualsiasi altezza.
3. Gli elementi in acciaio adoperati si computano ad elementoposato.
4. Per le cerchiature si computa il peso degli elementiutilizzati.

- **Art. 88 - Consolidamento intonaci**

1. Il consolidamento si computa a m².

- **Art. 89 - Murature in mattoni**

1. Tutte le murature in genere dovranno essere misurate geometricamente, a volume od a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul vivo ovvero escludendo gli intonaci. Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a 0,25 m², in quest'ultimo caso rimarrà all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.
2. I prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, s'intenderanno comprensivi di rinzaffo delle facce visibili dei muri. Il rinzaffo dovrà essere sempre eseguito e sarà compreso nel prezzo unitario, anche nel caso di muri che dovranno essere poi caricati a terrapieni; per questi ultimi dovrà, inoltre, essere compresa la, eventuale, formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.
3. I prezzi della muratura di qualsiasi specie si intenderanno compresi di ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte epiattabande.
4. Le murature, qualunque sia la loro curvatura in pianta o in sezione anche se costruite sotto raggio, non potranno essere comprese nella categoria delle volte; dovranno essere pertanto, valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcuna maggiorazione dicompenso.
5. Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, dovranno essere valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature. Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo. Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata dovrà essere considerata della stessa natura della muratura.

6. Le murature di mattoni ad una testa od in foglio dovranno essere misurate a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande ecc., nonché eventuali intelaiature in legno chela
- D.L. ritenga opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché allaparete.
7. Le volte, gli archi e le piattabande, in mattone in spessore superiore ad una testa, dovranno essere pagati a volume (m³) e, a secondo del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, con i prezzi di elenco con i quali si intendono remunerate tutte le forniture, e le lavorazioni per fornire la struttura voltata finita con tutti i giunti delle facce viste frontali e dell'intradosso profilati estuccati.
Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni in foglio o ad una testa dovranno essere liquidate a superficie (m²), come le analoghemurature.

- **Art. 90 - Solaio**

1. Il solaio è computato a superficie netta misurata all'interno dei cordoli perimetrali e delle travi di C.A., escluso l'incastro sulle struttureportanti.
2. Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi diesecuzione.
3. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi, salvo differenti indicazioni nell'Elenco Prezzi, sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

- **Art. 91 - Intonaci**

1. I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

- **Art. 92 - Impianto di scarico acque meteoriche**

1. I tubi pluviali, le grondaie e i collettori di scarico devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elementi di ancoraggio (in acciaio o inrame).
2. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computometrico di progetto/elenco prezzi.
3. Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche effettuerà iseguenti controlli:
 - effettuerà le necessarie prove di tenuta;
 - eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso raccordata al tipo di canale di gronda;
 - eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversitipi;
 - eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (UNI EN 12056-3, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversitipi;
 - eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera.

- **Art. 93 - Calcestruzzi**

1. Si computa il volume di calcestruzzo effettivamente realizzato; sono detratti dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a m² 0,20; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche.

- **Art. 94 - Acciaio armatura cls**

1. L'acciaio per armatura è computato misurando lo sviluppo lineare effettivo (segnando le sagomature e le uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario, desunto dalle tabelle ufficiali, corrispondente ai diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni e le sovrapposizioni. Nel prezzo oltre alla lavorazione e allo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armaturastessa.

- **Art. 95 - Casseforme**

1. Le casseforme, se non comprese nel prezzo del conglomerato cementizio, si computano secondo le superfici effettive, sviluppate al vivo, delle strutture in C.A. da gettare.

- **Art. 96 - Acciaio carpenteria metallica**

1. L'acciaio da carpenteria metallica è computato a peso; viene pesato prima della posa in opera, con pesatura diretta, a lavori di taglio e/o saldatura completamente ultimati (esclusa l'eventuale verniciatura e coloritura).

- **Art. 97 - Massetti e sottofondi**

1. Massetti e sottofondi si computano sulle superfici effettivamente realizzate.

- **Art. 98 - Pavimenti**

1. I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie.

I pavimenti interni, in particolare, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà, perciò, compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco e la stuccatura delle eventuale fughe.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri e le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

2. Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà/verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

- **Art. 99 - Rivestimenti pareti**

1. Si computano secondo la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gli angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

- **Art. 100 - Tinteggiature e pitture**

1. Le tinteggiature di pareti e soffitti, sia esterni che interni, è computa a metro quadro nei seguenti modi:

- per le pareti di spessore inferiore a cm 15 si computa lo sviluppo della superficie effettiva tinteggiata, al netto cioè di tutte le aperture esistenti e con l'aggiunta delle relative riquadrature;

-per le pareti di spessore superiore a cm 15 il computo avverrà a vuoto per pieno, a compenso delle riquadrature dei vani di superficie uguale o inferiore a 4 m2.

2. Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro;
- per le finestre senza persiane, ma con controportelli, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso e risulterà compensata anche la coloritura dei controportelli e del telaio (ocassetto);
- le finestre senza persiane e controportelli dovranno essere computate una sola volta la luce netta dell'infisso e così risulterà compresa anche la coloritura della soglia e del telaio;
- le persiane comuni dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio;
- le persiane avvolgibili dovranno essere computate due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio ed apparecchio a sporgere, ad eccezione del pagamento della coloritura del cassonetto coprirullo che dovrà essere fatta a parte;
- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendosi compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;
- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezzo la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non invista;
- i radiatori dovranno essere pagati ad elemento, indipendentemente dal numero di colonne di ogni elemento e dalla loro altezza;
- per i tubi, i profilati e simili, si computa lo sviluppo lineare indipendentemente dalla loro sezione.

3. Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

- **Art. 101 - Consolidamento strutture orizzontali**

1. Il consolidamento di solai in legno o in ferro e laterizi mediante rete elettrosaldata e getto di calcestruzzo sarà compensato a metro quadro.
2. Il consolidamento di travi in legno con barre in vetroresina si computerà a decimetro cubo e quello con profili di ferro a C o L o mediante staffe di ferro a peso.
3. Il trattamento dei ferri si computa a m2, se non diversamente specificato dal prezzo, per unità di superficie trattata.
4. Per gli interventi su solai in laterocemento, il getto del calcestruzzo, si computa il volume effettivamente realizzato; sono detratti dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a m20,20; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche.

- **Art. 102 - Puntellature**

1. Le puntellature sono da intendersi incluse e valutate nei prezzi delle opere in cui se ne prevede l'uso.

- **Art. 103 - Impianto protezione scariche atmosferiche**

1. I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli a espansione.
2. I cavi multipolari o unipolari saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Nei cavi unipolari o multipolari sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marchi cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
3. I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
4. I dispersori, le calate, gli scaricatori di corrente da fulmine e di sovratensione si computano a numero.
5. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto/elenco prezzi.
6. L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per

la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettricipericolosi.

Secondo l'art. 2 del citato decreto, la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti a omologazione dell'impianto. Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPEL e all'ASL o all'ARPA territorialmentecompetenti.

Il datore di lavoro è tenuto a effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, a esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti a uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o a eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

7. Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casidi:

- esito negativo della verificaperiodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPEL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

CAPO 15 **QUALITA' DEI MATERIALI**

Art. 104 - Malte

1. Le malte si ottengono dalla miscelazione di uno o più leganti inorganici con acqua, inerti (sabbia) ed eventualiadditivi.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa. La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme.

2. Come stabilito dal D.M. 14/01/2008, la malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguentetabella.

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malta per murature	Usi strutturali	2+

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione fm. La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza fm espressa in N/mm² secondo la seguente tabella. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza fm < 2,5N/mm².

Le classi di malta a prestazione garantita sono riportate nella seguente tabella.

Classe	M2,5	M5	M10	M15	M20	Md
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

3. Per quanto riguarda le malte a composizione prescritta, le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguentetabella.

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M 2,5	Pozzolanic a	-	1	-	-	3
M 2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-
M 8	Cementizi a	1	-	0,5	4	-
M 12	Cemetizia	1	-	-	3	-

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma UNI EN 1015-11, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore a quella della classe corrispondente.

4. L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi.
5. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.
6. Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla Direzione dei Lavori.
7. Lo spessore dei giunti è mediamente 10 mm (min. 5 mm, max 15mm).
Nel caso di costruzione di un arco in muratura, lo spessore del giunto all'intradosso può ridursi fino a 4 mm e quello del giunto all'estradosso può aumentare fino a 20 mm.
I giunti possono essere realizzati in diverso modo: giunti a gola (realizzati con ferro liscio), ad angolo, a sgancio, a spiovente, a scarpa.
8. Sulle malte cementizie si effettuano le seguenti prove:
UNI 7044 - Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;
UNI EN 1015-1 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura);
UNI EN 1015-2 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;
UNI EN 1015-3 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);
UNI EN 1015-4 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);
UNI EN 1015-6 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;
UNI EN 1015-7 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;
UNI EN 1015-19 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;
UNI ENV 1170-8 - Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.

- **Art. 105 - Mattoni per muratura**

1. I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.
2. Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. 20/11/1987 nonché al D.M.14/01/2008.
3. Gli elementi da impiegare con funzione resistente nelle murature portanti devono:
 - a. rispettare le prescrizioni riportate al paragrafo 11.10.1 del D.M.14/01/2008;
 - b. essere conformi alle norme UNI EN 771 e recanti la marcatura CE;
 - c. essere sottoposti alle specifiche prove di accettazione da parte del Direttore dei Lavori, disciplinate al paragrafo 11.10.1.1 del D.M.14/01/2008.

4. Per la classificazione degli elementi in laterizio e calcestruzzo di cui al comma 3 si fa riferimento alle tabelle 4.5.la e 4.5.lb del paragrafo 4.5.2.2 del D.M.14/01/2008.

Art. 106 - Mattoni in terra cruda

1. La terra cruda, utilizzata nella costruzione di edifici, è un miscuglio di argilla e sabbia nella cui composizione l'argilla funge da legante (come la calce e il cemento) e la sabbia da inerte. Si utilizza terra estratta ad almeno 20 o 30 cm di profondità per evitare lo strato superficiale che contiene sostanze organiche putrescibili e di scarsa resistenza meccanica. A seconda dei luoghi di estrazione, essa è costituita di argille miste a limo e sabbia e ghiaia in diverse proporzioni. I blocchi sono sostanzialmente mattoni crudi, fabbricati o artigianalmente secondo i metodi tradizionali dell' "adobe" (tecnica che prevede la realizzazione di mattoni di terra cruda formati a mano con o senza stampo e lasciati essiccare naturalmente), a partire da un impasto di terra sabbiosa o terra e paglia, che viene poi essiccato; oppure possono essere realizzati con metodi più evoluti di compressione manuale e meccanica, o infine per estrusione secondo il metodo industriale utilizzato anche per la fabbricazione dei laterizi. La posa in opera avviene per mezzo di diverse tecniche costruttive che possono variare in considerazione della terra utilizzata, granulometria e composizione, e delle esigenze di tipo statico e termico. Un'altra tecnica diffusa di origini molto antiche ma oggi tecnologicamente evoluta, è quella del "pisé" o terra battuta che consiste nel compattamento meccanico della terra dentro cassette. Ciò consente di realizzare pareti portanti di grande inerzia termica, che può essere sfruttata per l'applicazione di sistemi solari passivi.
2. L'intero ciclo produttivo è a basso impatto ambientale in tutte le sue fasi principali:
- l'estrazione può avvenire sfruttando terreni di scavo di fondazioni;
 - la preparazione del materiale non prevede l'aggiunta di altri elementi che non siano naturali (sabbia, paglia) e le lavorazioni non richiedono l'utilizzo di macchinari né di cottura;
 - alla fine del ciclo di vita il materiale inumidito può essere riutilizzato o restituito all'ambiente a fini agricoli, chiudendo totalmente il ciclo produttivo.
3. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	16x24x11,5 cm	16x24x5,7 cm
Peso	3,7 kg	7,4 kg
Conducibilità termica	0,5 W/mK	0,93 W/mK
Resistenza a compressione	tamponamento 45 kg/cm ²	

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
16	1000-1600	1,7 – 2,3	7	45	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	30 kWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Alta

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

Art. 107 - Blocchi in laterizio-sughero

1. Si adopereranno blocchi in laterizio-sughero. Il monoblocco è costituito da elementi in laterizio forato (percentuale di foratura minore o uguale al 45%) assemblati con aggancio metallico ed uno strato isolante in sughero inserito tra loro, in modo da costituire un elemento a taglio termico completo. Lo spessore del blocco così ottenuto consente di realizzare una muratura portante, che pur offrendo un valido apporto strutturale, è in grado di ridurre lo spessore delle murature esterne, con un buon grado di isolamento termico e acustico.

2. Lo strato di sughero isolante contribuisce a realizzare un taglio termico completo in quanto è posizionato in modo da sporgere di 1 cm rispetto al laterizio, sia in senso verticale, sia in senso orizzontale, per garantire un taglio termico completo anche sui giunti di malta. Il posizionamento dell'isolante nella sezione esterna della parete elimina i ponti termici e garantisce un'elevata inerziatermica.
3. Le materie prime, sia l'argilla che le sostanze utilizzate per la porizzazione, devono essere esenti da componenti nocivi nell'impasto (scorie d'alto forno).
4. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	30x25x19 cm	38x26x19 cm
Percentuale di foratura 45%		
Peso	11 kg	14 kg
Conducibilità termica	0,149 W/mK	0,194 W/mK
Resistenza a compressione	Portante 100 kg/cm ²	

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
38	800	0,462	10	50	60
30	840	0,421	10	49	60

Prestazioni muratura da 38 cm con intonaco int. ed est.	
Spessore muratura	38 cm
Massa volumica	800 Kg/m ²
Trasmittanza termica con 1.5 cm intonaco interno ed esterno	0,461 W/mqK
Resistenza alla diffusione del vapore	μ 10
Isolamento acustico a 500Hz	50 dB
Resistenza caratteristica della muratura	60 (Kg/cmq)

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	1300 KWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Molto Facile
Riciclabilità	Alta

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

- **Art. 108 - Blocchi in laterizio rettificati**

1. Si adopereranno blocchi in laterizio rettificati aventi facce di appoggio superiori ed inferiori perfette per planarità e parallelismo. Questo permette di eseguire murature con giunti di anche di 1 solo mm e con sistemi molto più semplici dei tradizionali. Con la posa di blocchi di grande formato, inoltre, i giunti di malta sono così sottili da evitare fessurazioni e formazione di differenti colorazioni sugli intonaci ed i tempi di posa sono notevolmente ridotti. A seguito dell'uso dei blocchi rettificati sono stati rilevati:
 - un consumo di malta inferiore,
 - una incidenza praticamente nulla dei ponti termici,
 - un isolamento termico superiore del 20%,
 - un tempo di posa inferiore del 50%,
 - una resistenza a compressione superiore rispetto agli altri materiali e una resistenza ai carichi diagonali superiore del 200%.

2. Le materie prime, sia l'argilla che le sostanze utilizzate per la porizzazione, devono essere esenti da componenti nocivi nell'impasto (scorie d'alto forno).
3. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	15x25x20 cm	38x25x24,5 cm

Percentuale di foratura	45%	63,25%
Peso	7,7 kg	19,9 kg
Conducibilità termica	0,14 W/mK	0,23 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm ²	Portante 100 kg/cm ²

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cm ²)
38	850	0,4	10	49	50
35	850	0,45	10	48	50
30	850	0,55	10	48	50
25	850	0,75	10	46	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	1300 kWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Facile
Riciclabilità	Alta

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

Art. 109 - Blocchi in laterizio porizzato origine inorganica

1. Si utilizzeranno blocchi in laterizio porizzato con materiale di origine inorganica. La porizzazione avviene aggiungendo all'impasto di argilla, sabbia e acqua sostanze inorganiche. Principalmente viene usata la perlite espansa. La perlite inglobata nella massa di argilla è stabile, non subisce quindi cambiamento di stato durante la cottura del laterizio, la cui struttura risulta compatta, senza cavità. Rispetto agli altri laterizi porizzati, i blocchi, pur con alte prestazioni termiche, si presentano privi di forisuperficiali.
2. La perlite, come tutti i materiali di origine vulcanica, può presentare una lieve radioattività naturale. Non essendo combustibile non può essere riciclabile per il recupero di energia, può essere riciclata come inerte per il calcestruzzo.
3. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	20x15x19 cm	30x50x19 cm
Percentuale di foratura	40%	55%
Peso	5,8 kg	23 kg
Conducibilità termica	0,26 W/mK	0,3 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm ²	Portante 200 kg/cm ²

Prestazioni per spessore di muratura	
Spoessore muratura	30 cm

Massa volumica	825-900 kg/m ³
Trasmittanza termica con 1,5 cm. intonaco est. e int.	0,8-0,85 W/m ² K
Resistenza alla diffusione del vapore	10

Isolamento acustico a 500 Hz	50 dB
Resistenza caratteristica della muratura	70 kg/cm ²

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	1300 KWh/m ³
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Alta

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

Art. 110 - Blocchi in laterizio porizzato origine naturale

- Il laterizio porizzato per murature forato e alleggerito viene realizzato aggiungendo all'impasto tradizionale di argilla acqua e sabbia materiali di origine naturale a bassa granulometria (2-2,5 mm) che durante la cottura emettono gas e lasciano microalveoli vuoti, fra loro non comunicanti e uniformemente diffusi nella massa d'argilla. Questa microporosità conferisce al mattone un elevato grado di isolamento termico, elevata permeabilità al vapore e resistenza al gelo e al fuoco. I blocchi vengono prodotti in diversi formati; lisci e ad incastro per realizzare murature portanti e ditamponamento.
- I materiali di origine naturale che vengono usati per creare la porizzazione del materiale sono:
 - la pula di riso: cascame della trebbiatura del riso costituito dalle brattee (glume e glumette) che avvolgono il granello (generalmente usata per imballaggi e in aggiunta ai mangimi);
 - la sansa di olive: residuo solido dell'estrazione dell'olio dalle olive, costituito da detriti di buccia, polpa e nocciolo (generalmente usata come alimentazione del bestiame, concime o combustibile);
 - la farina di legno: ottenuta dalla macinazione degli scarti della prima lavorazione del legno quindi senza la presenza di collanti, vernici, ecc.
 Le emissioni che risultano dalla combustione degli additivi porizzanti devono essere eventualmente filtrate o abbattute in impiantispeciali.
 Le materie prime, sia l'argilla che le sostanze utilizzate per la porizzazione, devono essere esenti da componenti nocivi nell'impasto (scorie d'alto forno).
- Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	8x35x25 cm	45x25x22,5 cm
Percentuale di foratura	40%	70%
Peso	8 kg	21,5 kg
Conducibilità termica	0,12 W/mK	0,39 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm ²	Portante 253 kg/cm ²

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cm ²)
38	850-750	0,45	8	49	50

35	850-700	0,55	8	48	50
30	800-700	0,7-0,8	8	47	50
25	800-700	0,85-1	7	45	35
20	655-450	1	7	42	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	1300 KWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Alta

Prestazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

- **Art. 111 - Blocchi in laterizio porizzato origine non naturale**

1. Si adopereranno blocchi in laterizio porizzato con materiale di origine non naturale. Il materiale, non naturale, principalmente usato per l'alleggerimento dei blocchi in argilla è il polistirene espanso più comunemente detto polistirolo. Il polistirolo mischiato all'argilla di impasto, come nel caso dei materiali naturali, brucia durante la cottura dell'argilla generando la microporizzazione.
2. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	12x25x24 cm	38x25x19 cm
Percentuale di foratura	45%	65%
Peso	8 kg	21.5 kg
Conducibilità termica	0,157 W/mK	0,374 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm ²	Portante 146,53 kg/cm ²

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
38	800	0,637	10	48,5	50
35	800	0,6-0,7	10	48	50
30	800-700	0,7-0,8	10	46	50
25	700-600	1	10	45	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	1300 KWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Alta

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

- **Art. 112 - Blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato**

1. Si adopereranno blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato che sono costituiti da un impasto di calce, sabbia ad alto tenore di silice, cemento ed acqua, lievitati in autoclave mediante l'aggiunta di polvere di alluminio. Il processo di produzione prevede la macinazione a umido della sabbia e l'omogeneizzazione con la calce e il cemento cui

viene aggiunto da ultimo un limitato quantitativo di polvere di alluminio puro che in ambiente a temperatura controllata (20 °C) provoca la lievitazione naturale dell'impasto, con conseguente produzione di gas idrogeno che conferisce al materiale la tipica struttura porosa. Il ciclo in autoclave dà inoltre garanzia di eliminazione di eventuali impurità di natura biologica legata alla presenza dell'acqua.

2. La muratura realizzata con tale tecnologia è caratterizzata da una buona resistenza termica e da una elevata permeabilità al passaggio del vapore acqueo; due fattori di estrema importanza per la regolazione microclimatica e per il contenimento della proliferazione di inquinamento di natura biologica.

Il ricorso per la posa in opera a uno speciale collante a base cementizia non comporta fattori di emissione una volta che la parete sia stata ultimata. Anche in caso di incendio la natura del materiale in sé non dà luogo a esalazioni potenzialmente pericolose, ma è in grado, se mai, di esercitare un effetto barriera nei confronti della propagazione dell'incendio.

3. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	--	--
Percentuale di foratura	--	--
Peso	--	--
Conducibilità termica	0,11 W/mK	0.12 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm2	

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica (Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
30	450	0,33	3	46	< 30
25	450	0,43	3	44	< 30
20	450	0,52	3	41	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	2700 KWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Bassa

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

- **Art. 113 - Blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa**

1. Il calcestruzzo è un materiale composito ottenuto impastando i leganti idraulici con sabbia, inerti grossi (ghiaie e pietrischi) e acqua. Nel caso del calcestruzzo alleggerito l'inerte è costituito per la maggior parte da argilla espansa i cui granuli sono ottenuti mediante cottura a circa 1200 °C, in forno rotante, di granulidi argilladicaava. La forma e la disposizione delle camere d'aria sono studiate per conferire alla muratura ottimi valori di isolamento termico, acustico, elevata inerzia termica, salubrità ambientale e buone caratteristiche meccaniche.

Le sostanze organiche presenti nell'argilla, essendo volatili, prima di essere completamente eliminate dall'alta temperatura di cottura, creano una pressione interna che induce i granuli a dilatarsi. Il legante più utilizzato è il cemento di tipo Portland, ottenuto per cottura a 1450 °C circa di una miscela di polvere di calcare e di argilla, ai quali viene aggiunta talvolta una percentuale minore di altre sostanze minerali (bauxite e pirite) per correggere la

composizione delle due materie prime principali. L'acqua e il cemento costituiscono la parte attiva che, indurendo, collega fra loro in un blocco monolitico gli inerti.

Talvolta per modificare alcune proprietà degli impasti vengono aggiunte piccole dosi di additivi, che agiscono su determinate caratteristiche del calcestruzzo.

2. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	25x25x20 cm	30x25x20 cm
Percentuale di foratura	25%	30%
Peso	11 kg	30 kg
Conducibilità termica	0,5 W/mK	2,21 W/mK
Resistenza a compressione	Tamponamento < 45 kg/cm ²	Portante 130 kg/cm ²

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica(Kg/mc)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza alla diffusione del vapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
30	800-1000	0,4-0,6	8	50	40
25	800-1000	0,6	8	50	35
20	800-1000	0,7	8	50	35
16	1000-1750	0,85-2	8	50	< 30

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	2700 kWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Bassa

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

- Art. 114 - Blocchi cassero in legno mineralizzato

1. Il legno viene macinato, poi mineralizzato con l'aiuto del cemento portland; l'impasto così ottenuto, tramite una blocchiera viene trasformato in blocchi solidi. In questo modo la struttura porosa, che è molto importante per la traspirazione della muratura, non viene distrutta. I blocchi a cassero saranno posati a secco, eliminando in questo modo i diversi inconvenienti causati dall'utilizzo della malta, successivamente riempiti in calcestruzzo, garantendo in questo modo un'ottima struttura portante.

Una doppia maschiatura sia in senso verticale che orizzontale, impedirà al momento del getto qualsiasi movimento dei blocchi, eliminando nello stesso tempo i ponti termici delle giunture.

2. Per la produzione dei blocchi si utilizzano esclusivamente legni di recupero (vecchi pallets e bancali), cemento Portland puro al 99%, ed inoltre i prodotti difettosi e gli scarti di fresatura degli stessi, vengono macinati e reinserti nel processo produttivo, quindi non rimane assolutamente alcun rifiuto. Per l'armatura verticale ed orizzontale inserita all'interno della parete (indispensabile per avere una struttura antisismica), si può utilizzare dell'acciaio austenitico.

3. Le prestazioni sono sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Prestazioni generali dei blocchi		
Descrizione	Valore minimo	Valore massimo
Formati s/l/h	--	--
Peso	6 kg	15 kg
Conducibilità termica	0,15 W/mK	0,23 W/mK
Resistenza a compressione	Portante 50kg/cm ²	

Altre prestazioni per spessori di muratura					
Spessore Muratura (cm)	Massa Volumica(Kg/m ³)	Trasmittanza con 1,5 cm. intonaco est. e int. (W/mqK)	Resistenza all'adiffusione delvapore (adim.)	Isolamento acustico a 500 Hz. (dB)	Resistenza caratteristica muratura (Kg/cmq)
30	700-1000	0,47	12	53	50
25	700-1000	0,46	12	51	50

Prestazioni generali della muratura	
Energia incorporata	2700 kWh/mc
Resistenza al fuoco	REI 180
Assemblabilità	Normale
Riciclabilità	Bassa

Informazioni aggiuntive della muratura	
Classe di reazione al fuoco	0 Non combustibile
Sviluppo fumi in caso di incendio	Non emette fumi opachi e gas tossici
Tossicità	Non contiene sostanze tossiche

Art. 115 - Adesivi

1. Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.
2. Per gli elementi incollati in stabilimento, gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella norma UNI EN 301, tramite idonee prove comparative.
3. Per i giunti realizzati in cantiere, in attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301) devono essere sottoposti a prove in conformità a idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.
4. Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:
 - UNI EN 301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;
 - UNI EN 302 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova.
 Esempi di adesivi idonei sono forniti nella tabella che segue, nella quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione, ad alto rischio e a basso rischio.

Categoria d'esposizione	Condizioni di esposizione tipiche	Esempi di adesivi
Ad alto rischio	Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato)	RF1, PF2, PF/RF3
	Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C (per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati)	-
	Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria	-
	Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo	-
A basso rischio	Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati	RF, PF
	Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo	PF/RF3

	Edifici riscaldati e aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C (per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese e altri edifici)	MF/UF4, UF5
1RF: resorcinolo-formaldeide. 2PF: fenolo-formaldeide. 3PF/RF: fenolo/resorcinolo-formaldeide.		
4MF/UF: melamina/urea-formaldeide. 5 UF: urea-formaldeide e uf modificato.		

- **Art. 116 - Calcestruzzi**

1. Nel presente articolo si fa riferimento alle caratteristiche dei componenti del calcestruzzo e ai controlli da effettuare.
2. Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2 ovvero a uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n.595.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeonotificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o a eventuali altre specifiche azioni aggressive.

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termometriche.

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

3. Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:
 - UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Parte 1. Determinazione delle resistenze meccaniche; UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Parte 2. Analisi chimica dei cementi;
 - UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Parte 3. Determinazione del tempo di presa e della stabilità; UNI CEN/TR 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Parte 4. Determinazione quantitativa dei costituenti;
 - UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Parte 5. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici; UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Parte 6. Determinazione della finezza;
 - UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Parte 7. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento; UNI EN 196-8 - Metodi di prova dei cementi. Parte 8. Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;
 - UNI EN 196-9 - Metodi di prova dei cementi. Parte 9. Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;
 - UNI EN 196-10 - Metodi di prova dei cementi. Parte 10. Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;
 - UNI EN 197-1 - Cemento. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
 - UNI EN 197-2 - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;
 - UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;
 - UNI EN 413-1 - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specificazioni e criteri di conformità; UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova;
 - UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.
4. Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti riportati nella seguente tabella, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55 Stessa classe del cls di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2 al fine di individuare i requisiti chimico- fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella precedente tabella.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato di seguito.

Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto del cls	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	strutturale	2+

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, devono essere finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella seguente tabella, insieme ai relativi metodi di prova.

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	UNI EN 1097-2

5. Ferme restando le considerazioni del comma 3, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra dataglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di

- sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.
- La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.
- Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito a esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.
- Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.
6. Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, può fare riferimento anche alle seguenti norme:
- UNI 8520-1 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Designazione e criteri di conformità;
 - UNI 8520-2 - Aggregati per calcestruzzo. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Requisiti;
 - UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
 - UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
 - UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
 - UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
 - UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo;
 - UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica; UNI EN 13139 - Aggregati per malta.
7. Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli di cui al comma 3, potrà fare riferimento anche alle seguenti norme:
- UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;
 - UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;
 - UNI 11013 - Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.
8. È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.
9. Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450. Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%. Le norme di riferimento sono:
- UNI EN 450-1 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità; UNI EN 450-2 - Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;
 - UNI EN 451-1 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;
 - UNI EN 451-2 - Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.
10. La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂, con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco. La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silicafume.

Le norme di riferimento sono:

UNI EN 13263-1 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità; UNI EN 13263-2 - Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.

11. L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dell'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

12. Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del

D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

13. Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del

D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

14. Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

15. Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

16. Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN 12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI EN 480-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

UNI EN 480-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

UNI EN 480-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

UNI EN 480-8 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

UNI EN 480-10 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

UNI EN 480-11 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

UNI EN 480-12 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

UNI EN 480-13 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

UNI EN 480-14 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica a potenziale statico;

UNI EN 934-1 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
 UNI EN 934-3 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
 UNI EN 934-4 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
 UNI EN 934-5 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
 UNI EN 934-6 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

17. Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14/01/2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

Le norme di riferimento sono:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo; UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica. UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo; UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

18. Per quanto riguarda gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni, l'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

19. Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a facciavista.

20. L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO4 minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

21. Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma UNI EN 206-1 e nella norma UNI 11104.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate nella seguente tabella.

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella seguente tabella, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

22. Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- a. valutazione preliminare della resistenza, con la quale si determina, prima della costruzione dell'opera, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- b. controllo di produzione, effettuato durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- c. controllo di accettazione, eseguito dalla Direzione dei Lavori durante l'esecuzione delle opere, con prelievi effettuati contestualmente al getto dei relativi elementistrutturali;
- d. prove complementari, ove necessario, a completamento dei controlli di accettazione.

23. Per quanto concerne la valutazione preliminare di cui alla lettera a) del comma 21, l'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito d'aterzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

24. Relativamente al controllo di cui alla lettera c) del comma 21, il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella seguente, come stabilito nel D.M. 14/01/2008:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
R1 \geq Rck - 3,5	
Rm \geq Rck + 3,5 (N° prelievi 3)	Rm \geq Rck + 1,4 s (N° prelievi \geq 15)
Ove: Rm = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R1 = minore valore di resistenza dei prelievi(N/mm ²); s = scarto quadraticomedio.	

Il controllo di Tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,15 occorrono controlli molto accurati, integrati con prove complementari.

25. Le prove complementari di cui alla lettera d) del comma 21 si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al Direttore dei Lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

26. Le modalità di prelievo e i procedimenti per le successive prove devono rispettare le norme vigenti.

- **Art. 117 - Malte per intonaci**

1. Gli intonaci possono essere costituiti da diverse tipologie di malta.

2. La malta di calce idrata per intonaco è composta da calce idrata, sabbia, acqua, che devono possedere le seguenti proprietà:

- calce idrata secondo i requisiti espressi dalle norme di accettazione dei leganti idraulici e delle calci;
- sabbia: granulometria 100% passante cumulativo allo staccio 0,5, esente da sostanze organiche o argillose;
- acqua priva di impurità nocive.

La composizione indicativa è 1 parte di calce idrata e 6 parti di sabbia.

3. La malta di calce bastarda per intonaco è composta da cemento, calce idraulica, sabbia, acqua, che devono possedere le seguenti proprietà:

- cemento e calce secondo i requisiti espressi nelle norme di accettazione;
- sabbia: granulometria 100% passante cumulativo allo staccio 0,5, esente da sostanze organiche e argillose.
- acqua priva di impurità nocive.

La composizione indicativa è: calce in pasta mc. 0,35; cemento tipo 325 q. 1 per q. 0,90 di sabbia vagliata e lavata.

4. La malta di gesso per intonaco è composta da gesso per intonaco (scagliola) e acqua. La proporzione orientativa è una parte di acqua e una parte di gesso.

5. La malta cementizia per intonaci si ottiene impastando agglomerato cementizio a lenta presa e sabbia nelle seguenti proporzioni:

- agglomerato cementizio a lenta presa 6,00q;
- sabbia 1,00mc.

- **Art. 118 - Pluviali collettori e grondaie**

1. Per la realizzazione delle diverse parti funzionali della rete di scarico delle acque pluviali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
 - a. in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
 - b. gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
 - c. i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate.
2. Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne, devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo. Le norme di riferimento sono:
 - a. canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato:
UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove;
 - b. canali di gronda e pluviali di lamiera metallica:
UNI EN 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti;
 - c. supporti per canali di gronda:
UNI EN 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.

- **Art. 119 - Acciaio per cemento armato**

1. Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono per tutti gli acciai tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):
 - in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
 - nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
 - di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione. A tale riguardo vengono fornite le seguenti definizioni:
 - lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
 - forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
 - lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
2. Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:
 - all'azienda produttrice;
 - allo stabilimento;
 - al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli. Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di omissione. Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima

dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Secondo le UNI EN 10080 i paesi di origine sono individuati dal numero di nervature trasversali normali comprese tra l'inizio della marcatura e la nervatura speciale successiva, che è pari a 4 per l'Italia.

Su un lato della barra/rotolo, inoltre, vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento. Sull'altro lato, invece, ci sono i simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.

3. Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

4. I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

5. Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

6. Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

7. Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre e rotoli, reti, lamiera e profilati, profilati a cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

8. Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

9. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da 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;
- dall'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. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

10. Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono due: B450C e B450A.

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_y \text{ nom}$: 450N/mm²;
- $f_t \text{ nom}$: 540N/mm².

Esso deve inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	REQUISITI
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_y \text{ nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_t \text{ nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $< 1,35$
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) _k	$\geq 7,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
F < 12 mm	4 F
12 ≤ F ≤ 16 mm	5 F
per 16 < F ≤ 25 mm	8 F
per 25 < F ≤ 40 mm	10 F

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	REQUISITI
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_y \text{ nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_t \text{ nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_y \text{ nom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento (Agt) _k	$\geq 2,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
Per F ≤ 10 mm	4 F

11. L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove normotecniche):

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f(0,2)$. La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di Agt , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione Fm , bisogna considerare che:

- se Agt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se Agt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la seguente formula:

$Agt = Ag + Rm/2000$ Dove:

Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm ; Rm è la resistenza a trazione (N/mm²).

La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza $r2$ di almeno 50 mm o $2d$ (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza $r1$ fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due). La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

12. L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove normetecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro F compreso tra 6 e 40 mm; per gli acciai B450A, invece, il diametro deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $F \leq 16$ mm per B450C e fino a $F \leq 10$ mm per B450A.

13. Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce ad ognuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicazioni delle Nuove norme tecniche.

14. Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro F che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq F \leq 16 \text{ mm}$. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro F che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} \leq F \leq 10 \text{ mm}$. Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: $F_{\text{min}} / F_{\text{Max}} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

15. Relativamente alla saldabilità, l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella seguente tabella, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

16. La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le seguenti tolleranze:

Diametro nominale	$5 \leq F \leq 8$	$8 < F \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4,5$

17. Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

18. Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

19. Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il $\pm 2\%$, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

20. I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicciolettrosaldatai.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

21. I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura o comunque ogni 90t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, 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 alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare a esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

22. I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, 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 valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella seguente tabella:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1, 25+0,02)] N/mm ²
Agt minimo	$\geq 6.0\%$	per acciai B450C
Agt minimo	$\geq 2.0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,11 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente.

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

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

23. Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

- **Art. 120 - Casseforme**

1. Le casseforme in legno possono essere realizzate con tavole o pannelli.
Le tavole dovranno essere di spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarature. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.
I pannelli, invece, dovranno essere di spessore non inferiore a 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.
Per quanto concerne lo stoccaggio sia delle tavole che dei pannelli, il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza del terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname dovrà avvenire subito dopo il disarmo e comunque prima dell'accatastamento o del successivo reimpiego.
2. Le casseforme di plastica, adoperate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere utilizzate per getti all'aperto. Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.
3. Le casseforme in calcestruzzo saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm² (300 Kg/cm²), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile.
La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratorii esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo.
Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.
4. Nel casseri realizzati con metalli leggeri si dovranno impiegare leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla formazione di coppie galvaniche derivanti da contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.
Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piano o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:
 - lamiera levigata, 2;
 - lamiera sabbiata, 10;
 - lamiera grezza di laminazione, oltre 10.Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificatamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.); i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

- **Art. 121 - Acciaio per strutture metalliche**

1. Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è

possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n.246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997. Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_y e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = ReH$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto. Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria. Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO377.

2. Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293. Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.
3. Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche. La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1. Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la norma UNI EN ISO 14555. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessanorma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2 per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011-3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

4. I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:
 - gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale(vite);
 - dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata dellavite;
 - rondella (o rosetta) del tipo elastico origido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure deicontrodadi.

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nella seguente tabella:

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere associati come segue:

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)

Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32±40
-----------	---

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale.

5. Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.
6. Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
 - allungamento percentuale a rottura ≥ 12 ;
 - rapporto $f_t / f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:
 $C \leq 0,18\%$, $Mn \leq 0,9\%$, $S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,05\%$.

7. Per l'impiego di acciai inossidabili, nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = ReH$ e $f_t = Rm$ riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche. In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

8. In zona sismica, l'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
 - la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
 - i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.
9. Per quanto concerne i controlli negli stabilimenti di produzione, sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione. Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1. Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento. Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

10. Ai fini della qualificazione nello stabilimento di produzione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il produttore deve predisporre un'adeguata documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE.

La predetta documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque ≥ 2000 t oppure a un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati. La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

11. Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo. Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi. Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce. Per quanto concerne f_y e f_t , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Normetecniche. I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi. È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali datianomali. I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri. La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.
12. Negli stabilimenti di produzione è prevista una verifica periodica di qualità. Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente. Inoltre, il laboratorio incaricato deve effettuare le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto. Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche. Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove. Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente. Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all' 8%. Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%. Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.
13. Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti accurati in laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi. Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.
14. Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiera in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiera grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento anche alle norme UNI EN 10149 (parti 1, 2 e 3). Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto della lamiera grecata. La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma UNI EN 1994-

1. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste dalle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni sia quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopracitata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

15. Le Nuove norme tecniche definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni. I centri di prelaborazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

16. I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina. Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuvoageometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- 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;
- 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. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

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

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del

§ 11.8. delle Nuove norme tecniche, ove applicabili.

17. I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

18. I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni vavevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature

indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

19. Le norme di riferimento sono:

a. esecuzione

UNI ENV 1090-1 - Esecuzione di strutture di acciaio e alluminio. Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;

UNI ENV 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio e alluminio. Requisiti tecnici per strutture in acciaio;

UNI EN ISO 377 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.

b. elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;

UNI EN 20898-7 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;

UNI EN ISO 4016 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

c. profilati cavi

UNI EN 10210-1 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10210-2 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali;

UNI EN 10219-1 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10219-2 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

d. prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

UNI EN 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

UNI EN 10025-6 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

CAPO 16 OPERE DI RESTAURO

- **Art. 122 - Prodotti per le opere di pulitura, consolidamento, restauro ed impermeabilizzazione**

Prodotti per la pulitura dei materiali porosi Generalità

La pulitura delle superfici esterne di un edificio è un'operazione complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per identificare la natura del supporto e dell'agente patogeno, per determinare il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriata di intervento (raccomandazioni NORMAL). Sarà quindi vietato all'Appaltatore utilizzare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica

indicazione. In ogni caso ogni intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi all'aspetto estetico e cromatico post intervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro pellicola naturale (pelle) che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli prodotti andranno utilizzati puntualmente, mai generalizzandone l'applicazione, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via a quelle più forti ed aggressive.

Pulitura con acqua nebulizzata

L'utilizzo di acqua per la pulitura dei materiali porosi richiederà la massima attenzione in primo luogo nei confronti dei materiali stessi che non devono risultare eccessivamente assorbenti. L'acqua dovrà essere pura, scevra da sostanze inquinanti e sali, deionizzata e/o distillata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 °C ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per la adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

Pulitura chimica

A causa della pericolosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai prodotti per la pulitura chimica, si dovrà operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti, in regime di massima sicurezza per l'operatore. Dovrà essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sulle zone dove altri tipi di pulitura meno aggressiva non sono state in grado di eliminare l'agente patogeno. Si dovranno utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo quali la metil o carbosilmetilcellulosa, argille, amido, magnesia che verranno opportunamente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L. Ad ogni intervento di tipo chimico dovrà seguire abbondante risciacquo con acqua deionizzata per eliminarne il più possibile le tracce. Impacchi basici potranno essere utilizzati per asportare croste dure contenenti materiali poco solubili. Formulati Per croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) si potrà utilizzare un preparato così formulato: - 50-100 g di EDTA (sale bisodico); - 30 g di bicarbonato di sodio; - 50 g di carbosilmetilcellulosa; - 1000 g di acqua. AB 57; formulato messo a punto dall'ICR, preferibilmente con un PH intorno a 7,5 (sarà comunque sufficiente che il pH non superi il valore 8 per evitare fenomeni di corrosione dei calcari e la eventuale formazione di sotto prodotti dannosi). Il bicarbonato sviluppa anidride carbonica favorendo così il distacco delle croste nere, mentre l'EDTA complessa il calcio del gesso presente nella crosta, portando in soluzione questo minerale e sostituendolo con solfato sodico, molto più solubile. La seguente ricetta va usata con molta attenzione, solo esclusivamente in caso di effettivo bisogno, in quanto è in grado di generare sali solubili sempre dannosi per i materiali solubili: - 1000 cc di acqua; - 30 g di bicarbonato d'ammonio; - 50 g di bicarbonato di sodio; - 25 g di EDTA (sale bisodico); - 10 cc di desogen (sale d'ammonio quaternario, tensioattivo, fungicida); - 60 g di carbosilmetilcellulosa. E' comunque opportuno che l'uso del bicarbonato di sodio venga limitato al massimo o addirittura evitato, in quanto comporta il formarsi di sali estremamente dannosi per il materiale oggetto d'intervento. La quantità di EDTA potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a g 100-125. Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniacale (NH₄OH) o trietanolamina (C₃H₄OH₃)N allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Ad operazione avvenuta si rende indispensabile un lavaggio ripetuto con acqua deionizzata.

Argille assorbenti

Potranno essere utilizzate due tipi di argilla: la sepiolite e l'attapulgit. Sono fillosilicati idrati di magnesio appartenenti al gruppo strutturale della palyorskite, in grado, di impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento. L'operazione di pulitura con argille dovrà essere preceduta da uno

sgrassamento e dalla rimozione di eventuali incerature con solventi opportuni (acetone, cloruro di metilene). La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh. Dovranno essere preparati diluendo esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di cm 2-3. Pagina 28 Impacchi biologici - Sono impasti argillosi a base di sepiolite o attapulgite, contenenti prodotti a base ureica ed avranno la seguente composizione: - 1000 cc di acqua; - 50 g di urea (NH₂)₂CO; - 20 cc di glicerina (CH₂OH)₂CHOH. Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno cm 2 da coprire con fogli di politene. I tempi di applicazione si stabiliranno in base a precedenti prove e campionature.

Biocidi

Prodotti da utilizzarsi per la eliminazione di muschi e licheni. La loro applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale utilizzando spatole, pennelli a setole rigide, bisturi, ecc. attrezzi comunque da utilizzarsi con estrema cautela in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto. I biocidi da impiegarsi potranno essere specifici su alcune specie, oppure a vasto raggio di azione. Contro alghe e licheni si potranno utilizzare composti organometallici dello stagno, eventualmente anche miscelati o combinati in alternanza con sali di ammonio quaternario. I composti dell'ammonio quaternario (privilegiando il cloruro di benzalconio) potranno essere utilizzati come battericidi, algicidi, fungicidi ed eventualmente come antilicheni. Contro alghe, licheni e muschi, nonché come fungicida, potrà essere utilizzato ossido di tributilstagno, anche miscelato con un sale di ammonio quaternario. Nel campo dei composti fenolici e derivati saranno ammessi solo gli ortofenilfenoli ed i loro sali di sodio, preferibilmente contro funghi e batteri. L'utilizzo di composti inorganici (acqua ossigenata, ammoniacca, ipoclorito di sodio, ecc.) sarà ammessa solo ed esclusivamente su indicazione ed autorizzazione della D.L. Le modalità di applicazione potranno essere ad aspersione, spennellatura, impacco a seconda delle necessità, per un numero di cicli di applicazione definiti anche da specifiche schede tecniche da fornirsi obbligatoriamente alla D.L. Molti di questi prodotti non esplicano un persistente controllo algale, sarà pertanto utile applicare sulle superfici interessate prodotti algicidi in solvente, in grado di esplicare un'azione preventiva e di controllo della microflora (alghe, licheni, muffe, microfunghi, ecc.) Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.45.11.

Prodotti impregnanti Generalità

L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali preconsolidanti, consolidanti e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato. Degrado essenzialmente dovuto: - ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana (dilavamento, crioclastismo), azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale: l'impregnante dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali; - ad un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere, ecc.): in questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica. La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi: - prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace; - prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa; - prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti; - prive di rivestimento in cotti a vista albas e porosi; - prive di rivestimento in cls; - rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori; - rivestite con intonaco e coloriture preesistenti. In presenza di una complessità materico-patologica così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado. Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni: - svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto; svolgere un'azione protettiva, mediante l'idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adescamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e microflora. In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo

quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare. In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti: - atossicità; - elevata capacità di penetrazione; - resistenza ai raggi UV; - buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti; - assenza di sottoprodotti di reazione dannosi; - comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);

- traspirabilità al vapore d'acqua; - assenza di impatto ambientale; - sicurezza ecologica; - soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare; - totale reversibilità della reazione di indurimento;

- facilità di applicazione; - solubilizzazione dei leganti. Impregnanti per il consolidamento

I prodotti da utilizzarsi per il consolidamento dei manufatti oggetto di intervento fatte salve le prescrizioni relative al loro utilizzo specificate nelle generalità ed alla campagna diagnostica da effettuarsi preventivamente, dovranno possedere le seguenti caratteristiche: - elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante; - resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali; - spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza la formazione di sottoprodotti di reazione pericolosi (sali); - capacità di fare traspirare il materiale; - penetrazione in profondità in modo da evitare la formazione di pellicole in superficie; - "pot-life" sufficientemente lungo in modo da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata; - perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi; - spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto. Composti organici Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento. Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti; se termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità; i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti. Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali. Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine epossidiche - Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature. Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto scrupoloso controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione. Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della D.L. Resine poliuretatiche - Prodotti termoplastici o termoindurenti, a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità. Mescolati con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici. Sono spesso usati come alternativa alle resine epossidiche rispetto alle quali presentano una maggiore flessibilità ed una capacità di indurimento anche a 0 °C. Applicati per iniezione una volta polimerizzati si trasformano in schiume rigide, utili alla stabilizzazione di terreni o all'isolamento delle strutture dai terreni. Oltre che come consolidanti possono essere impiegati come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti, utilizzando l'acqua come reagente, risultano particolarmente adatti per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a gel di resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide.

Resine acriliche - Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Le caratteristiche dei singoli prodotti variano entro limiti piuttosto ampi in funzione dei tipi di monomero e del peso molecolare del polimero. Per la maggior parte le resine acriliche sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici.

Hanno scarsa capacità di penetrazione e non possono essere impiegate come adesivi strutturali. Possiedono in genere buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua tendono a dilatarsi. Il prodotto si applica a spruzzo, a pennello o per impregnazione.

Metacrilati da iniezione - Le resine acriliche oltre che come consolidanti si possono impiegare come protettivi e impermeabilizzanti. I metacrilati da iniezione sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che, opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrate o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua, garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 mPas, essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7, onde evitare l'innesco di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti. A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquareattivi. Perfluoropolietere ed elastomeri fluororati - Collocazione fortemente anomala rispetto ai prodotti precedentemente illustrati. Sono in genere adatti al consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, posseggono buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico),

posseggono scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità. Resine acril-siliconiche - Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche. Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici. Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria. Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 mPas, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione. Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina. Polietilenglicoli o poliessietilene - Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso. Composti a base di silicio Estere etilico dell'acido silicico (silicati di etile) - Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. È una sostanza bassomolecolare a base inorganica in solvente organico. Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silicatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci. Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane. Il supporto dovrà essere perfettamente asciutto, pulito e con una temperatura tra i 15 e i 20 °C. Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20 °C e UR del 40-50%. In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine). Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita. Pagina 31 È molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti. Dovrà possedere i seguenti requisiti: - prodotto monocomponente non tossico; - penetrazione ottimale; - essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose; - formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato; - formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi; - impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilità al vapor d'acqua; - assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato. Composti inorganici Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente. Calce - Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume. Non ha però le proprietà cementanti del CaCO_3 che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse. Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione. Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature). Idrossido di bario, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ - Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al CaCO_3 , essendo, in partenza, carbonato di bario BaCO_3 ; reagisce con il gesso per dare BaSO_4 (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale. Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno. Come nel caso del trattamento a base di calce la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario, BaCO_3) ha un coefficiente di dilatazione tecnica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario (BaSO_4), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni. Alluminato di potassio, KAlO_2 - Può dare sottoprodotti dannosi. Fra questi si può infatti ottenere idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi. 45.11.2. Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione I prodotti da usare per l'impermeabilizzazione corticale e la protezione dei materiali dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere. Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su

murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione. I prodotti da utilizzarsi dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; atossicità. Sarà sempre opportuno ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia. Composti organici Polimeri acrilici - Sono prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. Il monomero liquido può essere applicato ad una superficie per creare (a polimerizzazione completata) un film solido più o meno impermeabile ed aderente al supporto. I polimeri con scarso grado di polimerizzazione dispersi in acqua o in solventi organici danno luogo a lattici o emulsioni. Polimeri con basso peso molecolare sempre disciolti in acqua o in solvente organico formano soluzioni trasparenti. Entrambi questi prodotti se applicati come rivestimento in strato sottile permangono come film superficiali dopo l'evaporazione del solvente dall'attecchimento della soluzione.

Lattici e soluzioni polimeriche sono spesso combinati con altri componenti quali cariche, pigmenti, opacizzanti, addensanti, plastificanti. I principali polimeri impiegati per questo tipo di applicazione sono i poliaccrilati. I poliaccrilati possono essere utilizzati come impregnanti di materiali porosi riducendone consistentemente la permeabilità; sono pertanto impiegabili per situazioni limite quando si richiede l'impermeabilizzazione del materiale da forti infiltrazioni. Sotto forma di lattici vengono utilizzati per creare barriere protettive contro l'umidità oppure applicati come mani di fondo (primer) per migliorare l'adesione di pitture e intonaci. In ogni caso, avendo caratteristiche particolari ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione, all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta, effetto traslucido), l'utilizzo dei polimeri organici sarà da limitarsi a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della D.L. e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Resine poliuretiche - Prodotti termoplastici o termoindurenti a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche, buona adesività, ma bassa penetrabilità. Mescolate con isocianati alifatici hanno migliore capacità di penetrazione nei materiali porosi (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Oltre che come consolidanti possono essere impiegate come protettivi e impermeabilizzanti. Infatti utilizzando l'acqua come reagente risultano particolarmente adatte per sbarramenti verticali extramurari contro infiltrazioni dando luogo alla formazione di schiume rigide. Si possono impiegare unitamente a resine acriliche per il completamento della tenuta contro infiltrazioni d'acqua. Il prodotto dovrà possedere accentuata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide. Metacrilati da iniezione - Sono monomeri liquidi a base di esteri metacrilici che opportunamente catalizzati ed iniettati con pompe per iniezione di bicomponenti si trasformano in gel polimerici elastici in grado di bloccare venute d'acqua dolce o salmastra. Sono infatti in grado di conferire la tenuta all'acqua di murature interrate o a contatto con terreni di varia natura. Si presentano come soluzioni acquose di monomeri la cui gelificazione viene ottenuta con l'aggiunta di un sistema catalitico in grado di modulare il tempo di polimerizzazione. I gel che si formano a processo avvenuto rigonfiano a contatto con l'acqua garantendo tenuta permanente. Il prodotto impiegato deve possedere bassissima viscosità (simile a quella dell'acqua) non superiore a 10 ma., essere assolutamente atossico, traspirante al vapore acqueo, non biodegradabile. Il pH della soluzione da iniettare e del polimero finale ottenuto deve essere maggiore o uguale a 7 onde evitare l'insorgere di corrosione alle armature metalliche eventualmente presenti. A complemento dell'operazione impermeabilizzante possono essere utilizzati poliuretani acquoreattivi. Perfluoropolietere ed elastomeri fluororati - Anch'essi prodotti a doppia funzionalità, adatti per la protezione i primi, per il consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi i secondi. Sono prodotti che non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolimerizzati, non subiscono alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non variano le loro proprietà. Non contengono catalizzatori o stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, hanno buone doti aggreganti, ma anche protettive, risultano permeabili al vapore d'acqua, sono completamente reversibili (anche quelli dotati di gruppi funzionali deboli di tipo ammidico), possiedono però scarsa penetrazione all'interno della struttura porosa, se non opportunamente funzionalizzati con gruppi polari (ammidi ed esteri) risultano eccessivamente mobili all'interno del manufatto. Vengono normalmente disciolti in solventi organici (acetone) al 2-3% in peso ed applicati a pennello o a spray in quantità variabili a seconda del tipo di materiale da trattare e della sua porosità. Oli e cere naturali e sintetiche - Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite perché di una scarsa resistenza all'invecchiamento. Inoltre l'iniziale idrorepellenza acquisita dall'oggetto trattato, sparisce col tempo. L'olio di lino è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli oli essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300 °C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno. Le cere naturali, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene). Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto

preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate. Le cere sintetiche, costituite da idrocarburi polimerizzati ed esteri idrocarburi ossidati, hanno composizione chimica, apparenza e caratteristiche fisiche ben diverse da quelle delle cere naturali.

Le cere polietilene, polietilenglicoliche, solubili in acqua e solventi organici, ma non si mischiano bene alle cere naturali ed alla paraffina. Sono comunque più stabili al calore, hanno maggior resistenza all'idrolisi ed alle reazioni chimiche. Le cere possono essere usate in forma di soluzione o dispersione, ad esempio in trementina, toluolo, cicloesano o etere idrocarburo, oppure sotto forma di miscele a base di cera d'api, paraffina colofonia. Tutte le cere trovano comunque impiego ristretto nel trattamento dei materiali lapidei e porosi in generale a causa dell'ingiallimento e dell'opacizzazione delle superfici trattate, danno inoltre luogo alla formazione di saponi che scoloriscono l'oggetto trattato se in presenza di umidità e carbonato di calcio, hanno scarsa capacità di penetrazione. Ancora, non vanno usate su manufatti in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti. Pagina 33 Oli e cere vengono normalmente applicati a pennello.

Composti a base di silicio "Idrorepellenti protettivi siliconici" Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi. I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate dal gruppo siliconico presente. I composti organici del silicio (impropriamente chiamati siliconi) agiscono annullando le polarità latenti sulle superfici macrocristalline dei pori senza occluderli, permettendo quindi il passaggio dei vapori, ma evitando migrazioni idriche; la loro azione consiste quindi nel variare la disponibilità delle superfici minerali ad attrarre l'acqua in un comportamento spiccatamente idrorepellente; ciò avviene depositando sulle pareti dei pori composti organici non polari. Idrorepellenti La pluralità del potere idrorepellente è direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipendono quindi dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraversano corpi molto compatti e si depositano in superficie), la velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto); dell'alcalinità del corpo poroso; delle modalità di applicazione. In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi ha causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Essi dovranno comunque sempre garantire elevato potere penetrante, resistenza ai raggi ultravioletti ed infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini, assenza di effetti filmanti che causino una riduzione della permeabilità al vapore d'acqua superiore al 10% determinata secondo norme DIN 52615, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto perlante (fenomeno prettamente superficiale ottenuto velocizzando la polimerizzazione del prodotto, che non rappresenta indizio di qualità e funzionalità dell'impregnazione). Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica autorizzazione della D.L., degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, e comunque ad appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare.

Siliconati alcalini - Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o di sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 20-30% di attivo siliconico. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili. La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formata durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini. I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Resine silconiche - Generalmente vengono utilizzati silossani o polisilossani, resine metil-silconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, ragie minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Si possono impiegare prodotti già parzialmente polimerizzati che subiscono ulteriore polimerizzazione tramite idrolisi una volta penetrati come i metil-etossi-polisilossani. Oppure impiegare sostanze già polimerizzate non più suscettibili di formare ulteriori legami chimici quali i metil-fenil- polisilossani. I polimeri silconici hanno una buona stabilità agli agenti chimici, bassa tensione superficiale (in grado quindi di bagnare la maggior parte delle superfici con le quali vengono a contatto), stabilità alla temperatura e resistenza agli stress termici, buona elasticità ed alta idrorepellenza. Si prestano molto bene per l'impregnazione di manufatti ad alta porosità, mentre si incontrano difficoltà su substrati compatti e poco assorbenti a causa dell'elevato peso molecolare, comunque abbassabile. Inoltre le resine metil-silconiche a causa della bassa resistenza agli alcali sono da consigliarsi su materiali scarsamente alcalini. In altri casi è possibile utilizzare le resine silconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

Silani - Più esattamente alchil-alcossi-silani, pur avendo struttura chimica simile alle resine silconiche differenziano da queste ultime per le ridotte dimensioni delle molecole del monomero (5-10 Å, uguale a quelle dell'acqua), la possibilità di solubilizzazione in solventi polari quali alcoli o acqua (con la possibilità quindi di trattare superfici umide), la capacità di reagire con i gruppi idrossilici presenti nei materiali contenenti silicati (calce) che porta alla formazione di un film ancorato chimicamente al supporto in grado di rendere il materiale altamente idrofobo. Sono pertanto monomeri reattivi polimerizzati in situ ad elevatissima penetrazione (dovuta al basso peso molecolare), capaci quindi di idrofobizzare i capillari più piccoli e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili. Sempre grazie al basso peso molecolare gli alchil-alcossi-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso, in casi particolari si possono utilizzare anche al 10%; ciò permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono comunque essere impiegati su supporti

alcalini e silicei, risultano pertanto adatti per laterizi in cotto, materiali lapidei e in tufo, intonaci con malta bastarda. Da non impiegarsi invece su marmi carbonatici e intonaci di calce. Danno inoltre ottimi risultati: alchil-silani modificati sul travertino Romano e Trachite; alchil-silani idrosolubili nelle barriere chimiche contro la risalita capillare. Non sono mai da impiegarsi su manufatti interessati da pressioni idrostatiche. Oligo silossani - Polimeri reattivi a basso peso molecolare ottenuti dalla parziale condensazione di più molecole di silani. Sono generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, prepolimeri reattivi che reagendo all'interno del materiale con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliconiche. Ne risulta un silano parzialmente condensato, solubile in solventi polari che si differenzia dal silano esclusivamente per le dimensioni Pagina 34 molecolari da 2 a 6 volte superiori. Migliora così il potere di penetrazione rispetto alle resine siliconiche, restando comunque inferiore nei confronti dei silani. I silossani oligomeri pertanto sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliconiche, manifestando più alta penetrazione garantiscono una migliore protezione nel tempo di supporti compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline. Organo siliconi - Gli idrorepellenti organosiliconici appartengono ad una categoria di protettivi idrorepellenti per l'edilizia costituiti da molecole di alchil-silani condensate con gruppi organici idrofili. Questo permette di ottenere sostanze idrorepellenti solubili in acqua, con soluzioni stabili per 3-6 mesi, facilmente applicabili e trasportabili. Vista la completa assenza di solventi organici non comportano alcun rischio tossicologico per gli applicatori e per l'ambiente. Inoltre l'utilizzo di protettivi diluibili in acqua permette di trattare supporti leggermente umidi.

- **Art. 123 - Modi di esecuzione delle lavorazioni**

Pulitura dei materiali Generalità

La pulitura consiste in una serie di operazioni per rimuovere dalla superficie di un materiale le sostanze estranee, patogene generatrici di degrado e si avvale di metodi fisici e/o chimici e/o meccanici da impiegare con gradualità e intensità diversa in rapporto al tipo di sostanza che si intende eliminare. Per questo motivo risulta certamente un'operazione tra le più complesse e delicate all'interno del progetto di conservazione e quindi necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di un'approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per verificare Pagina 36 la natura del supporto e dell'agente patogeno, per determinare il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza, la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriati di intervento (raccomandazioni UNI-NORMAL). All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi all'aspetto estetico e cromatico post intervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro pellicola naturale (pelle) che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli interventi vanno realizzati puntualmente, mai in modo generalizzato, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via via a quelle più forti ed aggressive. In particolare, per i Beni appartenenti all'architettura storica, i materiali a pasta porosa (pietre, marmi, cotti) sono quelli che risentono maggiormente dell'interazione con gli agenti endogeni ed esogeni. La loro superficie, già profondamente caratterizzata e segnata superficialmente dalla eventuale lavorazione, diviene, una volta in opera, terreno di una serie delicatissima di modificazioni, legate alle condizioni al contorno e determinate dall'esposizione agli agenti atmosferici. In primo luogo a contatto con l'aria si ha una variazione delle caratteristiche chimiche e fisiche della superficie, dove si forma, nell'arco di anni, una patina ossidata più o meno levigata. La patina può esercitare un'azione protettiva sul materiale retrostante, ne determina la facies cromatica e, in definitiva, ne caratterizza l'effetto estetico. La patina naturale è il prodotto di un lento processo di micro variazioni ed è quindi una peculiarità del materiale storico; non solo, ma la sua formazione su manufatti esposti alle attuali atmosfere urbane è totalmente pregiudicata dall'azione delle sostanze inquinanti che provocano un deterioramento degli strati esterni molto più rapido della genesi della patina. Al naturale processo irreversibile di graduale formazione di patine superficiali non deteriorogene si sono sostituiti, negli ultimi decenni, meccanismi di profonda alterazione innescati dalle sostanze acide presenti nell'atmosfera inquinata. Sostanze che hanno una grande affinità con acqua e con la maggioranza dei materiali a pasta porosa. La formazione di croste o la disgregazione superficiale sono i risultati più evidenti di questa interazione. La pulitura dei materiali porosi deve quindi in primo luogo rimuovere dalla loro superficie le sostanze patogene, rispettando la patina naturale, quando esista ancora, ed allontanando i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono proseguire l'azione di deterioramento. Inoltre, dal momento che nella maggior parte dei casi si interviene su materiale già profondamente degradato, il trattamento di pulitura deve essere attentamente calibrato: non deve provocare un ulteriore indebolimento, a livello micro o macroscopico, esercitando un'azione troppo incisiva; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesionati o esfoliati; non deve attivare sostanze che possono risultare dannose; deve arrestarsi, per proseguire con altre tecniche, qualora l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale. Sistemi di pulitura Un primo livello di pulitura tende a rimuovere essenzialmente i depositi incoerenti (generalmente formati da particolato atmosferico, carbonioso o terroso) che si accumulano per gravità o dopo essere state veicolate da acqua atmosferica o di risalita (efflorescenze saline) e che non realizzano alcun tipo di coesione o di reazione con il

materiale sottostante. Questo tipo di deposito possiede una debole potenzialità patogena, che varia moltissimo in rapporto alla composizione delle sostanze e al materiale su cui si sedimentano. Anche i tempi di aggressione possono essere differenti, e dipendono dalla presenza o meno di sostanze attivatrici (per lo più l'acqua, che entra in quasi tutte le reazioni patologiche) o catalizzatrici. Un secondo livello di pulitura prevede la rimozione di depositi composti esclusivamente o prevalentemente da sostanze allo gene che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto con un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare (o intaccando in minima parte) la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipendono dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere ancora particellato atmosferico, penetrato in profondità, magari veicolato da acqua, oppure sali (carbonati) depositati per esempio da acqua di dilavamento, o presenti come macchie. Un terzo livello di pulitura prevede invece la rimozione dello strato superficiale che si forma sul materiale allorché le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale di finitura, mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari, di reazione: è il caso dell'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche, o dei prodotti gessosi, che vengono definiti croste in ragione del loro aspetto, i quali si formano sui materiali lapidei. Perdurando l'apporto delle sostanze patologiche dall'esterno, si ha un progresso continuo dell'attacco in profondità, con distacco e caduta delle parti esterne degradate. Per rimuovere i materiali incoerenti sono sufficienti blandi sistemi meccanici: aspiratori, stracci, scope e spazzole in fibra vegetale - saggina - (meno incisive di quelle in materiale sintetico), aria compressa. Questi metodi possono venire integrati dall'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nailon o metalliche. Per rimuovere i depositi fortemente coesi e solidarizzati i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte, in molti casi (adesione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli. Spray acqua

- A bassa pressione (2-3 atmosfere). Uno dei metodi meno abrasivi; i risultati migliori si ottengono nebulizzando o, meglio, atomizzando l'acqua, utilizzando appositi ugelli, in numero adeguato alla superficie da pulire: le goccioline d'acqua rimuovono i composti solubili e, data la piccola dimensione, raggiungono capillarmente la superficie da trattare. Non si potranno trattare materiali che possono essere danneggiati dall'acqua (molti tipi di rivestimenti, oltre, naturalmente, a legno e metalli) o che sono formati da sostanze solubili o comunque poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (come molte pietre, malte e pitture). Dato che il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni), è opportuno provvedere alla raccolta dell'acqua impiegata in grande quantità, effettuando il trattamento in periodi caldi. È fondamentale impiegare acqua deionizzata, priva di impurità e di sali in soluzione, che si depositerebbero sulla superficie trattata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna almeno 14 gradi centigradi e effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per l'adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L. Argille assorbenti - Se vi sono problemi di esercizio legati all'acqua dispersa, si può applicare sul materiale di superficie un impacco di speciali argille (attapulgit e sepiolite, due silicati idrati di magnesio) imbibite di acqua, dopo aver bagnato anche il materiale con acqua distillata. In un primo momento l'acqua solubilizza i composti gessosi delle croste e gli eventuali sali presenti; l'argilla agisce poi da spugna, cedendo vapore acqueo all'atmosfera e assorbendo acqua dal materiale cui è applicata, con tutte le sostanze in soluzione, che vengono asportate con l'impasto, una volta che si sia essiccato. La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 mesh. Dovranno essere preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di cm 2-3. Per rallentare il processo di evaporazione dell'acqua potranno essere sigillate con fogli di polietilene. Potranno inoltre essere caricate con soluzioni saline specifiche, solventi, e/o additivate con tensioattivi. Apparecchiatura laser - L'apparecchiatura selettiva laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), ad alta precisione, è in grado di rimuovere depositi carboniosi da marmi e da materiale lapideo, oltre che depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terrecotte e intonaci. Sottoposti ad impulsi successivi (spot) di raggio laser, i depositi superficiali li assorbono selettivamente, con una conseguente evaporazione di sostanze con la rottura dei legami chimici e con un effetto fotomeccanico. Inoltre, l'onda d'urto collegata alla rapida espansione dei gas emessi durante la fase appena descritta, provoca un effetto di "spallazione", per il quale le particelle di deposito debolmente aderenti alla superficie vengono rimosse. Lo strato interessato viene colpito dalla radiazione per spessori di qualche micron. Non viene quindi intaccato lo strato sottostante, che normalmente dimostra un coefficiente di assorbimento inferiore (specialmente se di colore chiaro). Il laser permette di rispettare integralmente la patina di materiali sui quali interviene; per contro ha alti costi di esercizio, dovuti alla specificità dell'apparecchiatura e ai tempi di intervento. Il raggio può attualmente essere condotto sulla superficie da pulire utilizzando un braccio snodato meccanico della lunghezza di circa m 2 (all'interno degli snodi sono posizionati degli specchi e il braccio termina con un utensile che l'operatore utilizza manualmente), o un sistema a fibre ottiche che conducono le radiazioni sino ad una pistola che viene utilizzata direttamente dall'operatore (la distanza tra apparecchio e superficie si aggira intorno a m 10-12). L'apparecchio deve possedere buone doti di maneggevolezza, avere la possibilità di regolare

l'emissione di energia per impulso, la modulazione delle frequenze di emissione, la focalizzazione del raggio sulla superficie dell'oggetto da pulire. Andranno attentamente verificati in fase operativa i tempi, la lunghezza d'onda e l'energia di impulso dell'apparecchiatura che verrà utilizzata; risulta pertanto importante effettuare un'appropriata selezione delle condizioni di lavoro anche in riferimento al substrato. Dovranno quindi essere eseguite analisi conoscitive preliminari oltre che del supporto anche del deposito, oltre ad una serie di saggi di pulitura identificando eventuali porzioni pigmentate. Si potrà quindi operare in modi diversi e in maniera selettiva adottando preferenzialmente, comunque nell'ambito del sistema Nd:YAG, la modalità di funzionamento ad impulso intermedio, tra i regimi ad emissione d'impulso corto: Q-Switching atto alla rimozione diretta del deposito; ed un regime ad emissione d'impulso lungo: Free Running con energie incidenti controllate, atte semplicemente a staccare il deposito dal substrato, da rimuovere successivamente con altre tecniche (bisturi). L'apparecchiatura sarà sempre utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio). In questo modo il laser potrà essere "messo a punto" in modo da ottenere risultati specifici (autolimitazione, selettività, discriminazione). Microaeroabrasivo - La microsabbatura di precisione tramite microaeroabrasivo utilizza aria compressa disidratata e ugelli in grado di proiettare inerti di vario tipo sulle superfici da pulire. Si possono utilizzare ugelli di vario diametro (0,4 - 3 mm) da scegliere in rapporto alla pressione d'esercizio (0,5 - 4 atm), alla granulometria dell'inerte, al tipo di supporto da pulire. Gli inerti potranno essere microsfele di vetro o di allumina, corindone bianco, silice micronizzata, del diametro di qualchedecina di micron (coefficiente di durezza della scala mosh = 9; dimensioni sfere 100-150-180-200 mesh), carbonato di calcio o bicarbonato di sodio che hanno durezza di poco superiore alla superficie da pulire (durezza = 3 mosh). Il vantaggio dell'impiego della microsabbatura risiede nella possibilità di esercitare l'azione abrasiva con grande puntualità e con gradualità, anche in zone particolarmente sfavorevoli (sottosquadri, cornici), regolando la pressione di esercizio; per essere impiegata al meglio, e per la delicatezza dell'apparecchiatura, richiede l'intervento di operatori altamente qualificati e l'impiego su superfici poco estese. È particolarmente indicata sui materiali lapidei, in cotto e su intonaci compatti. Vortice d'aria elicoidale

- Il sistema (jos) sfrutta un vortice d'aria elicoidale a bassissima pressione (0,1 - 1,0 bar) ed inerti con granulometria di pochi micron quali il carbonato di calcio, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato (durezza da 1 a 4 mosh, granulometria da 5 a 300 micron). Potrà essere impiegato a secco o a umido con bassi impieghi di quantitativi d'acqua (5 - 60 l/h) a seconda del tipo di ugello e della superficie da ripulire. La proiezione a vortice degli inerti colpisce la superficie secondo direzioni subtangenziali, secondo più angoli di incidenza, ottenendo pertanto buoni risultati di pulitura sia su superfici lapidee che su metalli, legni, superfici pittoriche ed affreschi. Potrà impiegarsi su superfici Pagina 38 sporche di particellato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni. Il moto vorticoso impresso all'aria è creato dall'ugello che potrà essere di varie dimensioni. Il sistema richiede l'impiego di compressori di grandi dimensioni dotati di regolatore di pressione. La distanza di esercizio tra ugello e materiale varia normalmente tra i cm 35 e i 45. Aeroabrasivo ad umido a bassa pressione - Si impiegheranno sistemi ad aria compressa a bassa pressione (1-5 bar) e ugelli di vario diametro (mm 1-8). La superficie interessata verrà irrorata da un aerosol di acqua deionizzata nebulizzata mista ad inerti selezionati come quelli impiegati per il microaeroabrasivo (silice micronizzata; ossidi di alluminio, microsfele di vetro). Ultrasuoni - Utilizzati generalmente in veicolo acquoso, richiedono una notevole perizia nell'impiego in quanto possono generare microfratture all'interno del materiale. Sempre da utilizzarsi in maniera puntuale e dietro autorizzazione specifica della D.L. Altri sistemi di pulitura meccanici sono assolutamente da non impiegarsi in quanto possono comportare la distruzione sistematica della superficie del materiale sottoposto a trattamento e quindi inaccettabili dal punto di vista conservativo. Non sono quindi da impiegare: l'idrosabbatura, la sabbatura ad alta pressione, l'uso di spazzole rotanti in ferro, di scalpelli o di dischi e punte abrasive, l'impiego di acqua o vapore ad alta pressione e temperatura. E' invece legittimo l'uso di una strumentazione meccanica di precisione per rifiniture e/o completamento di altri sistemi di pulitura. Si potranno impiegare utensili di vario tipo quali spazzole di saggina, bisturi, spatole metalliche, microscalpelli, microtrapani, vibroincisori elettrici o ad aria compressa. Sistemi di tipo chimico - Da impiegarsi su superfici ridotte ed in maniera puntuale. Per pulire murature e paramenti da croste, da macchie o da strati sedimentati di particellato, cere, film protettivi. Si basano sull'applicazione di reagenti che intaccano le sostanze leganti dei depositi; sono per lo più sali (carbonati e bicarbonati) di ammonio, o sostanze chelanti del calcio, da applicare con supporti di carta giapponese o compressa di cellulosa o altro supportante tixotropico, per tempi che variano da pochi secondi ad ore e ad intensità di concentrazione variabile, a seconda del materiale da trattare e dello spessore delle croste. I sali di sodio - ormai nella pratica in disuso in quanto possono creare sottoprodotti dannosi quali sali - saranno utilizzati solo su diretto consenso della D.L. Altre tecniche di pulitura di tipo chimico prevedono l'aspersione delle superfici dei materiali con: tensioattivi; resine a scambio ionico; solventi basici - per la eliminazione degli oli (butilammina, trietanolammina); solventi clorurati - per la eliminazione di cere. Questi prodotti estendono quasi sempre la loro azione anche al materiale sano e portano alla comparsa di macchie, vanno quindi attentamente calibrati, testati e finalizzati in relazione al supporto: solventi alifatici o sverniciatori - per rimuovere anche notevoli spessori di vernice da legno e metallo senza intaccare il materiale sottostante (toluene, metanolo e ammoniaca per vernici e bitume); impacchi biologici - per la pulitura dei materiali lapidei da croste nere, che consistono nell'applicazione di prodotti a base ureica in impasti argillosi, da coprire con fogli di polietilene e da lasciare agire per diverse decine di giorni, prima di rimuovere il tutto e disinfettare la superficie trattata. L'efficacia dell'impacco biologico è legata allo sviluppo di colonie di batteri che intaccano i leganti gessosi delle croste. Nella scelta di uno dei sistemi di pulitura presentati o di più sistemi da impiegare sinergicamente, bisogna considerare

che l'azione di rimozione del materiale di deposito può comunque intaccare irreversibilmente anche la superficie da pulire. Spesso è impossibile rimuovere completamente i depositi dalla superficie dei materiali senza distruggerla: è il caso in cui le sostanze esterne siano penetrate troppo in profondità, o siano fissate così solidamente da essere raggiunte dai sistemi di pulitura. In questi casi è conveniente rinunciare ad un intervento approfondito, a meno che ciò non sia pregiudizio per la durata del materiale stesso. Inoltre, non è infrequente il caso in cui il materiale da pulire (generalmente pietra, intonaco, legno, pitture) sia già profondamente degradato, al punto che ogni azione meccanica, compresa l'applicazione degli impacchi, comporterebbe la caduta di parti esfoliate o rese incoerenti. È allora consigliabile procedere ad un'operazione di preconsolidamento, applicando sulla superficie da trattare, o nelle zone maggiormente compromesse, dei preparati consolidanti. Così fissato, il materiale può essere pulito, ma può darsi il caso (quando il preconsolidamento è richiesto dalla mancanza di coesione delle parti superficiali) che ulteriori operazioni di pulitura siano impossibili. Spesso il preconsolidamento è richiesto non tanto dal forte decoesione del materiale, quanto dall'impiego di tecniche di pulitura piuttosto energiche in presenza di lesioni o distacchi anche lievi; in questi casi, dopo la pulitura, il consolidante impiegato preventivamente può anche essere rimosso, a condizione che si tratti di sostanze reversibili.

Bonifica da macro e microflora

Un particolare tipo di pulitura è quello che riguarda la bonifica dell'ambiente circostante al materiale, o la sua stessa superficie, da vegetazione inferiore o superiore quale: alghe, licheni, muschi e piante infestanti con apparato radicale. Questi trattamenti possono essere effettuati in maniera meccanica e/o spargendo disinfestanti liquidi (da applicare a pennello o con apparecchiatura a spruzzo), in gel o in polvere, ripetendo il trattamento periodicamente. È necessario impiegare prodotti la cui capacità tossica decada rapidamente, in modo da non accumularsi nel terreno, e la cui efficacia sia il più possibile limitata alle specie invasive da eliminare. Questi tipi di trattamenti andranno sempre effettuati con la massima cura ed in piena sicurezza per gli operatori, sempre e comunque autorizzati dalle autorità competenti alla tutela del bene, dietro specifica autorizzazione e controllo della D.L. Pagina 39

mai da effettuarsi in maniera generalizzata, ma puntuale e finalizzata previa l'acquisizione di tutti i dati necessari per la conoscenza precisa del materiale sottostante (consistenza fisico-materica, composizione chimica), del tipo di infestante presente e del tipo di prodotto da utilizzarsi.

Eliminazione di piante superiori

Esistono numerosissime specie di piante che allignano di preferenza sui muri o alla base di questi o che comunque si adattano molto bene a vivere su questo tipo di substrato. Queste essenze sono in grado di emettere, attraverso l'apparato radicale, una serie di sostanze dette diffusanti (costituite principalmente da acidi organici e alcaloidi) capaci di digerire specialmente le malte delle murature, gli intonaci, gli stucchi e, entro certi limiti, anche le pietre ed i laterizi. L'azione delle radici sulle strutture murarie non comporta ovviamente danni di sola natura chimica, ma provoca anche ben più gravi danni di natura meccanica, dovuta alla spinta perforante degli apparati radicali. Grazie infatti alle loro innate capacità, le radici riescono a penetrare tra leganti e intonaci, microfessure, rotture del materiale, dove vanno a radicare sviluppandosi e aumentando continuamente di diametro sino a diventare veri e propri cunei ad azione progressiva. Oltre a produrre una azione meccanica fortemente negativa per ogni genere di muratura, riescono a creare corsie preferenziali di penetrazione alle acque meteoriche che potranno quindi con più facilità disgregare malte ed intonaci, produrre nuove azioni meccaniche tramite i cicli del gelo e disgelo, aumentando progressivamente le aree interessate da fenomeni fessurativi. La eliminazione della vegetazione infestante dovrà avere inizio con una estirpazione frenata, cioè una estirpazione meccanica che assolutamente non alteri i materiali componenti la muratura. Vanno quindi ovviamente scartati i mezzi che a prima vista potrebbero apparire risolutivi (come per esempio il fuoco), ma che potrebbero alterare profondamente il substrato del muro. Tutte le specie arboree ed erbacee dovranno essere estirpate nel periodo invernale, tagliandole a raso con mezzi adatti, a basso spreading di vibrazioni. In ogni caso sempre si dovranno tenere presenti i seguenti fattori: la resistenza allo strappo opposta dalle radici; l'impossibilità di raggiungere con mezzi meccanici le radici ed i semi penetrati in profondità, senza recare danni ulteriori alla struttura muraria da salvaguardare; le modalità operative che si incontrano nel raggiungere, tutte le parti infestate. L'operazione di controllo e di eliminazione della vegetazione spontanea dovrà garantire il pieno rispetto delle strutture e dei paramenti dell'edificio su cui si opera, sarà quindi necessario intervenire con la massima cautela, sempre utilizzando prodotti chimici a completamento dell'intervento di estirpazione meccanica che mai riuscirà a soddisfare i requisiti di cui sopra. L'impiego di sostanze chimiche dovrà offrire tutte le garanzie necessarie, consentendo con una semplice irrorazione di eliminare tutte quelle essenze non gradite. I requisiti fondamentali di un formulato ottimale per il controllo della vegetazione spontanea saranno: assenza di qualsiasi azione fisica o chimica, diretta o indiretta nei riguardi delle strutture murarie che debbono essere trattate; il prodotto nella sua formulazione commerciale dovrà essere incolore, trasparente e non lasciare, dopo l'applicazione, residui inerti stabili; sono da escludersi pertanto tassativamente tutti quei prodotti colorati, oleosi e che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego; neutralità chimica; atossicità nei riguardi dell'uomo, degli animali domestici e selvatici; assenza di fenomeni inquinanti per le acque superficiali e profonde delle zone interessate all'applicazione. Il principio attivo dovrà essere stabile, dovrà cioè restare nettamente entro i limiti della zona di distribuzione, senza sbavature, che potrebbero estendere l'azione del formulato anche in altri settori che non sono da trattare. Dovrà essere degradabile nel tempo ad opera delle microflora del substrato. Per la esecuzione degli interventi sarà consentito l'uso dei seguenti prodotti:

Clorotriazina Il prodotto è una polvere bagnabile al 50% di principio attivo ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. L'inerzia chimica del principio attivo e la scarsissima solubilità, lo rendono molto stabile. Poiché agisce principalmente per assorbimento radicale, sarà particolarmente indicato per il trattamento delle infestanti sia a foglia larga (dicotiledoni) sia a foglia stretta (graminacee).

Metositriazina Il prodotto è formulato in polvere bagnabile al 25% di principio attivo, con il 2% di GS 13529 è stato assegnato alla terza classe tossicologica. Per le sue caratteristiche chimiche è molto stabile nel terreno, ove penetra a maggior profondità rispetto al formulato

precedente. Questo agirà per assorbimento radicale e fogliare, sarà quindi caratterizzato da una vasta gamma di azione anche su infestanti molto resistenti. Sarà particolarmente adatto per applicazioni su strutture murarie. Dopo l'applicazione di questi formulati, sarà necessario controllarne l'efficacia dopo un periodo di almeno 60 giorni. Durante la fase operativa dovrà sempre essere tenuto presente il concetto fondamentale del rispetto assoluto delle strutture murarie e dei paramenti da difendere ed anche delle eventuali essenze da salvare, scegliendo la via della moderazione e della prudenza. Eliminazione di alghe, muschi e licheni. Muschi, alghe e licheni crescono frequentemente su murature di edifici in aree fortemente umide, in ombra, non soggette a soleggiamento, o, ancora, perchè alimentate da acque da risalita, meteoriche, disperse, da umidità di condensazione. Pagina 40 Nei limiti del possibile quindi, prima di operare qualsiasi intervento a carattere diretto, sarà necessario eliminare tutte quelle cause riscontrate al contorno generanti le patologie, per evitare che l'operazione di disinfestazione perda chiaramente efficacia. Muschi, alghe e licheni possono esercitare negative azioni chimiche e meccaniche sul substrato che li ospita provocandone la progressiva disgregazione o fenomeni di corrosione, interferendo cromaticamente sull'aspetto delle superfici interessate per impedirne una corretta lettura. L'azione di alcuni tipi di alghe e batteri può portare a concentrare il ferro all'interno di paramenti superficiali, dove esso si ossida e carbonata, macchiando i paramenti stessi in maniera profonda. I licheni, forme simbiotiche di alghe e funghi sono in particolare molto dannosi: penetrando nelle microfessure delle murature con i loro talli, possono esercitare pressioni sulle pareti delle stesse e comunque introdurre soluzioni chimiche corrosive (acido carbonico, ossalico ...). La disinfestazione contro la presenza dei succitati agenti patogeni sarà effettuata mediante le medesime modalità precedentemente definite nel paragrafo 45.10. I biocidi di cui al presente paragrafo sono generalmente solubili in acqua e saranno utilizzati per l'operazione di disinfestazione in soluzioni all'1-3%. I trattamenti potranno essere ripetuti qualora si ritenesse necessario, e andranno sempre conclusi con abbondanti lavaggi con acqua per eliminare ogni residuo di biocida. Nei casi più ostinati e difficili, potranno essere utilizzate soluzioni più concentrate, eventualmente sospese in fanghi o paste opportune (mediante argilla, metilcellulosa) e lasciate agire per tempi sufficientemente lunghi (1 o 2 giorni). Per evitare l'uso di sostanza velenose per l'uomo e pericolose per i materiali costituenti le murature, contro alghe cianoficce e cianobatteri, si potrà operare una sterilizzazione mediante l'applicazione di radiazioni ultraviolette di lunghezza d'onda da definirsi, ottenute con lampade da 40W poste a circa cm 10-20 dal muro e lasciate agire ininterrottamente per una settimana. Sarà necessario prendere precauzioni particolari nella protezione da danni agli occhi degli operatori. Poichè i muschi crescono su substrati argillosi depositati sulle murature e formano sulla superficie di queste escrescenze ed anche tappeti uniformi piuttosto aderenti, sarà necessario far precedere alla disinfestazione vera e propria una loro rimozione meccanica a mezzo di spatole e altri strumenti (pennelli a setole rigide, ecc.) onde evitare di grattare sulle superfici dei manufatti. L'operazione successiva consisterà nell'applicazione del biocida che potrà essere specifico per certe specie oppure a vasto raggio di azione. Tutti i biocidi menzionati, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela, in quanto possono risultare irritanti, specie in soggetti sensibili, o creare allergie, o essere pericolosi per gli occhi e le mucose. Si dovranno quindi sempre impiegare, nella loro manipolazione, guanti ed eventuali occhiali, osservando le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'uso di prodotti chimici velenosi. Consolidamento dei materiali Generalità Un'operazione piuttosto complessa e delicata all'interno del progetto di conservazione; necessita quindi di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per verificare principalmente la natura del supporto, dell'agente patogeno, il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza, la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL). All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso ogni intervento di consolidamento dovrà essere di carattere puntuale, mai generalizzato. Ad operazione effettuata sarà sempre opportuno verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni comunque da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento). Per le specifiche sui prodotti vedi. Il consolidamento di un materiale consiste in un intervento atto a migliorarne le caratteristiche meccaniche, in particolare la resistenza agli sforzi e la coesione, senza alterare patologicamente le prestazioni igrotermiche. È possibile effettuare vari tipi di consolidamento. Consolidamento chimico - L'intervento può consistere in un trattamento di somministrazione in profondità di sostanze in soluzione che siano in grado, evaporato il solvente, di fissarsi al materiale elevandone i parametri di resistenza. Consolidamento corticale - Le stesse sostanze possono essere applicate localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti. Il trattamento chimico di consolidamento si applica evidentemente a materiali sufficientemente porosi (pietra, malte, laterizi, legname), in grado di assorbire composti leganti compatibili in soluzione. Le sostanze consolidanti possono essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti naturalmente nel materiale (per esempio il latte di calce o i silicati), oppure sostanze naturali o sintetiche estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche. Per i materiali non porosi o scarsamente porosi (metalli, elementi lapidei ad alta densità, vetro, cemento armato), data l'impossibilità di realizzare una diffusa e sicura penetrazione in profondità di sostanze in soluzione, il consolidamento consiste invece nella ricomposizione di fratture, nella solidarizzazione di parti distaccate o nel ripristino delle sezioni reagenti. Consolidamento strutturale - Il consolidamento può consistere nella messa in opera di elementi rigidi (mediante il calcolo e la realizzazione di nuovi elementi da affiancare a quelli degradati) che sollevano in parte o del tutto il materiale dalla sua funzione statica, compromessa dal degrado o inadatta a mutate condizioni di esercizio. Pagina 41 Le nuove strutture possono essere solidarizzate con quelle esistenti e divenire collaboranti, oppure sostituirle

interamente nella funzione portante. Il consolidamento strutturale si avvale di soluzioni che vengono elaborate caso per caso e dimensionate secondo le leggi statiche e della scienza delle costruzioni. Applicazione dei principali consolidanti Il consolidamento chimico si avvale di diverse categorie di prodotti, classificati in base alla composizione e alle modalità di impiego. Nella scelta del prodotto è fondamentale conoscere in modo approfondito il materiale da trattare, le patologie rilevate o da prevenire e, nel caso di adeguamento funzionale a nuovi carichi e a nuovi standard di sicurezza, le nuove prestazioni funzionali che si richiedono. Poiché il recupero della coesione e della capacità resistente del materiale è il primo obiettivo del consolidamento, può sembrare opportuno ricorrere a prodotti che saturino quanto più possibile il volume dei pori del materiale. È invece consigliabile usare sostanze che occupano solo parzialmente i pori, in modo da mantenere un'alta permeabilità al vapore. Un altro parametro da non sottovalutare è la profondità di penetrazione e di diffusione della soluzione consolidante, che deve essere più alta possibile, in modo da evitare la formazione di uno strato solamente superficiale ad elevata resistenza o una diffusione disomogenea del prodotto. La reversibilità è un altro requisito necessario ad un prodotto consolidante: è utile però soprattutto per migliorare la penetrazione del prodotto, somministrando ulteriore solvente e per rimuovere sbavature all'esterno. In pratica è pressoché impossibile estrarre sostanze penetrate e solidificate all'interno di un materiale poroso. In base alla composizione chimica possiamo individuare due categorie principali di consolidanti: i consolidanti inorganici e quelli organici. Consolidanti inorganici - Hanno generalmente una grande affinità con i materiali da trattare; si possono impiegare sostanze che possiedono la stessa struttura chimica del materiale da consolidare, come l'idrossido di bario, impiegato sulle malte; in altri casi si impiegano le stesse componenti principali del materiale: così, su malte e su pietre calcaree viene usato il latte di calce, mentre su murature, malte e pietre vengono usati prodotti a base silicatica. Consolidanti organici - Sono per lo più polimeri sintetici in soluzioni viscosi, che possono provocare difficoltà di penetrazione; capita anche che il solvente, evaporando, riporti il consolidante in superficie. Hanno una buona idrorepellenza, ma invecchiano facilmente per effetto dell'ossigeno atmosferico, dell'acqua, dei raggi ultravioletti, dell'alta temperatura e degli agenti biologici, per cui infragiliscono e cambiano colore, modificando anche sensibilmente la propria struttura chimica. I consolidanti inorganici, rispetto a quelli organici, sono piuttosto fragili e poco elastici; saldano solo fratture di lieve entità e possono avere scarsa penetrazione; per contro hanno una durata superiore. I principali consolidanti organici oggi impiegabili potranno essere: resine poliuretatiche: applicate per iniezione una volta polimerizzate si trasformano in schiume rigide, flessibili o in gel utili alla stabilizzazione di terreni o all'isolamento delle strutture dai terreni; resine acriliche: applicate a spruzzo, a pennello o per iniezione; eventualmente additivate ad inerti e/o leganti di vario tipo; spesso usate per il consolidamento corticale dedicato e puntuale di intonaci superficiali affrescate; da applicarsi da parte di personale altamente specializzato; estere etilico dell'acido silicico: applicato a spruzzo, a pennello; eventualmente additivato con protettivi siliconici; utilizzato per il consolidamento corticale di arenarie, pietre silicatiche, paramenti murari in cotto e intonaci in malta di calce. Metodi applicativi I metodi di applicazione dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di strumentazione elementare (pennelli, rulli, apparecchi a spruzzo airless) o, qualora sia necessaria una penetrazione più profonda e capillare, richiedono un impianto di cantiere più complesso: nei casi più semplici bisognerà delimitare e proteggere le zone non interessate dall'intervento in modo da raccogliere e riciclare la soluzione consolidante che non viene assorbita e provvedere a cicli continui di imbibizione. In particolare si possono applicare batterie di nebulizzatori che proiettano il prodotto sulla superficie da trattare, oppure si possono realizzare impacchi di cotone, di cellulosa o di carta giapponese, che vengono tenuti costantemente imbevuti di sostanza consolidante. Qualora le parti da trattare siano smontabili (statue, elementi decorativi, balaustre estremamente degradate) o distaccate, il trattamento in laboratorio è quello che garantisce la massima efficacia. I manufatti saranno impregnati in contenitori di resina, per immersione parziale o totale o per impregnazione sotto vuoto. Anche su materiali in situ è comunque possibile ottimizzare l'impregnazione ricoprendo le parti da trattare con fogli di polietilene e sigillandone i bordi con lattice di gomma e nastri adesivi, in modo da poter creare il vuoto fra superficie della pietra e fogli di protezione, dove può essere iniettata la resina. In alternativa si possono realizzare, con lo stesso principio e gli stessi materiali, delle tasche di dimensioni ridotte per impregnare a fondo zone articolate e particolarmente degradate. I tempi di applicazione cambiano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni. In generale i prodotti consolidanti potranno essere applicati: ad airless, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione da pompa oleo- pneumatica; tramite applicazione a pennello morbido sino a rifiuto, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani. Sarà utile alternare mani di soluzione delle resine (se in solvente) a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto di bagnato; tramite applicazione a tasca, da utilizzarsi per impregnazioni particolari di decori, oggetti, formelle finemente lavorate e fortemente decoesionate. Si tratta di applicare intorno alla zona da consolidare una sorta di tasca, collocando nella parte inferiore una specie di gronda impermeabilizzata (per esempio di cartone imbevuto di resina epossidica), con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare potrà essere ricoperta da uno strato di cotone idrofilo Pagina 42 ed eventualmente chiusa da politene; nella parte alta, viceversa, si collocherà un tubo con tanti piccoli fori con la funzione di distributore. Il prodotto consolidante sarà spinto da una pompa nel distributore e da qui attraverso il cotone idrofilo penetrerà nella zona da consolidare: l'eccesso di resina si raccoglierà nella grondaia verrà recuperato e rimesso in circolo; sarà necessario assicurarsi che il cotone idrofilo sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata; applicazione per percolazione: si tratta di una semplificazione del metodo precedente; un opportuno distributore verrà collocato nella parte superiore della superficie da trattare, il prodotto, distribuito lungo un segmento, per gravità tenderà a scendere impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrata in modo tale da garantire un graduale e

continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da un canaletto forato con, nella sua parte inferiore, un pettine o una spazzola con funzione didistributore.

- i* Si consiglia «non inferiori a 3» e «non superiori a 10» oppure «non inferiori a 5» e «non superiori a 15».
- ii* Cancellare le parole «, oppure la perdita di finanziamenti comunitari» per lavori che non sono assistiti dai finanziamenti comunitari.
- iii* Introdurre un termine ragionevole, a seconda dell'importanza dei lavori, comunque mai inferiore a 15 giorni.
- iv* Introdurre un termine ragionevole, a seconda dell'importanza dei lavori, comunque mai inferiore a 5giorni.
- v* Qualora vi sia una sola categoria rientrante in tale fattispecie, sopprimere le parole «, dell'importo di ciascuna categoria».
- vi* Qualora vi sia una sola categoria rientrante in tale fattispecie, sopprimere le parole «per i lavori della stessa categoria».
- vii* Sopprimere le categorie che non ricorrono.
- viii* Sopprimere le parole «/dalla lettera di invito» in caso di procedure aperte o ristrette, sopprimere le parole «dal bando di gara /» in caso di procedure negoziate.
- ix* Nel caso di appalto di lavori di importo inferiore a 150.000 euro sostituire le parole «in relazione alla categoria e all'importo dei lavori», con le parole «in relazione ai lavori», a seconda del caso.

CAPO 17

SPECIFICHE PER INGHISAGGI CHIMICI E PROVE DI CARICO

- **Art. 124 – Caratteristiche degli ancoraggi alla muratura**

Gli ancoraggi alla muratura sono realizzati tramite un sistema a iniezione, specifico per muratura, costituito da un ancorante chimico (del tipo a iniezione) in cartuccia con resina ibrida in uretano metacrilato a iniezione del tipo Hilti HIT-HY 270, una bussola retinata perforata e una barra di ancoraggio con dado esagonale e rondella di dimensioni M16.

Gli elementi in acciaio sono realizzati in acciaio zincato alta resistenza a corrosione.

La barra di ancoraggio è posizionata in un foro praticato riempito di resina a iniezione ed è ancorata tramite il legame e/o interblocco meccanico tra parte metallica, resina a iniezione e muratura.

Le caratteristiche della resina e le sue prestazioni si riferiscono alle normative riportate nella seguente tabella.

Caratteristiche essenziali	Metodo di design	Prestazione	Specifiche tecniche armonizzate
Resistenza caratteristica alla trazione	ETAG 029 allegato C metodo: A	ETA-13/1036 allegato 6, 8, 10, 12, 14, 15, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 29	ETAG 029
Resistenza caratteristica al taglio	ETAG 029 allegato C metodo: A	ETA-13/1036 allegato 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 29	
Spazio minimo e distanza minima dal bordo	ETAG 029 allegato C metodo: A	ETA-13/1036 allegato 7, 9, 11, 13, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29	
Spostamento per stato limite di servizio	ETAG 029 allegato C metodo: A	ETA-13/1036 allegato 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 29	

Le barre filettate utilizzate appartengono alla classe di resistenza 8.8 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$;
- $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$;
- Allungamento a rottura ($l_0 = 5d$) > 8% duttile;
- Elettrozincata a freddo $\square 5 \square \text{ m}$ / Galvanizzata per immersione a caldo $\square 45 \square \text{ m}$;

I dadi e le rondelle utilizzate per il serraggio sono di classe consistente con quella della barra filettata e soggetti a zincatura del tipo applicata alle barre filettate.

Per applicazioni con temperatura del materiale di base superiore ai 29°C si utilizza una resina epossidica con tempi di lavorabilità ed indurimento superiori, previa approvazione delle Direzione Lavori.

- **Art. 125 – Modalità esecutive degli inghisaggi chimici**

Gli ancoraggi alla muratura sono da realizzare secondo la procedura di seguito riportata, comunque rispettando le prescrizioni tecniche e di posa fornite dal produttore delle resine utilizzate.

- Realizzazione del foro con trapano elettrico a rotoperussione fino alla profondità di posa prescritta (in caso di danni evidenti al paramento murario procedere con la solarotazione),
- pulizia del foro mediante aria compressa avendo cura di raggiungere il fondo del forealizzato;
- pulizia meccanica del foro mediante scovolino in acciaio delle dimensioni adeguate al foro realizzato (riferirsi al manuale di posa delle resine utilizzate), avendo cura di raggiungere il fondo del forealizzato;
- pulizia del foro mediante aria compressa avendo cura di raggiungere il fondo del forealizzato;

- iniezione di resina partendo dal fondo del foro fino a colmare i due terzi della cavità avendo cura di estrarre la pistola di iniezione mentre il foro viene riempito;
- inserimento della barra filettata con piccoli movimenti orizzontali e verticali (non rotazionali) per eliminare le bolle d'aria create all'interno dell'iniezione;

- **Art. 126 – Prova di carico statica sugli ancoraggi**

La prova di carico si esegue su elementi strutturali orizzontali (spezzoni di travi in legno lamellare) ancorati alla muratura in mattoni pieni mediante inghisaggi chimici e barre filettate. Ogni prova sottopone a prova di taglio due ancoraggi identici, posti superiormente e inferiormente al martinetto.

Le prove sono da effettuarsi per ogni livello di impalcato preliminarmente alla realizzazione dell'impalcato stesso, la quale dovrà essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori in seguito alla ricezione ed interpretazione dei risultati delle prove.

La prova consiste nell'applicazione graduale di forze concentrate attraverso un martinetto egualmente contrastato superiormente e inferiormente al fine di determinare, la capacità portante a taglio dell'inghisaggio.

La prova consiste nell'applicazione del carico con modalità crescente, con la rilevazione, in tempo reale, in almeno 2 punti dell'elemento in prova (uno al provino inferiore uno al superiore)

La prova va ripetuta almeno due volte per valutare gli aspetti di ripetibilità delle deformazioni. Il tempo di stazionamento dei carichi devono essere tali da garantire la stabilizzazione delle deformazioni.

Condizioni operative

Va predisposta un'apposita putrella di base, di dimensioni di spinta pari a 75x10 cm, sui due campioni di prova. Al martinetto posto in mezzeria va inserita la cella di carico che consente l'esatta misura della forza applicata. Vanno poste 2 aste telescopiche, una ad ogni mezzeria dell'elemento di prova, a contrasto su punti fissi della parete.

I sensori vanno collegati via cavo, o con trasmissione wireless, all'unità di acquisizione e visualizzazione dei dati.

Procedura

- Assicurarsi preventivamente della perfetta corrispondenza tra posizioni, e/o numerazione dei sensori, riportate nell'unità di acquisizione, con le posizioni poste in essere (l'operazione va eseguita in contatto tra l'addetto al movimento di verifica dei sensori e l'addetto all'acquisizione dei dati);
- azzerare tutti gli strumenti, sensori di misura e cella di carico;
- procedere alla applicazione del carico seguendo lo schema che prevede una applicazione graduale con step del 25% del carico atteso (ogni step va ripetuto due volte prima di passare allo step superiore; ad ogni incremento di carico vanno verificati i valori di linearità, ripetibilità e residuo allo scarico; se positivi si procede allo step superiore);
- completati i cicli fino al massimo desiderato si procede a ripetere la prova al solo carico massimo al fine di valutare il residuo allo scarico già depurato degli eventuali assetamenti;
- procedere all'esecuzione di una foto del piano di carico coi martinetti e del piano di misura coi sensori di freccia.

Apparecchiatura

La centralina di controllo del carico deve essere gestibile con una regolazione fine delle pressioni esercitate in modo da garantire step minimi di 0,1 kN.

La rilevazione delle frecce deve essere effettuata con una attrezzatura computerizzata che consenta la visualizzazione in tempo reali dei dati e la memorizzazione degli stessi.

I sensori elettronici di misura delle frecce devono avere un'escursione minima di 10 mm, una sensibilità di almeno 0,001 mm, una linearità minima del 99,6%.

La cella di carico, collegata all'unità di acquisizione, per una visione continua del carico applicato, deve garantire, cella catena di collegamento strumento-cavo-unità, un errore massimo pari a $\pm 1,5\%$.

Tutte le attrezzature indicate devono possedere un certificato di taratura entro un anno dall'esecuzione della prova.

Sicurezza

Tutte le normali dotazioni di sicurezza di cantiere: scarpe antinfortunistiche, casco e guanti. Durante l'esecuzione della prova è necessario cautelarsi che nessuno sia all'interno dell'area di prova costituita dalla zona di carico o dalle zone potenzialmente cedenti in caso di rottura dell'elemento di prova.

Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- nome degli sperimentatori e dei presenti;
- data e ora della prova;
- caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- caratteristiche geometriche dell'elemento di prova;
- identificazione inequivocabile delle posizioni di carico e misura;
- temperatura ambiente;
- andamento temporale dei valori rilevati sotto forma di tabella e grafico.; Allegare le foto della zona di carico e di misura.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

CAPO 18

PALI , TIRANTI DI ANCORAGGIO, BARRIERE DI SICUREZZA

Art. 127 – GENERALITA'

1.0. Classificazione

a) Pali di medio e grande diametro

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

b) Micropali

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Definizioni

a) Pali infissi

a.1) Pali infissi gettati in opera

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.

Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.

- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla Direzione Lavori. Per le modalità di posa in operati farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

riempimento a gravità;
riempimento a bassa pressione;
iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;

per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;

da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;

da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)".

Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984

Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

Preparazione del piano di lavoro

L'APPALTATORE dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'APPALTATORE predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

2.0. PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

Soggezioni geotecniche e ambientali

Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali;

Quelli che meritano particolare attenzione sono:

disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;

danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;

danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti;

L'APPALTATORE dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare, se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150, e nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito.

I prefori sono a cura e spese dell'APPALTATORE.

b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm).

Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;

la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;

la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;

la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

c) Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

Prove tecnologiche preliminari

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'APPALTATORE alla Direzione Lavori.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'APPALTATORE, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'APPALTATORE dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla Direzione Lavori, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'APPALTATORE proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'APPALTATORE si farà carico di presentare documentazione scritta.

Materiali

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'APPALTATORE, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'APPALTATORE dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel seguito, l'APPALTATORE dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini..

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battitura.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra

loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{bk} \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'APPALTATORE dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

acqua (chiara di cantiere);

bentonite in polvere;

eventuali additivi (dispersanti, sali tampone, etc.)

Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm ³
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m³
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'APPALTATORE dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- . peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m³;

. contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: <6%
La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionature per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua

disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

3.0. TIPOLOGIE ESECUTIVE

3.1. Pali infissi

Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere. In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica (R_{bk}) $R_{bk} \geq 50$ MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (CNR-UNI 7163 – 79).

Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm.

La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore.

I pali potranno essere precompressi, se richiesto mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti.

I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto.

La Direzione Lavori ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'APPALTATORE.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire.

Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

sulla lunghezza: uguale a $\pm 1\%$ e comunque non superiore ai ± 15 cm, per pali aventi diametro $d < 600$ mm e ± 25 cm per pali aventi diametro $d \geq 600$ mm;

sul perimetro: uguale al $\pm 2\%$;

deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): $\leq \pm 3\%$;

errore rispetto alla posizione planimetrica: $\leq 15\%$ del diametro nominale in testa;

quota testa palo: ± 5 cm.

L'APPALTATORE è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà a cura e spese dell'APPALTATORE, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto, dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'APPALTATORE dovrà presentare sugli elaborati grafici riguardanti le fondazioni, la pianta della palificata e la posizione planimetrica di tutti i pali (inclusi gli eventuali pali di prova) con numero progressivo, ed un programma cronologico delle modalità di infissione elaborato in maniera tale da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere adiacenti e sui pali già installati.

Attrezzature per infissione

Le attrezzature di infissione dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto.

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti in sito, è da prescriversi una energia minima di 120 kJ.

L'APPALTATORE dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

marca e tipo di battipalo;

principio di funzionamento del battipalo;

energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;

numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

efficienza del battipalo;

caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;

peso della cuffia;

peso degli eventuali adattatori;

peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

peso del maglio;

massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

marca del vibratore;

peso della morsa vibrante;

ampiezza e frequenza del vibratore.

L'efficienza "E" non dovrà essere inferiore al 70 %.

La Direzione Lavori potrà richiedere la strumentazione del battipalo, per misurare la velocità terminale del maglio per ricavare sulla base delle reali caratteristiche dell'attrezzatura certificata dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

Infissione

L'infissione si realizzerà tramite battitura, senza asportazione di materiale.

Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni di acqua.

L'avanzamento del palo in tali terreni avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Tali iniezioni di acqua dovranno essere sospese non appena si è superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto.

Nella eventualità di esigenze realizzative di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni di acqua, si potranno eseguire dei "prefori", aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla sezione minima del palo.

Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se presente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

I prefori sono a cura e spese dell'APPALTATORE.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

A) la lunghezza minima di progetto;

B) il rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 2,5 cm.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'APPALTATORE dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.) la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3.-0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro

nei rapportini che si tratta di ribattitura.

Pali infissi gettati in opera

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tubo forma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sul diametro esterno della cassaforma infissa: $\pm 2\%$;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità): $\leq 2\%$;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale;
- per la lunghezza e la quota testa palo, vale quanto riportato in precedenza.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare in inferiore a quella di progetto.

L'APPALTATORE è tenuto ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'APPALTATORE, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'APPALTATORE dovrà presentare:

una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;

un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati (in genere interasse non inferiore ai tre diametri).

Attrezzature per infissione

Valgono le indicazioni precisate in precedenza.

E' prevista tuttavia la possibilità di impiego di un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello.

E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

E' ammesso se previsto dal progetto, o se approvato dalla Direzione Lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento.

Nel caso si impieghi un mandrino, questo verrà introdotto nel rivestimento, sarà espanso e mantenuto solidale al tubo forma per tutta la durata dell'infissione e alla fine della quale verrà estratto.

Per i pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso.

Il secondo spezzone, nel caso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da una opportuna attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- A) raggiungimento della quota di progetto;
- B) raggiungimento del rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 100 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 10 cm.

Nel caso del raggiungimento del rifiuto la Direzione Lavori potrà richiedere all'APPALTATORE la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc).

L'APPALTATORE al fine di contenere le vibrazioni o il danneggiamento di opere o pali già esistenti, potrà eseguire prefiori, i quali dovranno avere un diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento.

Di norma la profondità da raggiungere sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante se esistente.

Il prefioro, potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati e/o cementati.

I prefiori sono a cura e spese dell'APPALTATORE.

Formazione del fusto del palo

Terminata l'infissione del tuboforma, verrà posta al suo interno la gabbia di armatura, secondo le disposizioni precisate in precedenza.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non sia superiore ai 15 cm.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere effettuato a partire dal fondo del foro utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro $d = 20 - 25$ cm, in spezzoni della lunghezza di 3.0 m, alla cui estremità superiore è collocata una tramoggia di capacità pari a 0.40 - 0.60 m³.

Il getto dovrà essere portato sino a 0.5 - 1.0 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo.

Nel caso di pali infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio, si provvederà alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente le seguenti caratteristiche:

rapporto a/c \leq

0,4;

"slump" $s \leq$ 4 cm

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua e/o terreno.

A tale scopo il rivestimento dovrà avere la scarpa sotto un battente di calcestruzzo di almeno 2.0 m.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere tale da rispettare le caratteristiche precisate in precedenza.

3.2. PALI TRIVELLATI

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata secondo le disposizioni nel seguito, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $- 0,01 D$ " e " $+ 0,1 D$ ";

- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra " $- 0,01 D$ " e " $+ 0,1 D$ ";

- lunghezza: pali aventi diametro $D < 600$ mm ± 15 cm;

pali aventi diametro $D \geq 600$ mm ± 25 cm;

- quota testa palo: ± 5 cm;

L'APPALTATORE è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'APPALTATORE si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'APPALTATORE, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche precisate in precedenza.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'APPALTATORE procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici. Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni precisate in precedenza.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti precisati in precedenza.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Formazione del fusto del palo

Valgono le disposizioni precisate in precedenza.

Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitemento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'APPALTATORE, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che

abbia inizio la presa del calcestruzzo.

Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le disposizioni precisate in precedenza.

Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle disposizioni precisate in precedenza.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche disposizioni precisate in precedenza.

3.3. MICROPALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'APPALTATORE, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

E' di facoltà della Direzione Lavori far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;

la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;

la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;

quota testa micropalo: ± 5 cm;

lunghezza: ± 15 cm.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'APPALTATORE dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta

della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'APPALTATORE, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche precisate in precedenza.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (bocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione. Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a : $R_{ck} \geq 25$ MPa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua : 600 kg

cemento: 1200 kg
additivi : 10 ÷ 20 kg
con un peso specifico pari a circa:
 $\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

acqua : 300 kg
cemento : 600 kg
additivi : 5 ÷ 10 kg
inerti : 1100 ÷ 1300 kg

Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme alle disposizioni precisate in precedenza.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ~ 100 bar

-portata max : ~ 2 m³/ora

-n. max pistonate/minuto : ~ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni precisate in precedenza.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni precisate in precedenza, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopraccitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

4.0 PROVE DI CARICO

Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
 - prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es});
- Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della Direzione Lavori, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

4.1. PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5$ Pesercizio per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2$ Pesercizio per $D > 100$ cm

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (~ 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;

l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$M \geq 1.2 \times P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;

- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'APPALTATORE, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\gg 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di $\gg 50$ cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120°, per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{min} = 1.5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)

- t = 2'

- t = 4'

- t = 8'

t = 15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (t = 15'):

$ds \leq 0.025$ mm.

Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- t = 0

- t = 5'

- t = 10'

- t = 15'

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- t = 30'

- t = 45'

- t = 60'

2° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico Pprova, quando è minore di Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità 3 dP) con misure a:

- t = 0

- t = 5'

- t = 10'

- t = 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorché risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (Plim) ≥ 2 cedimento (Plim - dP)

- cedimento (Plim) ≥ 0.10 diametri.

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).

diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;

- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto in precedenza nel presente capitolo.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove.

Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

153

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche precisate precedentemente e seguenti.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

4.2. PROVE DI CARICO SU MICROPALI

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

Pprova = 1.5 Pesercizio

Pprova = Plim

ove con Plim si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche precisate in precedenza.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito in precedenza.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di »20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)

- t = 2'

- t = 4'

- t = 8'

- t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($dt = 15'$):

$s \leq 0.025$ mm.

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a t = 30', t = 45' e t = 60'.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes

b) Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'

c) Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'

d) Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes

e) Lettura dei cedimenti come in "b"

f) Scarico come in "c"

g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes

h) Lettura dei cedimenti come in "b"

i) Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico Pprova, quando è $< Plim$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0, t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

156

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorché misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s (Plim) \geq 2 \times s (Plim - dP)$

$s (Plim) \geq 0.2 d + sel$

ove :

d = diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo.

Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate in precedenza.

4.3. PROVE NON DISTRUTTIVE

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

A) prove geofisiche;

B) carotaggio continuo meccanico;

C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'APPALTATORE provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'APPALTATORE a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'APPALTATORE dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

157

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le

discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisicomeccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura dell'APPALTATORE, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'APPALTATORE, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

5.0. SPECIFICA DI CONTROLLO

5.1. GENERALITÀ

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Febbraio 2018)”

D.M. 11/03/1988;

AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);

Norme UNI 7163 – 1979;

DIN – 4150;

D. M. 16/01/96.

L'APPALTATORE dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1” ½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla Direzione Lavori.

5.2. PALI INFISSI

Per i pali infissi gettati in opera e per i pali prefabbricati in cantiere, si dovrà verificare che ogni lotto di armature posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste in progetto.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già confezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Per quanto riguarda i pali realizzati mediante l'infissione di rivestimenti metallici, questi dovranno soddisfare le indicazioni riportate in precedenza nel presente Capitolato.

Nel caso sia previsto un rivestimento protettivo per la camicia metallica, si dovrà che questo sia presente su tutto il rivestimento e sia al tempo stesso integro nonché rispondente alle indicazioni di progetto e del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di pali infissi prefabbricati in stabilimento, ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati per l'armatura metallica utilizzata e per il calcestruzzo impiegato (Rck). L'APPALTATORE dovrà operare in maniera tale che per ogni palo prefabbricato sia rintracciabile il lotto corrispondente di materiale impiegato.

In assenza di tali certificazioni i manufatti corrispondenti non potranno essere posti in opera.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle geometrie e delle caratteristiche dei materiali.

I pali infissi dovranno essere realizzati nel rispetto delle tolleranze che sono riportate in corrispondenza dei punti 3.1.1.0. e 3.1.2.0. del presente Capitolato, rispettivamente per ciascuna tipologia di palo impiegato.

Per ciascun palo l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda dove verrà riportato quelli che sono i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovrà essere riportato:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;

data di infissione;

dati tecnici dell'attrezzatura;

informazioni relative alla locale stratigrafia;

tempo di infissione;

rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 4 m, e ogni 1 m nel tratto precedente;

profondità di progetto;

rifiuti per eventuale ribattitura;

eventuale strumentazione e posizione della stessa per il controllo dell'efficienza del battipalo e della velocità terminale del maglio;

controllo delle vibrazioni (DIN – 4150);

risultati delle eventuali prove richieste dalla Direzione Lavori;

caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso di pali battuti gettati in opera, oltre ai precedenti controlli:

data del getto;

tipo di tappo impiegato;

quantità di calcestruzzo posto in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e fusto;

misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);

numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;

geometria delle gabbie di armatura;

eventuali ulteriori prove richieste dalla Direzione Lavori.

5.3. PALI TRIVELLATI

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e precisate in precedenza nel presente Capitolato.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato .

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità precisate in precedenza.

Per ciascun palo l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;

informazioni relative alla locale stratigrafia;

dati tecnici dell'attrezzatura;

data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;

eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;

profondità di progetto;

profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;

risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
additivi usati per il fango;
caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
geometria delle gabbie di armatura;
risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla Direzione Lavori;
caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'APPALTATORE e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'APPALTATORE dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
 - tenore di umidità;
 - limite di liquidità;
 - decantazione della sospensione al 6%;
- si ricorrerà a cura e spese dell'APPALTATORE, a Laboratorio Ufficiale.

Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango.

Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso.

L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm³ e il livello corrispondente 500 cm³.

Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si otterrà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.

Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO₂).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione.

Poi si monterà la bomboletta di CO₂ e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato.

Le misure in cm³ verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'APPALTATORE e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

densità del fango biodegradabile fresco;

densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;

prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'APPALTATORE, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla Direzione Lavori.

5.4. PALI TRIVELLATI AD ELICA

Per i le indicazioni riportate in precedenza.

Per ciascun palo l'APPALTATORE materiali impiegati valgono dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;

informazioni relative alla locale stratigrafia;

dati tecnici dell'attrezzatura;

data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;

tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;

profondità di progetto;

profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;

il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;

misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);

numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;

geometria delle gabbie di armatura;

spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;

risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla Direzione Lavori;

caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'APPALTATORE dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefiori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

5.5. MICROPALI

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati precedentemente e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei prefiori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con

l'utensile appoggiato sul fondo;

in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;

nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga

inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'APPALTATORE in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

rilievi stratigrafici del terreno;

identificazione del micropalo;

dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;

data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);

fluido di perforazione impiegato;

profondità di progetto;

profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;

profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;

geometria e tipologia dell'armatura;

volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);

assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;

risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.

risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

CAPO 19 **OPERE STRADALI**

Art. 128– Posa in opera dei masselli autobloccanti in cls. e grigliati erbosi

– FASI ESECUTIVE DELLA POSA IN OPERA DEI MASSELLI AUTOBLOCCANTI IN CLS:

1. **Verifica della finitura del sottofondo:** (Piano di finitura del sottofondo). Il sottofondo dovrà essere preparato adeguatamente dimensionato e compattato mediante l'utilizzo di piastra vibrante, in funzione del piano di appoggio. Particolarmente attenzione dovrà inoltre essere prestata alla compattazione, delle zone di sottofondo in aderenza di chiusini, caditoie e simili ed alle zone di riempimento di scavi per la posa di tubazioni e simili. Compito fondamentale del posatore è quello di verificare i piani di posa (che devono essere apportati a meno 3-4 cm. oltre lo spessore del massello del piano di pavimento finito) in quanto in nessun caso le pendente devono essere ricavate variando lo spessore dello strato di allettamento dei masselli. Le tolleranze dimensionali massime ammissibili per il Piano di Finitura del sottofondo sono di +/- 15 mm. I relativi manufatti (chiusini, caditoie, canalette ect) dovranno essere posizionati al livello della pavimentazione finita prima dell'inizio della posa in opera, tenendo conto di un ulteriore calo del livello pavimentazione finita per effetto del traffico nell'ordine di 3-5 mm.
2. **Verifica del contenimento laterale della pavimentazione:** (con eventuale posa in opera dei cordoli o similari). La posa in opera dei cordoli deve avvenire prima della posa della pavimentazione. Tali cordoli, delle opportune dimensioni in funzione dei carichi previsti, vanno posti in opera su fascia di allettamento in calcestruzzo al livello previsto dal progetto ed adeguamenti rinfiancati. Il calcestruzzo di allettamento e/o rinfianco non deve ostacolare la successiva posa in opera degli elementi terminali della pavimentazione. Lo spazio tra singoli cordoli contigui deve essere minimo, comunque tale da non permettere una eventuale perdita di sabbia di allettamento; in caso di eccessiva apertura, la stessa dovrà essere opportunamente sigillata con malta cementizia oppure protetta da un rivolto realizzato con geotessuto permeabile.
3. **Eventuale posa in opera di geotessili:** I geotessuti o tessuti-non-tessuti vanno applicati sul piano di finitura del sottofondo, prima della stesura della sabbia di allettamento.
4. **Stesura e staggiatura della sabbia di allettamento dei masselli:** Il riporto di posa dovrà essere costituito da sabbia di origine alluvionale o dalla frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili. E' vietato utilizzare quali materiali di allettamento i granulati ottenuti dalla macinazione di rocce calcaree o comunque tenere. La granulometria ottimale è riportata nella tabella seguente

Diametro vaglio	Percentuale passante in massa
10 mm	100
6 mm.	90 – 100
3 mm.	75 – 100
1 mm.	55 – 90

0,5 mm.	35 – 70
0,25 mm.	8 – 35
0,125 mm.	0 – 100
0,075 mm.	0 – 3

L'umidità dello strato di allettamento dovrà essere il più uniforme possibile ed il materiale dovrà risultare umido ma non saturo. Lo strato di allettamento in sabbia dovrà mantenere uno spessore costante compreso tra i 3 e 6 cm. al momento della staggiatura: in nessun caso infatti le pendenze dovranno essere ricavate variando lo spessore di tale strato.

Fasi operazione della staggiatura:

- Definizione dei livelli finiti ottenuta mediante il posizionamento di masselli su sabbia;
- Realizzazione delle fasce di riferimento per la staggiatura ottenute tenendo un filo tra due masselli posizionati al giusto livello, tali fasce vanno compattate e regolarizzate con staggia metallica;
- Lo spazio tra le due fasce parallele, ad una distanza tale da essere coperta dalla misura della staggia utilizzata, viene riempito con sabbia, la quale viene staggiata a livello manualmente.

Se il piano di posa viene comunque disturbato deve essere di nuovo staggiato con cura. La saggiatura della sabbia non dovrà mai essere effettuata con temperature inferiori a 1° C.

- **Posa in opera dei masselli:** Deve essere preliminarmente fissato il reticolo di posa, specie quando sono previste diversi formati di massello. La posa in opera deve essere condotta in modo tale da mantenere sempre un fronte "aperto" per la posa dei masselli successivi, onde evitare l'inserimento forzato. La posa in opera dei masselli deve avvenire per semplice accostamento seguendo dei fili di riferimento posizionati ogni 4-5 m. , in senso longitudinale e trasversale all'avanzamento dei lavori. Devono essere periodicamente controllati gli allineamenti a mezzo di fili secondo due direzioni ortogonali.

La posa può essere eseguita manualmente oppure con l'ausilio di speciali attrezzature meccaniche.

I masselli che non possono essere inseriti integralmente vanno tagliati a misura con apposita attrezzatura a spacco oppure con sega da banco.

- **Intasamento dei giunti e vibrocompattazione:** La sigillatura dei giunti è fondamentale per l'efficienza della pavimentazione. Deve essere usata esclusivamente sabbia naturale ed asciutta con la granulometria come illustrato nella tabella precedente.

Terminata la posa con tagli di finitura si deve provvedere al pre-intasamento dei giunti con sabbia con lo scopo di ottimizzare il riempimento dei giunti ed evitare il disallineamento dei masselli.

La sabbia deve essere stesa e distribuita in modo omogeneo su tutta la superficie da vibrocompattare, si procede quindi alla vibrocompattazione a mezzo di piastra che deve essere eseguita in senso trasversale alle pendenze, andranno previsti almeno 3 passaggi in senso trasversale per garantire uniformità di compattazione. Il tipo di piastra da utilizzare dipende dalla forma e dallo spessore del massello. Si consiglia l'utilizzo di piastre munite di tappetino protettivo in gomma o similare.

Al termine della vibrocompattazione si procede all'intasamento finale dei giunti con ulteriore stesura di sabbia. La sabbia di intasamento deve essere lasciata il più a lungo possibile per consentire un efficace intasamento dei giunti sotto carico di traffico.

La superficie deve essere periodicamente controllata ispezionata per un periodo di circa sei mesi intervenendo con integrazione di sabbia di sigillatura qualora se ne riscontri la necessità per lo svuotamento dei giunti.

- **Controlli e collaudi finali:** Al termine delle operazioni di posa la conformità del lavoro ai dettagli della regola dell'arte va controllata secondo i seguenti parametri:
 - corretto allineamento dei masselli secondo due direzioni ortogonali;
 - assenza di danneggiamento ai masselli dovuti alla cattiva movimentazione degli stessi oppure ad una non idonea procedura di compattazione;
 - ottimale sigillatura dei giunti della pavimentazione;

5 Il cantiere di posa finito dovrà risultare sgombro da tutti i residui di lavorazione.

– **FASI ESECUTIVE DELLA POSA IN OPERA DEI MASSELLI AUTOBLOCCANTI GRIGLIATI ERBOSI**

I grigliati erbosi devono essere posati su un supporto adeguatamente livellato e compattato e di seguito evidenziati:

Sottofondo: Il sottofondo sarà costituito da misto granulare miscelato con humus, prestando particolarmente attenzione al suo grado di compattazione. Lo spessore del sottofondo varia a seconda della natura e delle condizioni del terreno sottostante, nonché il tipo di carico che dovrà sopportare la pavimentazione, comunque non può essere inferiore a cm. 20/25.

6 Sopra lo strato del sottofondo viene posato su richiesta della D.L. un manto di geotessile a filo continuo del peso di circa 150 g/m² avente la funzione di migliorare il contenimento della sabbia di allettamento.

- **Strato di allettamento o riporto di posa:** il riporto di posa deve essere costituito da sabbia alluvionale o da materiale di cava con buona resistenza geomeccanica. Sotto il profilo granulometrico deve presentare elementi con diametri non superiori a 8 mm e con passante, in peso, non inferiore a 70 % al vaglio da 4 mm.

- 7 Lo strato di allettamento, di spessore compreso tra 3/6 cm. , deve essere steso sul sottofondo adeguatamente compattato ed essere livellato. L'operazione di saggatura non dovrà mai essere effettuata a temperature inferiori a 1° C.
- **Pavimentazione in grigliato erboso:** gli elementi grigliati vengono posati direttamente sul letto livellato, le cavità e gli spazi tra i giunti vengono riempiti con materiale idoneo da consentire l'inerbimento, di spessore maggiore di circa 2/3 cm la superficie di utilizzo.
- 8 La pavimentazione infine viene compattata mediante impegno di opportune apparecchiature (piastre vibranti). Per quanto riguarda la posa in opera su scarpate, pendii o sponde stradali, particolare attenzione deve essere posta al riporto di posa, che dovrà essere costituito da materiali drenanti e stabili in fase di realizzazione dell'intervento e di esercizio della pavimentazione.
- In caso di pendenze elevate, è raccomandato l'impegno di elementi di contenimento o di ancoraggio al terreno.
- **Semina del tappeto erboso:** le cavità dovranno essere riempite con una miscela composta per il 50% da sabbia, 30% da torba e per il 20% da terriccio. Prima di effettuare la semina è consigliato irrigare abbondantemente a pioggia la pavimentazione. Immediatamente dopo la semina è opportuno effettuare una concimazione e prevedere regolari annaffiature.

Art. 129 – Rimessa in quota di chiusini e/o griglie

La messa in quota dei chiusini, griglie, caditoie ecc., dovrà essere effettuata prima dell'intervento di stesura definitiva del tappeto d'usura ove esso sia previsto. Il dislivello (cm.3,00 circa) corrispondente allo spessore del manto d'usura tra la testata del chiusino e la pavimentazione esistente, venutosi a creare nell'ambito delle operazioni in parola, dovrà essere opportunamente segnalato e protetto da segnaletica e dispositivi a norma di legge.

Nel caso del mancato rispetto della procedura tecnica su esposta, verrà applicata una penale corrispondente a € 50,00= cadauno per ogni rimessa in quota di chiusino e/o griglia non eseguita a regola d'arte.

Chiusini e griglie dovranno essere comunque riposizionati in quota congrua prima dell'intervento di stesura del conglomerato bituminoso che costituirà lo strato più superficiale dell'opera e rimanere segnalati per tutto il periodo di mancata complanarità della superficie

Art. 130– Formazione e scivolo per persone diversamente - abili

I lavori andranno eseguiti secondo le modalità e utilizzando i materiali prescritti nella relativa voce dell'elenco prezzi. La forma geometrica degli scivoli sarà di volta in volta prescritta dalla D.L. in funzione delle esigenze viabilistiche locali.

Nell'esecuzione dei lavori per l'abbattimento delle barriere architettoniche, quali la formazione degli scivoli oggetto del presente articolo, si dovrà in tutto rispettare la legislazione della Regione Lombardia e più precisamente: L.R. 03.02.1983, n. 11; delibera Consiglio Regionale 07.07.1983, n. 3/1233; Legge Regionale 20.02.89, n. 6 e D.P.R 503-'96 e successive modifiche ed integrazioni.

Art. 131 – Fondazione a legante idraulico o non legante

131.1. - FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE

131.1.1 - DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da un 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 di 20 cm. finito. Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 15 cm. e non superiori a 30 cm.

131.1.2.- Caratteristiche dei materiali da impiegare

131.1.2.1. - Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. A discrezione della D.L. potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm., né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971);

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
“ 30	80-100
“ 25	72-90
“ 15	53-70
“ 10	40-55
“ 5	28-40
Setaccio 2	18-30
“ 0,4	8-18
“ 0,18	6-14
“ 0,075	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.03.1973) non superiore a 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n. 27 del 30.03.1972) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico)

131.1.2.2. - LEGANTE

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

131.1.2.3. - 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.

131.1.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela. 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. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro 15,24 cm., volume 3242 cmc.).

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 cm. 17,78. 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 crivello UNI 25 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 AASHTO modificato e 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 confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 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 resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 35 Kg/cmq. e non superiori a 65 Kg/cmq. ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiori a 3,5 Kg/cmq.

Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a 95 Kg/cmq. (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 + il 15% altrimenti dalla media dei 2 restanti dopo aver scartato il valore anomalo).
Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, di densità e le resistenze del progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

131.1.4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, con idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

La zona destinata alla preparazione 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 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.

131.1.5. - POSA IN OPERA

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

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

- rullo a due ruote vibranti da 10.000 Kg. per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18.000 Kg.;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18.000 Kg.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., dalle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperatura ambiente inferiore a 5°C e superiore a 25°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

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 2 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 di quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

131.1.6. - 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% (tab. bitumi) in ragione di 1-2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

131.1.7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di 5 punti fino al passante al crivello n. 5 e di 2 punti per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO modificato di cui al punto 4Ø.1.3. nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm², rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 2000 daN/cm².

In ogni caso il modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato, calcolato dai valori delle deflessioni rilevati con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D., dopo la stesa dello strato o anche a pavimentazione completata, dovrà ricadere in un campo di valori ben preciso indicato nel seguito.

Si farà riferimento al valore medio del modulo in daN/mq. 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.

Penali ai sensi art. 167 c. 6,7 e 8 del Regolamento

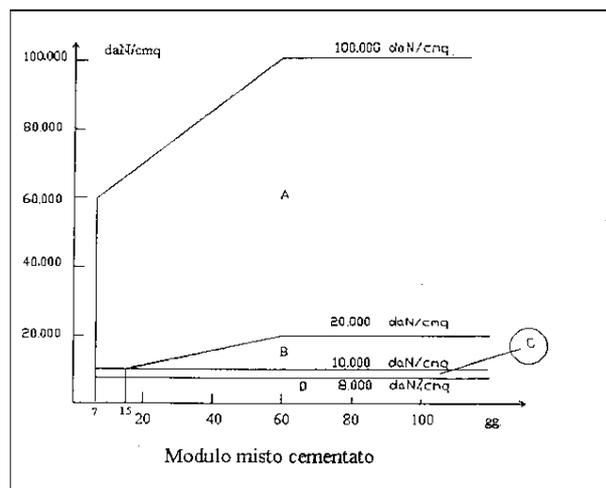
Qualora i valori delle medie ricadono nei riquadri indicati con le lettere B, C, D, la pavimentazione completa sarà penalizzata con riduzione del prezzo di elenco in ogni suo strato e per il tratto omogeneo risultato non accettabile, in proporzione della sua minor durata e particolarmente:

- per modulo ricadente in B saranno effettuate detrazioni del 20%
- per modulo ricadente in C saranno effettuate detrazioni del 30%
- per modulo ricadente in D saranno effettuate detrazioni del 50%

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. verificato per mezzo di un regolo di 4,5 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Lo spessore stabilito dovrà avere tolleranze in difetto non superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone con spessore in difetto sarà effettuato un deprezzamento del 30%.

131.2. - FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO, CON LA TECNICA DELLA



MISCELAZIONE IN SITO.

131.2.1. - DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 25 cm. Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 15 cm. e non superiori a 30 cm.

131.2.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

131.2.2.1. - INERTI

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 71	100
" 40	75-100
" 25	60-87
" 10	35-67
" 5	25-50
Setaccio 2	15-40
" 0,4	7-22
" 0,075	2-10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.L. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto. L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972) non superiore a 30% in peso.

L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
" 30	80-100
" 25	72-90
" 15	53-70
" 10	40-55
" 5	28-40
Setaccio 2	18-30
" 0,4	8-18
" 0,18	6-14
" 0,075	5-10

131.2.2.2. - LEGANTE

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3,5% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

La quantità di peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.

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

131.2.2.3. - ACQUA

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente riuniformare il misto miscelato, prima della rullatura.

131.2.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto **59.1.3.**

131.2.4. - MODALITÀ' ESECUTIVE

La demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito all'art. "demolizione delle pavimentazioni", dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.L. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m. alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Nel caso di fondazioni in macadams o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della D.L. alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.L.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scavo da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di carattere granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte all'art. "massicciata" e seguenti.), salvo diverso avviso della D.L.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 25 cm. (dovrà essere controllata la validità della D.L.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silii diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme in tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, occorre interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare subito la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al **punto 59.1.5.**

131.2.5. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

131.2.5.1.-Si richiamano espressamente le norme di cui al punto **59.1.7.**

131.2.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE

Si richiamano espressamente le norme di cui al **punto 59.1.6.**

131.3. - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

131.3.1. - DESCRIZIONE

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm.) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla D.L.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla D.L.

131.3.2. - Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 71	100
" 40	75-100
" 25	60-87
" 10	36-67
" 5	25-55
Setaccio 2	15-40
" 0,4	7-22
" 0,075	2-10

c) rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm. ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm. inferiore a 2/3;

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

e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4 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 D.L. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la D.L. richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

L'indice di portanza C.B.R.¹ dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm.) dovrà essere non minore di 50.

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.

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.

131.3.3. - Studio preliminare

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della D.L. in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

131.3.4. - MODALITÀ' ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, 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.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

¹ CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza CBR di una terra.

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 AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4”².

Il valore del modulo di deformazione Md, misurato con il metodo della piastra di carico circolare Ø 30 o Ø 60 (eseguire la prova con precarico), non dovrà fornire valori inferiori a 800 Kg./cmq.

In ogni caso è possibile ricavare il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione. La media dei valori di modulo in daN/cmq. ricavata da misure effettuate ogni 100 m. e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza dovrà risultare superiore a 1.850 daN/cmq.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato per mezzo di un regolo di 4,5 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La Direzione Lavori, nel caso di superamento, OLTRE IL 10%, del valore di riduzione volumetrica tra i volumi del materiale trasportato su autocarro e i volumi geometrici posati in opera e compattati finiti, purché ammissibili gli altri parametri geotecnici e meccanici del materiale posato, CONTABILIZZERA’ SOLO i volumi misurati su autocarro comprensivi della riduzione fino a un massimo del 10% e NON CONTABILIZZERA’ i volumi misurati su autocarro necessari a compensare la riduzione per compattazione del materiale eccedenti il 10% del volume geometrico.

Art. 132 – Leganti bituminosi e loro modificanti

132.1. - LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modifica

132.1.1. - Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione (definiti di base) con le caratteristiche indicate in tab. A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all’Art. “conglomerati bituminosi a caldo”.

- 1 Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi (vedi paragrafi dell’art. “conglomerati bituminosi a caldo”) nella seconda parte al prodotto sottoposto all’invecchiamento artificiale; la Committente si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l’affidabilità di impiego dei leganti.

La non rispondenza dei leganti alle caratteristiche richieste comporta

l’applicazione delle penalità all’Art. “conglomerati bituminosi a caldo”.

TABELLA A		bitume	bitume
		60-70	80-100
Caratteristiche	Unità	Valore	Valore
PRIMA PARTE			

² AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4”. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm., la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm. da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.;

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 35 mm., compresa tra il 25 e il 40%.

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

aa)	Penetrazione a 25°C	1/10 mm	60-70	80-100
bb)	Punto di rammollimento	°C	48-54	47-52
cc)	Indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
dd)	Punto di rottura (Fraass), min.	°C	-8	-9
ee)	Duttilità a 25°C, minima	cm.	90	100
ff)	Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
gg)	Perdita per riscaldamento (volatilità) a T= 163°C, max	%	0,2	0,5
hh)	Contenuto di paraffina, max	%	2,5,	2,5
ii)	Viscosità dinamica a T = 60°C	Pa x s	130-200	110-190
jj)	Viscosità dinamica a T = 160°C	Pa x s	0,16-0,23	0,4--0,5
SECONDA PARTE				
Valori dopo RTFOT (*)				
	Viscosità dinamica a T = 60°C	Pa x s	700-800	500-700
	Penetrazione a 25°C	1/10 mm.	20-25	20-30
	Duttilità a 25°C, minima	cm.	70	70

(*) Rolling Thin Film Oven Test

132.1.2. - BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base di tipo 80-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella B colonna 1
- in modo hard modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella B colonna 2

I bitumi potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi **Art. "conglomerati bituminosi a caldo"**) salvo diversa indicazione della Committente.

I leganti bituminosi denominati 60-70 e 80-100 sono da considerarsi quei bitumi semisolidi per uso stradale utilizzati per il confezionamento dei conglomerati.

TABELLA B - BITUMI MODIFICATI CON SBS R.o L.

Caratteristiche	Unità di misura	Soft 3%-5%	Hard 5%-7%
Densità a 25°C	g/cmc	1.0-1.4	1.0-1.4
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	45-60
Punto di rammollimento P.A.	°C	55-65	70-85
Indice di penetrazione		-1/+2	+1/+5
Punto di rottura Fraass	°C	< -12	< -16
Viscosità dinamica a 80°C	Pa x s	200-500	800-2000
Viscosità dinamica a 160°C	Pa x s	0.1-0.3	0.4-0.8
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99.5
Contenuto di paraffina, max	%	2.5	2.5
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)			
Penetrazione residua a 25°C (*)	%	40	30
AT P.A. (**)	°C	8	10
Viscosità dinamica a 80°C	Pa x s	800	2000

TAB. N. 2

(*) % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) x 100

(**) Temperatura P.A. dopo RTFOT - Temperatura P.A. iniziale

TABELLA C - BITUMI MODIFICATI PER MANI DI ATTACCO (MA)
BITUME 80-100 + 5-6% SBS - L o R

Caratteristiche	Unità	Valori
Penetrazione a 25°C	1/10	45-60
Punto di rammollimento	°C	70-85
Indice di penetrazione		+1/+5
Punto di rottura (Fraass), min.	°C	-16
Viscosità dinamica a T = 80°C	Pa x s	650-850
Viscosità dinamica a T = 160°C	Pa x s	0,1-0,6

TABELLA D - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE

Legante "I"	"I1" a rapida rottura	"I2" a media rottura
Caratteristiche	Valori	Valori
Contenuto di bitume (residuo per distill.) min.	53% in peso	54% in peso
Viscosità Engler a 20°C	3/8°E	5/10°E
Carica delle particelle	positiva	positiva
Penetrazione a 25°C (1)	max 200 dmm	max 200 dmm
Punto di rammollimento (1)	min. 37°C	min. 37°C

132.2 - NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

Bitumi semisolidi

Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali	Normativa CNR - Fasc. 2/1951
Penetrazione	Normativa CNR - B.U. n. 24 (29.12.71)
Punto di rammollimento	Normativa CNR - B.U. n. 35 (22.11.73)
Punto di rottura	Normativa CNR - B.U. n. 43 (06.06.74)
Duttilità	Normativa CNR - B.U. n. 44 (29.10.74)
Solubil. in solv. organici	Normativa CNR - B.U. n. 48 (24.02.75)
Perdita per riscaldamento	Normativa CNR - B.U. n. 50 (17.03.76)
Perdita per riscaldamento in strato sottile (RTFOT)	Normativa CNR - B.U. n.543 (10.03.77)
Contenuto di paraffina	Normativa CNR - B.U. n. 66 (20.05.78)
Viscosità dinamica	Normativa SN - 67.1722 a (02.1958)

Polietilene a bassa densità

Melt index (grado)	Normativa ASTM - D 1238/65 cond. E
Massa volumica	Normativa ASTM - D 1505/63 T
Punto di fragilità	Normativa ASTM - D 746/84 T

Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa CNR - B.U. n.100 (31.05.84)
Viscosità Engler	Normativa CNR - B.U. n.102 (23.07.84)
Carica delle particelle	Normativa CNR - B.U. n. 99 (29.05.84)

132.3. - ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i bitumi tipo 60-70 e 80-100 oppure con percentuali diverse, quali rigeneranti le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio. In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale

- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF dovranno avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE	
Densità a 25/25 °C (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a 60 °C (SNV 671908/74)	0,03-0,05 Pax s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8-1,0% in peso

L'accettazione degli ACF è subordinata a prove condotte dalla Committente a carico dell'Appaltatore.

Art. 133 – Conglomerati bituminosi a caldo

133.1. - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BINDER, USURA

Norme di riferimento per l'accettazione del materiale La marcatura CE dei conglomerati bituminosi è compresa nella famiglia di norme UNI EN 13108.

Ciascuna normativa individua le caratteristiche di una tipologia di prodotto diversa, nello specifico:

UNI EN 13108-1 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo;

UNI EN 13108-2 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 2: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili;

UNI EN 13108-3 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero;

UNI EN 13108-4 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 4: Conglomerato bituminoso chiodato;

UNI EN 13108-5 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso;

UNI EN 13108-6 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 6: Asfalto colato;

UNI EN 13108-7 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti.

Inoltre a supporto delle UNI EN 13108 sopra citate vengono utilizzate:

UNI EN 13108-20 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo

UNI EN 13108-21 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 21: Controllo di produzione di fabbrica

UNI EN 13108-8 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 8: Conglomerato bituminoso di recupero.

133.1.1. - Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'Art. "Leganti bituminosi e loro modificati" di seguito denominato "bitume", in impianti automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

133.1.2. - Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'Art "Leganti bituminosi e loro modificati" i conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati di tipo soft.

133.1.3. - Materiali inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR Art. 1 fascicolo IV/1953.

133.1.4. - Aggregato grosso

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

133.1.4.1. - Strato di base

Nella miscela di questo strato potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale stabilita di volta in volta dalla D.L. che comunque non potrà essere superiore al 30% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.73 dovrà essere inferiore al 25%.

133.1.4.2. - Strato di collegamento (denominato anche binder)

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.73) inferiore al 25%. L'indice dei vuoti delle singole pezzature secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 non dovrà essere inferiore a 0,70.

Il coefficiente di inibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

133.1.4.3. - Strato di usura

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.1973) inferiore al 20%. L'indice dei vuoti delle singole pezzature secondo le norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,85.

Il coefficiente di inibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle norme CNR fasc. IV/1953.

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore od uguale a 0,40 (Norme B.U. CNR in corso di edizione).

- coefficiente di forma superiore a 22% (UNI 8520 parte 18[^])

- coefficiente di appiattimento inferiore a 12% (UNI 8520 parte 18[^]).

E' facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di C.A.T. scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati

133.1.5. - Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73) - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova B.U. CNR n. 27 (30.03.1972) dovrà essere superiore od uguale al 70.

133.1.6. - Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR B.U. 23/71 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio Uni n.	0,42	Passante in peso a secco	100%
" n.	0,18	" "	95%
" n.	0,075	" "	90%

- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

133.1.7. - Miscela

Le miscele di progetto proposte dall'Impresa di cui al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione" dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

La D.L. si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà la curva granulometrica da adottare in esecuzione tra tutte quelle previste nel presente C.S.A. Per ognuna delle miscele richieste dalla D.L. dovrà essere proposta dall'Impresa con adeguato anticipo la "miscela di progetto" di cui al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione".

133.1.7.1. - BASE

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
“ 30	80-100
“ 25	70-95
“ 15	45-70
“ 10	35-60
“ 5	25-50
Setaccio 2	20-40
“.. 0,4	6-20
“ 0,18	4-14
“ 0,075	4-8

Bitume 3,5%-4,5% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'Art. 41 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.73).
Per strati di spessore compresso non superiore a 10 cm. dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

133.1.7.2. - BINDER o COLLEGAMENTO

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 25	100
“ 15	65-100
“ 10	50-80
“ 5	30-60
Setaccio 2	20-45
“ 0,4	7-25
“ 0,18	5-15
“ 0,075	4-8

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'Art. 41 (CNR B.U. n. 38 del 21..1973).

133.1.7.3. - USURA

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 15	100
“ 10	70-100
“ 5	43-67
Setaccio 2	25-45
“ 0,4	12-24
“ 0,18	7-15
“ 0,075	6-11

Bitume 4,5%-6,0% del tipo 60-70 descritto nell'Art. 41 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.1973).

133.1.8. - Requisiti di accettazione

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

133.1.8.1. - Per lo strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza; **il valore della stabilità Marshall** (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a **800 Kg.**; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. Dovrà essere superiore a 250.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 7% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

133.1.8.2. - Per lo strato di collegamento.

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. **La stabilità Marshall** (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a **900 Kg.**; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 7% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

133.1.8.3. - Per lo strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. **Il valore della stabilità Marshall** (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno **1000 Kg.**; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% e il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

Inoltre la D.L. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura "Prova Brasiliana".

Limiti di Capitolato:

TEMPERATURA DI PROVA "°C"

10°C 25°C 40°C

Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.7-2.2	0.7-1.1	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	170	70	30

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.8.1987).

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette, dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

133.1.8.4. - Controllo dei requisiti di accettazione

Ai sensi dell'art. 167 comma 6, 7 e 8 del Regolamento gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie ovvero specificatamente previste in questo Capitolato Speciale di appalto, sono disposte dalla Direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme previste nel quadro economico dell'appalto.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale di Appalto anche a verifica/conferma di precedenti prove, ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per tutte le prove la Direzione dei lavori provvede al prelievo del/dei relativo/i campione/i ed alla redazione di apposito verbale di prelievo. La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

L'Impresa è tenuta a **proporre alla D.L.** con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la **composizione delle miscele che intende adottare** (detta "**miscela di progetto**") in esecuzione dell'opera: ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali con l'indicazione di tutti i parametri atti alla definizione della miscela stessa (es: curva granulometrica rappresentata nelle medesime unità di misura del capitolato, percentuale di bitume, % di filler ecc...). **Non saranno prese in considerazione e tanto meno accettabili miscele di progetto palesemente difformi alle prescrizioni parametriche e prestazionali previste dal presente Capitolato Speciale d'appalto incluso il valore della stabilità Marshall.**

Una volta che la miscela di progetto proposta dall'impresa sarà accettata dalla D.L., la ditta dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli periodici del cui esito dovrà essere informata tempestivamente la D.L., anche a semplice richiesta della stessa.

Non saranno ammesse, e pertanto **non saranno utilizzabili e quindi successivamente collaudabili**, miscele che, rispetto alla **miscela di progetto accettata dalla D.L.**, presentino anche solo una delle seguenti variazioni superiori alle tolleranze sotto indicate:

- **per gli strati di binder ed usura** una variazione delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 .

- **per gli strati di base, binder ed usura** variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm. UNI) di ± 4 ; per il passante al setaccio 0,075 mm (Filler). UNI di ± 2 .
- Per la **percentuale di bitume** non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame **delle miscele prelevate dai mezzi operativi in cantiere**, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
 - la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
 - la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti, ecc.);
 - la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), media di 4 prove; stabilità e rigidità Marshall.
- 2 Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg.) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

3

4 Requisiti di accettazione ai sensi art. 167 c. 6,7 e 8 del Regolamento

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui "all'Art. Leganti bituminosi e loro modificati" tabelle A e B devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° (penetrazione e punto di rammollimento) che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi.

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà penalizzata del **20%** una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo:

$$Q / 2,300 \times 0,045 = CM \text{ (metri cubi)}$$

$$0,20 \times CM \times PS = D \text{ (lire)}$$

D è la cifra da detrarre e PS è la media ponderale dei prezzi di base (PB), binder (Pb), usura (PU) compreso le percentuali di impiego

$$\frac{PS = PU \times 60 + Pb \times 30 + PB \times 10}{100}$$

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso dell'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

133.1.8.5. - Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

133.1.8.6. - Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della D.L.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso il Laboratorio indicato dal D.L. avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3‰ (tre per mille) ed il 6‰ (sei per mille) rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della D.L.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

133.1.8.7. - Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm. 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a Km. 50.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 Kg. per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati. Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno e periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,5 m. posta in qualunque Direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'articolo apposito.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg./mq. Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra **65.000 e 96.000 Kg./cmq.** alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in daN/cmq. ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m. e riguardanti ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m. di lunghezza nei quali ricadano 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 programma di calcolo.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm.; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm. si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

5 Requisiti di accettazione ai sensi art. 167 c. 6, 7 e 8 del Regolamento dei materiali di cui all'art. 61.1 e 61.2

a) Qualora il **valore medio** di F.W.D. dello strato soggetto a prova non superi i **65.000 Kg./cmq.** lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati effettuando una detrazione del **10%**.

Se i risultati delle ispezioni e dei controlli in corso d'opera o finale non dovessero essere conformi ai requisiti richiesti nel presente Capitolato speciale di appalto verranno applicati provvedimenti tecnico-contabili nei modi e nelle misure seguenti, ai sensi dell'art. 167 c. 6, 7 e 8 del Regolamento che prevede che venga applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, **sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.**

b) Se dalle verifiche e prove in corso d'opera o finale farà riscontro un conglomerato bituminoso (**al netto delle tolleranze**) non conforme alla miscela di progetto accettata dalla direzione dei lavori così come definita al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione", si procederà nel seguente modo: le verifiche e le prove che hanno dato **esito negativo** (al netto delle tolleranze), e che non risultano comunque conformi alle norme e prescrizioni tecniche di legge e del presente C.S.A., saranno ripetute su tre nuovi saggi, entro la zona del primo saggio (tali prove sono da **considerarsi ulteriori prove** ai sensi dell'art. 167 comma 8 del Regolamento e pertanto le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore). Se a seguito delle prove aggiuntive di cui sopra si risconteranno due o più saggi negativi, l'opera sarà considerata non accettabile e non collaudabile. Se a seguito delle prove aggiuntive di cui sopra si risconterà solo **1 (uno)** saggio negativo, ciò comporterà un declassamento con relative **riduzioni del prezzo unitario** che saranno effettuate nel seguente modo:

- Per ogni punto percentuale (**1%**) di **Filler** che esce dai limiti di tolleranza di cui al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione" sia in difetto che in eccesso, sarà operata una detrazione dell'**1%** sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulla superficie, fornitura o fornitura posata attribuita ai saggi negativi.
- Per ogni punto percentuale (**1%**) di **aggregato fino o grosso** che esce dai limiti di tolleranza di cui al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione" sia in difetto che in eccesso, sarà operata una detrazione dello **0,5%** sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulla superficie, fornitura o fornitura posata attribuita ai saggi negativi.
- la **stabilità di Marshall** a 60 °C, riscontrata su provini (detta **MshP**) confezionati con le miscele bituminose del cantiere non dovrà essere inferiore al 90% della stabilità riscontrata sulla "**miscela di progetto**" di cui al paragrafo "Controllo dei requisiti di accettazione" (limite di tolleranza detto **L.T.Msh**) e **in nessun caso inferiore ai valori limiti di capitolato speciale di appalto**: il mancato raggiungimento del valore minimo (**limiti di capitolato speciale di appalto**) di stabilità Marshall comporterà l'allontanamento della miscela dal cantiere a spese dell'Impresa. Per i valori di stabilità Marshall che risulteranno essere inferiori al 90% della stabilità riscontrata sulla miscela di progetto (L.T.Msh), ma comunque sempre superiori al **limiti di**

capitolato speciale di appalto, sarà invece operata la seguente detrazione: **per ogni punto percentuale (1%)** del rapporto tra lo scostamento della stabilità di marshall del provino e il limite della la stabilità di Marshall della miscela di progetto rispetto a quest'ultima (percentuale così calcolata: $(L.T.Msh - MshP)/LTMsh$), sarà operata una detrazione dello **0,5%** sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulla superficie (o fornitura) di riferimento attribuita ai saggi negativi, come sopra specificata;

- **se il contenuto di bitume**, riscontrato sui campioni di una miscela bituminosa non rientra nelle tolleranze di cui al paragrafo “Controllo dei requisiti di accettazione”, sia in difetto che in eccesso, per ogni frazione dell'**1%** o parte di essa che si discosti dalla tolleranza, sarà operata una detrazione pari al **5%** del prezzo unitario del conglomerato fornito o fornito e posto in opera, da computare sulla superficie o fornitura attribuita ai saggi negativi;
 - se il contenuto **percentuale di vuoti residui**, riscontrati nei singoli strati di pavimentazione in opera, esce dalle tolleranze di cui al paragrafo “Controllo dei requisiti di accettazione”, sia in difetto che in eccesso, per ogni percentuale (**1%**) che esce dai limiti di tolleranza, sarà operata una detrazione pari al **5%** del prezzo unitario del conglomerato fornito o fornito e posto in opera, da computare sulla superficie (o fornitura) attribuita ai saggi negativi, come sopra indicato;
 - **per ogni 5% di spessore in meno oltre il limite di tolleranza del 10% dello spessore di progetto riscontrato sui singoli strati e sul solo strato di usura sarà operata una detrazione pari al 10% del rispettivo prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulla superficie attribuita ai saggi negativi, come sopra detto;**
 - ogni **avvallamento o scostamento** superiore alle prescrizioni, riscontrato sulla superficie dello strato di pavimentazione a diretto contatto con l'azione del traffico, comporterà la detrazione del **50%** del prezzo di appalto del conglomerato fornito e posto in opera di 10 (dieci) mq di superficie o di 1.000 Kg di impasto a peso.
- 6 Nessun compenso spetterà all'Impresa per maggiori forniture, prestazioni o lavori che non siano quelli contrattuali e/o ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori, se pur causati da imperizia, accidentalità o comodità di esecuzione, anche se dalle circostanze dovessero derivare vantaggi alla Società.

Eventuali lavori di rifacimento, apportati dall'Impresa nel periodo in cui gli compete la manutenzione, ossia fra l'ultimazione dei lavori e il collaudo o certificato di regolare esecuzione, non potranno superare il quinto dell'intera superficie.

In caso contrario e in tutti quei casi in cui i risultati delle successive ispezioni o prove, non rispondessero ancora (dopo aver adottato i necessari accorgimenti, modificazioni e sostituzioni), ai requisiti, verranno applicate penali e verranno adottati provvedimenti tecnici e amministrativi, a carico dell'Impresa, come previsto dalle vigenti Leggi sui Lavori Pubblici.

133.2. – ALTRE MISCELE AMMESSE PER IL CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO “TAPPETO D’USURA”

Le miscele di progetto proposte dall'Impresa di cui al paragrafo “Controllo dei requisiti di accettazione” dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

La D.L. si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà la curva granulometrica da adottare in esecuzione tra tutte quelle previste nel presente C.S.A. Per ognuna delle miscele richieste dalla D.L. dovrà essere proposta dall'Impresa con adeguato anticipo la “miscela di progetto” di cui al paragrafo “Controllo dei requisiti di accettazione”.

Sarà discrezione della D.L. richiedere, qualora le condizioni e la tipologia di lavoro lo richiedessero, l'impiego di conglomerati bituminosi tipo “tappeto d'usura”, confezionati secondo i due fusi granulometrici di seguito riportati; l'impiego di tali tipi di tappeti sarà compensato all'Impresa con il prezzo di elenco utilizzato per il tappeto di cui agli artt. Precedenti.

Conglomerato bituminoso tipo “usura – medio fine”

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 10	100
“ 5	65-100
Setaccio 2	34-57
“ 0,4	12-28
“ 0,18	9-18
“ 0,075	5-10

Requisiti di accettazione

6. Contenuto di bitume, riferito alla miscela di aggregati, compreso tra il 5,5 ed il, 6,5 %;

7. Stabilità Marshall non inferiore a 1000 Kg;
8. Rigidezza non inferiore a 300 Kg/mm;
9. Percentuale dei vuoti, calcolata su provini Marshall costipati con 75 colpi di maglio per faccia, tra il 3 ed il 6 %;
10. Percentuale in opera dei vuoti, da determinarsi su carote del diametro di 10 cm, compreso tra il 4 e l'8 %.

Conglomerato bituminoso tipo "usura -fine"

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 10	100
" 5	70-100
Setaccio 2	40-61
" 0,4	16-30
" 0,18	10-20
" 0,075	6-12

Requisiti di accettazione

11. Contenuto di bitume, riferito alla miscela di aggregati, compreso tra il 5,5 ed il, 6,5 %;
12. Stabilità Marshall non inferiore a 1000 Kg;
13. Rigidezza non inferiore a 300 Kg/mm;
14. Percentuale dei vuoti, calcolata su provini Marshall costipati con 75 colpi di maglio per faccia, tra il 3 ed il 6 %;
15. Percentuale in opera dei vuoti, da determinarsi su carote del diametro di 10 cm, compreso tra il 4 e l'8 %.

Art. 134 – Requisiti di accettazione per la regolarità superficiale

La regolarità superficiale deve essere valutata mediante la misura dell'indice I.R.I. in mm/metro. Tale indice è ricavabile dalla misura accurata del profilo longitudinale della pavimentazione utilizzando un Profilometro Laser che abbia un passo di camminamento non superiore a 0,5 cm.

L'indice I.R.I. e le irregolarità per onde medie (3.3-14 metri) e per onde corte (1-3.3 metri) sono mediati su sezioni di 25 metri di lunghezza e devono rispondere ai seguenti requisiti:

Tratti superiori a 1 Km.

- I.R.I. medio/Km < 1.5 mm./metro con una deviazione standard < 0.3 mm./metro;
- irregolarità media per onde medie (3.3-13 m) < 4 mm. su sezioni di 25 metri. Sono ammesse al massimo 2 sezioni di 25 m. ciascuna, all'interno della sezione di 1 Km., con valori di irregolarità per onde medie superiori a 4 mm. ma inferiori a 6 mm.;
- irregolarità media per onde corte (1-3.3 m.) < 2 mm. per sezioni di 25 m. sono ammesse al massimo 2 sezioni di 25 m. ciascuna, all'interno di una sezione di 1 Km., con valori di irregolarità per onde corte superiori a 2 mm. ma inferiori a 3 mm.

Tratti inferiori a 1 Km. ma superiori a 200 metri

I.R.I. medio < 1.5 mm/metro con deviazione standard < 0,25 mm./metro;

All'interno della sezione inferiore al Km. è ammesso al massimo 1 valore (mediato su 25 m.) che abbia irregolarità per onde corte o irregolarità per onde medie rispettivamente superiore a 2 mm, ma inferiori a 3 mm. e superiore a 4 mm. inferiore a 6 mm.

Tratti inferiori a 200 metri

La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.

Requisiti minimi di accettazione per l'aderenza

Tratti superiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (C.A.T.), misurato con apparecchiatura SCRIM ogni 10 metri di pavimentazione e mediato ogni 50 metri, deve risultare non inferiore a 55.

La macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n. 94 del 15.10.83), dovrà essere superiore a 0.3 (valore medio su tutto il tratto, con 1 misura almeno ogni 400 metri).

Non sono ammessi valori puntuali (ogni 10 metri di pavimentazione) di C.A.T. inferiori a 45 e misure di HS inferiori a 0.2.

Le misure di C.A.T. e HS devono essere effettuate tra il 15° ed il 90° giorno dell'apertura al traffico dopo il termine dei lavori di manutenzione.

I valori rilevati con l'apparecchiatura SCRIM nelle condizioni di misura, per poter essere confrontati con i requisiti di accettazione sopra menzionati, devono essere riferiti ad una velocità dello SCRIM di 60 Km/hr ed a una temperatura superficiale della pavimentazione di 30°C.

Tratti inferiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale potrà essere valutato con la prova del pendolo mediante almeno una misura nel tratto da valutare o, ove possibile, ogni 100 metri di pavimentazione.

La macrorugosità superficiale sarà valutata mediante il sistema dell'altezza in sabbia (almeno 1 misura).

Valgono gli stessi requisiti di accettazione esposti per i tratti superiori ai 400 metri.

Art. 135 – Demolizione della pavimentazione

135.1. - DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della D.L. potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire. Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della D.L. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla D.L. 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 ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

1 Requisiti di accettazione ai sensi ai sensi art. 167 c. 6,7 e 8 del Regolamento

La non idonea pulizia delle superfici potrà provocare una penalizzazione sul prezzo di elenco del **15%**.

2 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 dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm. di base per lato.

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

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, 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.

135.2. - DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali, quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

I materiali provenienti dalle demolizioni di cui ai punti **63.1 e 63.2** resteranno di proprietà dell'Impresa e dovranno sempre e al più presto venire trasportati a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore nel rispetto di tutta la normativa

vigente in materia ed in particolare del D.Lgs 152/2006 e s.m.ei. **A tal fine si precisa fin d'ora che l'Appaltatore è il Produttore ed il Detentore dei rifiuti ai sensi dell'art. 6 del succitato D.Lgs.**

3 Tale prescrizione è impartita ai sensi dell'ultimo comma dell'art. 36 comma 3 del Capitolato Generale d'Appalto per le Opere Pubbliche con la precisazione che il valore attribuito al materiale di risulta è già stato dedotto nella determinazione dei relativi prezzi unitari contenuti nell'Elenco Prezzi di progetto.

I rifiuti provenienti dalle demolizioni di cui ai punti **63.1 e 63.2** dovranno al più presto venire trasportati a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore, nel rispetto della normativa vigente in materia ed in particolare del D.Lgs 152/2006 e s.m. e i.

All'Appaltatore competono gli oneri previsti dal D.Lgs n. 152/2006 e s.m.ei., quale produttore e detentore del rifiuto, tra cui anche gli obblighi relativi alla tenuta dei registri rifiuti e formulari e/o qualsiasi altro adempimento previsto dalla normativa vigente. Copia di tale documentazione dovrà essere fornita a sola richiesta verbale della D.L., anche ai fini della contabilità lavori.

Tutti gli oneri previsti dal D.Lgs n. 152/2006 e s.m.ei., quale produttore e detentore del rifiuto, sono ricompresi nei prezzi unitari formulati nell'Elenco Prezzi Unitari facente parte dei documenti contrattuali.

Sono pure ricompresi e compensati nei Prezzi Unitari di cui sopra (anche quando non espressamente indicato nella relativa voce di elenco prezzi) tutti i seguenti oneri (FANNO ECCEZIONE I PREZZI UNITARI IN CUI GLI ONERI DI CONFERIMENTO/DISCARICA SONO ESPRESSAMENTE ESCLUSI):

Operazioni di demolizione

- **il rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, inclusi pozzetti ed ispezioni, e da localizzare preventivamente a cura e spese dell'Appaltatore tipo condutture e cavi telefonici ecc., nonché opere di interesse archeologico.**
- **Il taglio e la rimozione di trovanti in roccia o muratura o calcestruzzo.**
- **Rimozione eventuale di arbusti e ceppaie e trovanti.**
- **Gli approvvigionamenti ed indennità di cava**
- **Regolarizzazione del piano di posa**
- **Lo spostamento dei materiali di demolizione fino al punto di carico sul mezzo di trasporto ed il carico sul medesimo (il materiale di demolizione è di proprietà dell'Appaltatore);**

Operazioni di trasporto e conferimento alla destinazione finale dei materiali di demolizione inclusi oneri di conferimento

- **Il trasporto ed il conferimento del materiale di demolizione (di proprietà dell'Appaltatore) SOTTOPOSTI alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla parte quarta del D.Lgs 152/2006 (T.U. Ambiente), in idonea discarica o impianto di recupero (compresi gli oneri di discarica al netto del tributo speciale Regione Lombardia L. 549/95 il quale non si applica qualora i materiali di risulta o i rifiuti vengano conferiti in impianti con recupero degli stessi) nel rispetto della vigente normativa in materia di rifiuti compresi gli oneri per eventuali trattamenti pre-post conferimento e test di cessione.**

L'oneri di trasporto dei materiali provenienti dalle demolizioni alla destinazione finale è valutata per una distanza media di 10 Km in considerazione del fatto che sussistono entro tale distanza discariche e impianti di recupero autorizzati al ricevimento dei suddetti materiali da demolizione come deducibile dagli elenchi forniti dalle Amministrazioni Provinciali di Pavia ed Alessandria o equivalenti. Resta inteso che la scelta della destinazione finale è a totale carico dell'Appaltatore precisando che verrà contabilizzata solo la spesa per i primi 10 Km di distanza considerando pertanto ogni scostamento da tale distanza una scelta dell'Appaltatore meramente discrezionale che non possa conseguentemente incidere sul costo della lavorazione complessiva.

Il calcolo del volume del materiale scavato/demolito e trasportato dall'Appaltatore è valutato e compensato sulla base del solo volume del materiale compatto prima dello scavo/demolizione.

Art. 136 – Posa dei conglomerati bituminosi (strati di base, collegamento e d'usura)

I conglomerati saranno formati con pietrischetti, graniglie e sabbia, ed in alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi e liquidi, secondo le prescrizioni di composizione indicate **all'Art. conglomerati bituminosi a caldo**. In linea generale, salva diversa disposizione della D.L., la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da 2 falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordata in asse da un arco di cerchio avente tangente di m. 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale di 2,50%. Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la D.L. stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quello dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti per ciascun tratto dalla D.L.

ART. 137 SCAVI DI SBANCAMENTO

Saranno considerati scavi di sbancamento quelli necessari per le sistemazioni del terreno, per la formazione di cassonetti stradali, giardini, piani di appoggio per strutture di fondazione e per l'incasso di opere poste al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti ed aperti almeno da un lato.

Saranno, inoltre, considerati come sbancamento tutti gli scavi a sezione tale da consentire l'accesso, con rampe, ai mezzi di scavo ed a quelli per il trasporto dei materiali di risulta.

- Scavi per fondazioni

Saranno considerati scavi per fondazioni quelli posti al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti, a pareti verticali e sezione delimitata al perimetro delle fondazioni; verranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per fogne e condutture con trincee a sezione obbligata.

Le pareti degli scavi saranno prevalentemente verticali e, se necessario, l'appaltatore dovrà provvedere al posizionamento di puntelli e paratie di sostegno e protezione, restando pienamente responsabile di eventuali danni a persone o cose provocati da cedimenti del terreno; i piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e la direzione lavori potrà richiedere ulteriori sistemazioni dei livelli, anche se non indicate nei disegni di progetto, senza che l'appaltatore possa avanzare richieste di compensi aggiuntivi.

Tutti gli scavi eseguiti dall'appaltatore, per la creazione di rampe o di aree di manovra dei mezzi, al di fuori del perimetro indicato, non saranno computati nell'appalto e dovranno essere ricoperti, sempre a carico dell'appaltatore, a lavori eseguiti.

Negli scavi per condotte o trincee che dovessero interrompere il flusso dei mezzi di cantiere o del traffico in generale, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, alla creazione di strutture provvisorie per il passaggio dei mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dalla direzione lavori.

Per gli scavi eseguiti sotto il livello di falda su terreni permeabili e con uno strato d'acqua costante fino a 20 cm. dal fondo dello scavo, l'appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità maggiori di 20 cm. dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e computati come tali.

Le suddette prescrizioni non si applicano per gli scavi in presenza d'acqua proveniente da precipitazioni atmosferiche o rotture di condotte e per i quali l'appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'immediata estrazione dell'acqua ed alla riparazione dei danni eventualmente causati.

Tutte le operazioni di rinterro dovranno sempre essere autorizzate dalla direzione lavori.

- Scavi a sezione obbligata

Da eseguire con mezzo meccanico (o, per casi particolari, a mano) in rocce di qualsiasi natura o consistenza, sia sciolte che compatte con resistenza allo schiacciamento fino a 12 N/mm². (ca. 120 kg./cm²), asciutte o bagnate, anche se miste a pietre, compreso il taglio e la rimozione di radici e ceppaie, comprese le opere di sicurezza, il carico ed il trasporto a discarica del materiale di risulta inclusa anche l'eventuale selezione di materiale idoneo per rilevati e da depositare in apposita area all'interno del cantiere.

- Rilevati

Si considerano rilevati tutte quelle opere in terra realizzate per formare il corpo stradale, le opere di presidio, le aree per piazzali ed i piani di imposta per le pavimentazioni di qualsiasi tipo.

Secondo la natura delle opere da eseguire l'impresa dovrà sottoporre, quando richiesta dalla direzione dei lavori, in primo luogo il programma e poi i risultati delle indagini geotecniche, delle prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico e tutto quanto necessario a determinare le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e fisico meccaniche dei terreni interessati dai lavori.

Sui campioni indisturbati, semi distrutti o rimaneggiati prelevati nel corso delle indagini si dovranno eseguire un adeguato numero di prove di laboratorio.

Tutte le operazioni per l'esecuzione di rilevati o rinterri saranno effettuate con l'impiego di materiale proveniente dai depositi provvisori di cantiere o da altri luoghi scelti dall'appaltatore ed approvati dalla direzione dei lavori, restando tassativamente vietato l'uso di materiale argilloso. Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi dello stesso cantiere o dalle cave di prestito, l'appaltatore dovrà eseguire un'accurata serie di indagini per fornire alla direzione dei lavori una completa documentazione in merito alle caratteristiche fisico - meccaniche dei materiali.

La preparazione dell'area dove verrà eseguito il rilevato deve prevedere il taglio di eventuali piante, l'estirpazione delle radici, arbusti, etc. ed il loro avvio a discarica oltre alla completa esportazione del terreno vegetale sottostante.

I rilevati sono classificati nelle seguenti categorie:

- A) rilevati di riempimento;
- B) rilevati autostradali;
- C) rilevati speciali (terre armate).

Nel primo caso (rilevati da riempimento) il materiale dovrà essere steso in strati regolari con densità uniforme e spessore prestabilito compresa la compattazione eventualmente richiesta dalla direzione dei lavori che dovrà essere eseguita per strati di 30 cm. di spessore ed i materiali dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio.

Nel secondo caso (rilevati autostradali) dovranno essere impiegati solo materiali calcarei o ghiaiosi vagliati nelle dimensioni richieste dalle specifiche tecniche o dalla direzione dei lavori ferma restando la norma che le massime pezzature ammesse per il materiale destinato ai rilevati non superino i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Nel terzo caso (rilevati in terre armate) dovranno essere impiegati solamente i materiali calcarei e ghiaiosi vagliati con setacci medio-piccoli nelle dimensioni specificate dalle norme tecniche o dalla direzione dei lavori; questi materiali dovranno comunque essere esenti da residui vegetali o sostanze organiche. Quando è previsto l'uso di armature metalliche, i materiali da impiegare dovranno avere le seguenti caratteristiche: assenza di solfuri, solfati solubili in acqua minori di 500 mg./kg., cloruri minori di 100 mg./kg., Ph compreso tra 5 e 10 e resistività elettrica superiore a 1.000 ohm per cm. per opere in ambiente asciutto e superiore a 3.000 ohm per cm. per opere immerse in acqua. In ogni caso la realizzazione di ciascun tipo di rilevato dovrà prevedere la stesa del materiale eseguita per strati di spessore costante e con modalità tali da evitare fenomeni di segregazione; ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente, lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla direzione dei lavori.

La compattazione sarà effettuata dopo aver verificato il contenuto di acqua presente nei materiali da utilizzare per il rilevato e che dovrà essere prossimo (+/- 2%) ai livelli ottimali indicati dalle prove di laboratorio per ciascun tipo di materiale impiegato. Tutte le operazioni dovranno essere condotte con gradualità ed il passaggio dei rulli o delle macchine dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso per garantire una completa uniformità.

Nel caso di compattazioni eseguite su aree o parti di terreno confinanti con murature, paramenti o manufatti in genere si dovranno utilizzare, entro una distanza di due metri da questi elementi, piastre vibranti o rulli azionati a mano con le accortezze necessarie a non danneggiare le opere già realizzate. In questi casi potrà essere richiesto, dalla direzione dei lavori, l'uso di 25/50 kg. di cemento da mescolare per ogni mc. di materiale da compattare per ottenere degli idonei livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti già realizzati.

La formazione dei rilevati secondo le specifiche sopraindicate dovrà comprendere:

- la preparazione di adeguate pendenze per favorire il deflusso delle acque meteoriche;
- la profilatura delle scarpate;
- eventuali ricarichi di materiale che si rendessero necessari dopo le operazioni di rullaggio e compattazione dei vari strati;
- le sagomature dei bordi.

- Rinterri

I rinterri o riempimenti di scavi dovranno essere eseguiti con materiali privi di sostanze organiche provenienti da depositi di cantiere o da altri luoghi comunque soggetti a controllo da parte della direzione dei lavori e dovranno comprendere:

- spianamenti e sistemazione del terreno di riempimento con mezzi meccanici oppure a mano;
- compattazione a strati non superiori ai 30 cm. di spessore;
- bagnatura ed eventuali ricarichi di materiale da effettuare con le modalità già indicate.

- Muri di sostegno in terra armata

Tutti i muri di sostegno in terra armata dovranno essere dimensionati e realizzati in relazione alla natura del terreno, alle spinte cui verranno sottoposti, ed ai relativi sovraccarichi considerando, ai fini della resistenza alla corrosione, una durabilità non inferiore a 100 anni; i muri saranno costituiti da un terrapieno armato con armature lineari ad alta aderenza inserite nel terreno in strati successivi, connesse a pannelli di paramento prefabbricati, posati su un cordolo di livellamento di calcestruzzo di classe Rbk>200 Kg./cmq. Durante la posa in opera dovrà essere posta particolare cura ed attenzione alla selezione dei materiali per la formazione del rilevato, alla disposizione delle armature, allo spessore degli strati ed alle modalità di compattazione (in particolare in prossimità del paramento esterno).

I pannelli necessari per il paramento esterno potranno essere:

- 1) pannelli cruciformi prefabbricati in calcestruzzo di tipo II e classe 300, armati secondo le prescrizioni di calcolo con ferri ad aderenza migliorata del tipo feb44k controllati in stabilimento, inclusi i pezzi speciali (semi pannelli e pannelli fuori misura), perni e manicotti e con i giunti orizzontali costituiti da strisce dello spessore di mm. 20 in materiale trattato con resine epossidiche e giunti verticali costituiti da strisce di poliuretano a cellula aperta di sezione mm. 40x40 e comprese, infine, tutte le prove di laboratorio per la verifica dell'idoneità del materiale utilizzato ed in particolare quello destinato al rilevato da utilizzare per la costruzione del massiccio in terra armata;
- 2) pannelli di paramento del tipo "muro verde" inclinati di ca. 70 gradi rispetto all'orizzontale, muniti di contrafforti di appoggio atti a costituire, mediante sovrapposizione, volumi da riempire con terreno vegetale per permettere la piantumazione e l'inerbimento; i pannelli dovranno essere prefabbricati in calcestruzzo di tipo II e classe 300, armati

secondo le prescrizioni di calcolo con ferri ad aderenza migliorata del tipo feb44k controllati in stabilimento, compresi i pezzi speciali (pannelli fuori misura), perni, manicotti, appoggi orizzontali in gomma sintetica, rivestimento in resina epossidica o vernice bituminosa che dovrà essere applicato sugli attacchi, sui bulloni ed il primo metro di armatura in prossimità dell'attacco, comprese, infine, tutte le prove di laboratorio per la verifica dell'idoneità del materiale utilizzato ed in particolare quello destinato al rilevato da utilizzare per la costruzione del massiccio in terra armata.

Art. 138 – Tracciamenti, scavi e rilevati

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale o altro manufatto da realizzare, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette dell'opera finita compattata. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

E' fatto assoluto divieto all'Impresa, a pena del riscavo e del rifacimento delle opere eseguite, di iniziare la formazione dei rilevati e dei rinterri prima che la DL abbia accettato il piano di posa degli stessi. A tale proposito si sottolinea che qualora il piano di posa di imposta non soddisfi i requisiti meglio descritti ai punti precedenti, il terreno dovrà essere asportato e sostituito nella misura necessaria a cura e spese dell'Impresa e senza che questa possa avanzare richiesta alcuna di oneri aggiuntivi. Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie i in c.a., l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle odine, come per i lavori in terra

Art. 139 – Massicciata

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare.

I materiali da utilizzare e le modalità di realizzazione dovranno essere in tutto conformi a quanto prescritto all'Art. "Misto granulare non legato per fondazione"

Art. 140 – Cilindratura delle massicciate

Salvo quanto è detto all'articolo che riguarda le semplici compressioni di massicciata a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure cilindature da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a Km. 3 ed effettuerà un numero di passaggi adatto ad ottenere la compattazione prescritta per la massicciata.

Per la chiusura e rifinitura della cilindrata si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento.

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindatura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno cm. 20 della zona precedentemente cilindrata e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm. di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiore a cm. 12 di altezza misurati nel pietrisco soffice sparso e quindi prima della cilindatura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a cm. 12, misurata sempre come sopra, la cilindatura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di cm. 12 o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate, queste vengono distinte in 3 categorie:

1° - di tipo chiuso

2° - di tipo parzialmente aperto

3° - di tipo completamente aperto

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindatura ultimato e dei trattamenti o rivestimenti, con i quali è previsto, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico, senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

Art. 141 – Massicciata a Macadam ordinario

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi a quelle comunemente prescritte o da mescolanza di dimensioni assortite secondo gli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori.

I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee.

Art. 142 – Segnaletica

Sarà a cura e carico dell'Impresa provvedere al posizionamento di opportuna segnaletica, chiara ed inequivocabile, atta a salvaguardare l'incolumità degli utenti del suolo pubblico che dovessero transitare, a piedi o con un veicolo, in prossimità dei lavori.

Per tutte le situazioni cantieristiche e di pericolo, l'Impresa dovrà attenersi alla perfetta osservanza di quanto previsto nel "Nuovo Codice della Strada e regolamento d'attuazione" approvati con D.L. 30.04.1992, n. 285 e D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successivi aggiornamenti. La rimozione della stessa segnaletica, a chiusura del cantiere, sarà a cura e carico dell'Impresa.

Nel caso restino aperti nelle ore notturne scavi, o esista una zona nella quale i lavori non siano stati completati, sarà cura dell'Impresa provvedere a segnalare, anche con metodi luminosi il potenziale pericolo. Si dovrà altresì provvedere alla delimitazione dello scavo o del cantiere sia in sede stradale che fuori.

Qualora le opere di installazione o le stesse operazioni di cantiere dovessero essere tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione Lavori. Nei casi di urgenza però, l'Impresa ha l'obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente la D.L.

L'Impresa non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà far valere titolo di compenso ed indennizzo, per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata alla Direzione Lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Sarà a cura e carico dell'Impresa anche la segnaletica necessaria per effettuare corsie uniche o deviazioni della carreggiata regolate semaforicamente.

È consentito il deposito, per l'uso giornaliero, all'interno del cantiere di lavoro opportunamente delimitato e segnalato secondo quanto previsto dalle norme del Codice della Strada.

QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI SEGNALI VERTICALI E DEGLI ALTRI ARTICOLI

I materiali utilizzati per la produzione dei segnali verticali e delle pellicole rifrangenti dovranno essere delle migliori qualità in commercio, ed avere forma, dimensioni, colori e caratteristiche conformi al Regolamento di esecuzione del vigente Codice della Strada ed agli appositi disciplinari tecnici approvati con decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, pubblicati nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

A tal fine le ditte concorrenti dovranno essere in possesso dei certificati di conformità dei prodotti di segnaletica rilasciati da un organismo di certificazione accreditato ai sensi delle norme della serie EN 12899-1:2007 che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti, sostegni inclusi.

4 I segnali cartelli devono essere costruiti in lamiera di alluminio semicrudo, puro al 99%, avente spessore non inferiore a 25/10 di mm e dovranno essere rinforzati su tutto il perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola e qualora le dimensioni dei segnali siano pari o superiori a mq 0,80, i segnali dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento.

5

Tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12, saldate al segnale da contro staffe in acciaio zincato dello spessore di mm. 2,00 con due fori, nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da cm. 7,5.

6 Il retro dei segnali deve essere di colore neutro opaco: su di esso deve essere indicata in modo chiaro la dicitura “Comune di Voghera – ordinanza n. _____ del _____”, il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale, l’anno di fabbricazione nonché il numero dell’autorizzazione concessa dal Ministero competente alla ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali. L’insieme delle predette annotazioni, così come prescritto dall’art. 77 del D.P.R. 16.12.1992, n. 495, non può superare la superficie di 200 centimetri quadrati.

7

8 I segnali stradali dovranno essere forniti muniti di attacchi in ferro zincato e relativa bulloneria in ferro zincato; i segnali nome strada dovranno essere forniti muniti di attacchi, accessori e bulloneria in acciaio inox; i segnali di passo carraio dovranno essere realizzati privi della bordatura di irrigidimento e dovranno essere muniti di 4 fori agli angoli del segnale, dovranno inoltre essere muniti di dotati di logo del comune a colori e delle dicitura: “aut. n. _____”.

I pali di sostegno dovranno essere realizzati in ferro zincato a caldo di spessore di mm 3, e dovranno essere forniti muniti di completi di spinotto alla base, tappo di chiusura alla sommità e dispositivo antirotazione.

Art. 143 – Interferenze pubblici servizi

L’Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati le necessarie indicazioni per l’individuazione dei servizi pubblici eventualmente interferenti presenti lungo il tracciato delle opere (cavi elettrici, telefonici, tubazioni dell’acquedotto o gas o altri servizi tecnologici servizi) e ad operare con le dovute cautele. In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l’individuazione dei cavi e tubazioni stesse sono totalmente a carico dell’Impresa restando la Committente sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Art. 144 – Attrezzatura di cantiere

Tutta l’attrezzatura di cantiere che l’Impresa intendesse eventualmente utilizzare per la lavorazione del presente Appalto dovrà esse visionata ed approvata dalla Direzione Lavori. L’Impresa dovrà altresì sottoporre a preventiva approvazione della D.L. un piano dei lavori con evidenziata in modo inequivocabile le tempistiche da eseguire nelle lavorazioni **e da prove di controllo durante l’esecuzione dei lavori** ed un “Piano per la qualità delle lavorazioni” nel quale, mediante descrizione dei mezzi utilizzati per le singole fasi esecutive, sarà possibile valutare in fase preventiva la bontà dei livelli di lavoro e quindi la qualità che verrà ottenuta.

Quanto sopraddetto non esonera l’Impresa da prove di controllo preventive e durante l’esecuzione dei lavori sui materiali, soprattutto conglomerati bituminosi al fine di accertarne l’idoneità rispetto ai requisiti tecnici indicati nel presente Capitolato, così come previsto dal presente Capitolato su richiesta della D.L.

Art. 145 – Pavimentazione in massetti autobloccanti

- **Per marciapiede tipo 1:** la pavimentazione di cui all’oggetto è realizzata in cls vibrocompresso multistrato, **spessore cm 4**, finitura al quarzo, con destinazione d’uso pedonale/traffico leggero, con resistenza al gelo colore tipo **colormix**, posata a secco su letto di sabbia costante di spessore 4-5 cm, vibrocompattata con piastra e sigillata a secco con sabbia asciutta.

Lo strato di usura del massetto, per almeno il 12% dello spessore totale, dovrà essere realizzato con una miscela di **quarzo** selezionati a granulometria massima **3 mm** al fine di ottenere un manufatto con elevate prestazioni di resistenza all’abrasione aventi la superficie di calpestio bugnata.

Il fornitore del massetto dovrà produrre le seguenti certificazioni di qualità; marchio UNI-ICMQ di conformità del massetto alla norma UNI 9065 e marcatura CE ai sensi della norma EN 1338 "Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova.

I massetti dovranno rispondere ai seguenti requisiti tecnici minimi per cui viene prodotta la certificazione di parte terza accreditata: (S valore singolo M media dei valori)

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Resistenza convenzionale a compressione	UNI 9065/2	N/mm ²	S M	>= 50 >= 60
Assorbimento d’acqua	UNI 9065/2	% in volume	S M	<= 14 <= 12
Massa Volumica	UNI 9065/2	Kg/dm ³	S M	>= 2,10 >= 2,20
Tolleranza di spessore	UNI 9065/2	mm	S	± 3

			M	□ 2
--	--	--	---	-----

Ed a quelli supplementari per i quali la conformità dovrà essere dichiarata dal produttore

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Perdita di peso per gelo in presenza di sali	PR EN 1338 (2000) art 5.3.1	Kg/mq	S M	< 1,5 <=1,6
Resistenza a trazione indiretta	PR EN 1338 art 5.3.2	MPa	S M	>=2,9 >= 3,6
Resistenza all'abrasione	PR EN 1338 art 5.3.3	mm	S M	<= 20 <= 20
Resistenza allo scivolamento	PR EN 1338 art 5.3.4	British pendulum	S M	>= 45 >= 45
Resistenza al fuoco	PR EN 1338 art 5.3.5			Classe A 1

- **Per marciapiede tipo 2:** la pavimentazione di cui all'oggetto è realizzata in cls vibrocompresso multistrato, spessore cm 6, composto da tre forme regolari componibili con profili laterali ad andamento sinuoso e superficie di calpestio bugnata, che realizzano in opera una configurazione di mattonato irregolare, colore tipo porfido **colormix**, posata a secco su letto di sabbia costante di spessore 4-5 cm, vibrocompattata con piastra e sigillata a secco con sabbia asciutta.

Lo strato di usura del massetto, per almeno il 12% dello spessore totale, dovrà essere realizzato con una miscela di porfidi selezionati a granulometria massima 3 mm al fine di ottenere un manufatto con elevate prestazioni di resistenza all'abrasione aventi la superficie di calpestio bugnata.

Il fornitore del massetto dovrà produrre le seguenti certificazioni di qualità; marchio UNI-ICMQ di conformità del massetto alla norma UNI 9065 e marcatura CE ai sensi della norma EN 1338 "Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova.

I massetti dovranno rispondere ai seguenti requisiti tecnici minimi per cui viene prodotta la certificazione di parte terza accreditata: (S valore singolo M media dei valori)

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Resistenza convenzionale a compressione	UNI 9065/2	N/mm ²	S M	>= 50 >= 60
Assorbimento d'acqua	UNI 9065/2	% in volume	S M	<= 14 <= 12
Massa Volumica	UNI 9065/2	Kg/dm ³	S M	>= 2,10 >= 2,20
Tolleranza di spessore	UNI 9065/2	mm	S M	□ 3 □ 2

Ed a quelli supplementari per i quali la conformità dovrà essere dichiarata dal produttore

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Perdita di peso per gelo in presenza di sali	PR EN 1338 (2000) art 5.3.1	Kg/mq	S M	< 1,5 <=1,0
Resistenza a trazione indiretta	PR EN 1338 art 5.3.2	MPa	S M	>=2,9 >= 3,6
Resistenza all'abrasione	PR EN 1338 art 5.3.3	mm	S M	<= 20 <= 20
Resistenza allo scivolamento	PR EN 1338 art 5.3.4	British pendulum	S M	>= 45 >= 45
Resistenza al fuoco	PR EN 1338 art 5.3.5			Classe A 1

Perdita di peso per gelo in presenza di sali	PR EN 1338 (2000) art 5.3.1	Kg/mq	S M	< 1,5 <=1,0
Resistenza a trazione indiretta	PR EN 1338 art 5.3.2	MPa	S M	>= 2,9 >= 3,6
Resistenza all'abrasione	PR EN 1338 art 5.3.3	mm	S M	<= 20 <= 20
Resistenza allo scivolamento	PR EN 1338 art 5.3.4	British pendulum	S M	>= 45 >= 45

- 3 Per marciapiede tipo 3:**La pavimentazione di cui all'oggetto è realizzata in cls vibrocompresso multistrato spess. cm 6cm. 12x25 colore grigio/rosso posata a secco su letto di sabbia costante di spessore cm. 4/5 cm. vibrocompattata con piastra e sigillata a secco con sabbia asciutta. **Il massello dovrà essere realizzato**

con una miscela di aggregati da consentire una permeabilità iniziale all'acqua uguale o superiore a 2 (litri /mq.)/min. sotto un battente di circa 5 cm. Tale caratteristica dovrà risultare da certificazione di laboratorio ufficialmente riconosciuto. Lo strato di usura al massetto, per almeno il 12% dello spessore totale, dovrà essere realizzato con una miscela di quarzi selezionati a granulometria massima 2,4 mm. al fine di ottenere un manufatto con eccezionali prestazioni di resistenza all'abrasione ed un elevato grado di finitura superficiale del massetto con colorazione omogenea e brillante. Il fornitore del massetto dovrà produrre le seguenti certificazioni di qualità rilasciate da parte terza accreditata: Sistema Qualità Aziendale ISO 9002 e marcatura CE ai sensi della norma EN 1338 "Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova.

I massetti dovranno rispondere ai seguenti requisiti tecnici minimi per cui viene prodotta la certificazione di parte terza accreditata: (S valore singolo M media dei valori):

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Resistenza convenzionale a compressione	UNI 9065/2	N/mm ²	S M	>=25 >=30
Tolleranza di spessore	UNI 9062/2	mm	S M	+/- 3 +/- 3
Resistenza all'abrasione	PR EN 1338 art 5.3.3	mm	S M	<= 20 <= 20
Resistenza allo scivolamento	PR EN 1338 art 5.3.4	British pendulum	S M	>= 45 >= 45

5. Per marciapiede tipo 4: La pavimentazione di cui all'oggetto è realizzata in cls vibrocompreso multistrato spess.

cm. 6di forma quadrata dimensioni di ingombro **cm. 25x25** di colore grigio/nero posata a secco su letto di sabbia costante di spessore 4/5 cm., vibrocompattata con piastra e sigillata a secco con sabbia asciutta.

Lo strato di usura del massetto, per almeno il 12% dello spessore totale, dovrà essere realizzato in miscela di quarzi e graniti selezionati a granulometria massima 3 mm., al fine di ottenere un manufatto con eccezionali prestazioni di resistenza all'abrasione ed un elevato grado di finitura superficiale del massetto con colorazione omogenea e brillante.

9 Il fornitore del massetto dovrà produrre certificazioni di Sistema Qualità Aziendale ISO 9002 e marcatura CE ai sensi della norma EN 1338 "Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova.

I massetti dovranno rispondere ai seguenti requisiti tecnici minimi per cui viene prodotta la certificazione di parte terza accreditata: (S valore singolo M media dei valori):

Caratteristica tecnica	Norme di riferimento	Unità di misura	S M	Valori secondo criteri di campionamento della Norma
Perdita di peso per gelo in presenza di sali	PR EN 1339 (2000) art 5.2.3	mm	S M	+/- 3 +/- 3
Resistenza a trazione indiretta	PR EN 1339 art 5.3.1	Kg/m ²	S M	<= 1,5 <= 1,0
Resistenza all'abrasione	PR EN 1339 art 5.3.3	mm	S M	<= 20 <= 20
Resistenza allo scivolamento	PR EN 1339 art 5.3.4	British pendulum	S M	>= 45 >= 45
Carico di rottura a flessione	PR EN 1339 art 5.3.4	kN	S M	>= 11,2 >= 14,0
Resistenza al fuoco	PR EN 1339 art 5.3.6		S M	Classe A1

Art. 146 – Tubazioni

Tutte le tubazioni e la posa in opera relativa dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate dal presente capitolato, alle specifiche espressamente richiamate nei relativi impianti di appartenenza ed alla normativa vigente in materia.

L'appaltatore dovrà, se necessario, provvedere alla preparazione dei disegni particolareggiati da integrare al progetto occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'appaltatore dovrà, inoltre, fornire dei grafici finali con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni.

Si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo il più possibile il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione, rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifoni, pozzetti, etc.; sono tassativamente da evitare l'utilizzo di spezzoni e conseguente sovrannumero di giunti.

Nel caso di attraversamento di giunti strutturali saranno predisposti nei punti appropriati, compensatori di dilatazione approvati dalla direzione lavori.

Le tubazioni interrate dovranno essere poste ad una profondità tale che lo strato di copertura delle stesse sia di almeno 1 m. Gli scavi dovranno essere eseguiti con particolare riguardo alla natura del terreno, al diametro delle tubazioni ed alla sicurezza durante le operazioni di posa. Il fondo dello scavo sarà sempre piano e, dove necessario, le tubazioni saranno poste in opera su un sottofondo di sabbia di 10 cm. di spessore su tutta la larghezza e lunghezza dello scavo.

Nel caso di prescrizioni specifiche per gli appoggi su letti di conglomerato cementizio o sostegni isolati, richieste di contropendenze e di qualsiasi altro intervento necessario a migliorare le operazioni di posa in opera, si dovranno eseguire le fasi di lavoro, anche di dettaglio, nei modi e tempi richiesti dalla direzione lavori.

Dopo le prove di collaudo delle tubazioni saranno effettuati i rinterrati con i materiali provenienti dallo scavo ed usando gli accorgimenti necessari ad evitare danneggiamenti delle tubazioni stesse e degli eventuali rivestimenti.

Le tubazioni non interrate dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo da garantire un perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

Le tubazioni a vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm. (misurati dal filo esterno del tubo o del rivestimento) dal muro; le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con materiali idonei.

Le tubazioni metalliche in vista o sottotraccia, comprese quelle poste in prossimità di impianti elettrici, dovranno avere un adeguato impianto di messa a terra funzionante su tutta la rete.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta, nel caso di giunzioni miste la direzione lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi.

L'appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Tutte le condotte destinate all'acqua potabile, in aggiunta alle normali operazioni di pulizia, dovranno essere accuratamente disinfettate.

Nelle interruzioni delle fasi di posa è obbligatorio l'uso di tappi filettati per la protezione delle estremità aperte della rete.

Le pressioni di prova, durante il collaudo, saranno di 1,5-2 volte superiori a quelle di esercizio e la lettura sul manometro verrà effettuata nel punto più basso del circuito. La pressione dovrà rimanere costante per almeno 24 ore consecutive entro le quali non dovranno verificarsi difetti o perdite di qualunque tipo; nel caso di imperfezioni riscontrate durante la prova, l'appaltatore dovrà provvedere all'immediata riparazione dopo la quale sarà effettuata un'altra prova e questo fino all'eliminazione di tutti i difetti dell'impianto.

Le tubazioni per l'acqua verranno collaudate come sopra indicato, procedendo per prove su tratti di rete ed infine sull'intero circuito; le tubazioni del gas e quelle di scarico verranno collaudate, salvo diverse disposizioni, ad aria o acqua, con le stesse modalità descritte al comma precedente.

Tubazioni per acquedotti e fognature

Le tubazioni per acquedotti e fognature saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- A) tubi in cemento vibrocompresso;
- B) tubazioni in ghisa sferoidale uni iso 2531;
- C) tubi in acciaio saldati;
- D) tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (prfv) UNI 9032 e 9033 (classe a);
- E) tubazioni in polietilene ad alta densità (peadpn 16) UNI 7611 tipo 312;
- F) tubazioni in polipropilene.

Tipi di tubazioni

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo; nel seguente elenco vengono riportate soltanto le indicazioni di carattere generale.

Tubazioni in pvc

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70°C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia.

Tubi in acciaio

I tubi dovranno essere in acciaio non legato e corrispondere alle norme UNI ed alle prescrizioni vigenti, essere a sezione circolare, avere profili dritti entro le tolleranze previste e privi di difetti superficiali sia interni che esterni.

La classificazione dei tubi senza saldatura sarà la seguente:

- 1) tubi senza prescrizioni di qualità (fe 33);
- 2) tubi di classe normale (fe 35-11 45-11 55-11 52-1);
- 3) tubi di classe superiore (fe 35-21 45-21 55-21 52-2).

I rivestimenti protettivi dei tubi saranno dei tipi qui indicati:

- A) zincatura (da effettuare secondo le prescrizioni vigenti);
- B) rivestimento esterno con guaine bituminose e feltro o tessuto di vetro;
- C) rivestimento costituito da resine epossidiche od a base di polietilene;
- D) rivestimenti speciali eseguiti secondo le prescrizioni del capitolato speciale o della direzione lavori.

Tutti i rivestimenti dovranno essere omogenei, aderenti ed impermeabili.

Art. 147 – Tubazioni in cemento

Le tubazioni in cemento potranno, secondo le indicazioni fornite dal progetto o dalla direzione dei lavori, essere realizzate utilizzando tubazioni prefabbricate nei vari diametri richiesti oppure gettando in opera il calcestruzzo su casseforme pneumatiche.

Tubazioni eseguite con elementi prefabbricati

I tubi prefabbricati in cemento dovranno essere ben stagionati, realizzati con un impasto ben dosato e non presentare fessurazioni di alcun genere sulla superficie esterna né imperfezioni di getto sulle testate che dovranno essere sagomate a maschio-femmina in modo da realizzare un giunto a tenuta da sigillare dopo il posizionamento del tubo stesso con malta di cemento dosata a 400 kg. di cemento "325" per metro cubo di sabbia; la resistenza del calcestruzzo dopo 28 giorni di maturazione dovrà essere non inferiore a 24 n/mmq. (250 kg.lcmq.) e gli spessori dovranno essere adeguati al diametro del tubo.

Tutte le prove richieste dalla direzione dei lavori (in media un campione ogni partita di 100 pezzi) saranno eseguite ad onere e cura dell'impresa sotto la diretta sorveglianza della stessa direzione dei lavori che indicherà il laboratorio nel quale verranno effettuate le prove di compressione i cui valori risulteranno dalla media dei provini esaminati.

Tutte le tubazioni che fanno parte del lotto sottoposto a prove di laboratorio non potranno essere messi in opera fino all'avvenuta comunicazione dei risultati ufficiali.

Le operazioni di posa in opera saranno eseguite realizzando una platea di calcestruzzo dello spessore complessivo di cm. 8 e con resistenza compresa tra i 19 ed i 24 n/mmq. (200/250 kg.lcmq.) ,con rinfilanti eseguiti con lo stesso tipo di calcestruzzo.

Il posizionamento dei tubi dovrà essere fatto interponendo tra i tubi stessi e la platea in calcestruzzo un letto di malta dosata a 4 ql. di cemento "325" per metro cubo di sabbia.

Tubazioni in cemento vibrocompresso

Le tubazioni in cemento potranno essere realizzate anche con tubi in cemento vibrocompresso collegati con giunti trattati con malta cementizia composta da 400 kg. di cemento "r 325" per mc. di sabbia e nei diametri di mm. 200-300-400-500-600-800-1000; la posa in opera sarà effettuata, comunque, su un massetto di appoggio dei tubi costituito da conglomerato cementizio dosato con kg. 200 di cemento tipo "325"; a posa ultimata si dovrà, inoltre, provvedere ad eventuali getti di rinfilante e protezione del tubo di cemento nei punti a rischio, tali getti dovranno essere effettuati con lo stesso tipo di conglomerato utilizzato per la platea di appoggio.

Art. 83- Raccolta acque pluviali

Le reti di raccolta delle acque pluviali saranno realizzate con le stesse caratteristiche di tenuta ed ispezionabilità descritte per quelle di scarico, saranno inoltre conformi alle precedenti prescrizioni sulle coperture e le tubazioni ed in accordo con le eventuali specifiche aggiuntive; dovranno, inoltre, essere completamente separate dalle tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto, fino agli allacci esterni.

ADDITIVI RITARDANTI

Sono quelli che variano la velocità iniziale delle reazioni tra l'acqua ed il legante, aumentando il tempo necessario per passare dallo stato plastico a quello rigido senza variare le resistenze meccaniche; saranno costituiti da miscele di vario tipo da usare secondo le prescrizioni indicate. Non è consentito l'uso del gesso o dei suoi composti.

ADDITIVI ACCELERANTI

Sono quelli che aumentano la velocità delle reazioni tra l'acqua ed il legante accelerando lo sviluppo delle resistenze; saranno costituiti da composti di cloruro di calcio o simili in quantità variabili dallo 0,5 al 2% del peso del cemento, in accordo con le specifiche delle case produttrici, evitando quantità inferiori (che portano ad un effetto inverso) o quantità superiori (che portano ad eccessivo ritiro).

Non è consentito l'uso della soda.

ADDITIVI FLUIDIFICANTI

Riducono le forze di attrazione tra le particelle del legante, aumentano la fluidità degli impasti e comportano una riduzione delle quantità d'acqua nell'ordine del 10%; saranno di uso obbligatorio per il calcestruzzo pompato, per getti in casseforme strette od in presenza di forte densità di armatura.

COLORANTI

I coloranti utilizzati per il calcestruzzo sono generalmente costituiti da ossidi e dovranno avere requisiti di resistenza agli alcali, alla luce, capacità colorante, mancanza di sali solubili in acqua; sono impiegati, generalmente, i seguenti:

- giallo: ossido di ferro giallo, giallo cadmio, etc.
- rosso: ossido di ferro rosso, ocra rossa;
- bleu: manganese azzurro, cobalto azzurro, etc.
- grigio: ossidodicromogrigio, idrossidodicromo, etc.
- marrone: terra di siena, ossido marrone;
- nero: ossido di ferro nero;
- bianco: calcare, ossido di titanio.

DISARMANTI

Le superfici dei casseri andranno sempre preventivamente trattate mediante applicazione di disarmanti che dovranno essere applicabili con climi caldi o freddi, non dovranno macchiare il calcestruzzo o attaccare il cemento, eviteranno la formazione di bolle d'aria, non pregiudichino successivi trattamenti delle superfici; potranno essere in emulsioni, olii minerali, miscele e cere.

Le modalità di applicazione di questi prodotti dovranno essere conformi alle indicazioni delle case produttrici od alle specifiche prescrizioni fissate; in ogni caso l'applicazione verrà effettuata prima della posa delle armature, in strati sottili ed in modo uniforme. Si dovrà evitare accuratamente l'applicazione di disarmante alle armature.

Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche vigenti nonché nelle successive modifiche ed integrazioni.

Per le costruzioni ricadenti in zone dichiarate sismiche si dovrà fare riferimento alla normativa vigente ed in particolare alle specifiche indicate nella "Nota esplicativa Dip. Protezione Civile Uff. SSN" del 4.07.2003 facente riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 (G.U. 8.05.2003).

L'esame e verifica da parte della direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

I tubi in cemento centrifugato dovranno appartenere ad una classe di resistenza di prima categoria non inferiore a 54KN/ml. I tubi dovranno essere posati su massetto di cemento confinati con sabbia mista-cemento e sormontati con un getto strutturale di cemento spessore minimo di 10cm armato con armatura metallica, come da progetto esecutivo.

ART. 148 – Intervento spondale di sostegno con palificata

Sono opere che svolgono la funzione di stabilizzare le sponde dei corsi d'acqua sia rispetto a fenomeni di instabilità gravitativa sia nei confronti dell'azione idrodinamica della corrente.

Le opere di sostegno spondali possono essere realizzate con vari tipi di materiali ed essere di conseguenza flessibili o rigide, permeabili impermeabili all'acqua ed alla vegetazione.

1. Intervento spondale di sostegno con palificata tipo Roma:

Questa tecnica viene utilizzata per il consolidamento di pendii franosi o sponde in erosione mediante posa in opera di palificata in tondami di castagno o larice del diametro di 20 ÷ 25 cm posati in opera a formare una struttura triangolare in legname in cui i montanti, i tiranti ed i trasversi (della lunghezza di almeno 2,5 ÷ 3 m) sono fissati tra di loro con tondini e barre filettate in acciaio con dadi e rondelle del diametro di 14 mm. Per una corretta difesa dei pendii la palificata andrà interrata con una inclinazione del 10 ÷ 15 % verso monte ed il fronte avrà una pendenza di circa 65° per favorire la miglior crescita delle piante. Sui trasversi di base sarà posata una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6 x 8 cm in modo da ripartire il carico del terreno di riempimento sulla fondazione. Le camere al di sotto del livello medio dell'acqua (sul fronte esterno) saranno riempite con pietrame di pezzatura superiore al diametro del trasverso mentre la parte retrostante sarà riempita con inerte e vi saranno inserite fascine vive e talee di salici, tamerici od altre specie con capacità di propagazione vegetativa nonché di piante radicate di specie arbustive fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura finale di raccordo con la scarpata di sponda. Rami e piante dovranno sporgere per 10 ÷ 20 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale.

Una corretta esecuzione della palificata prevede le seguenti operazioni:

- realizzazione del piano di posa del legname con una contropendenza verso monte stabilita in sede di calcolo di stabilità (5° ÷ 15°);

- realizzazione di fondazione in massi ciclopici o in gabbioni nel caso di situazione in ambito idraulico;
- posa della prima serie di tronchi correnti, paralleli alla sponda e successivamente posa della prima serie di tronchi trasversali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi ad un interasse di 1,5 m;
- riempimento con terreno o pietrame di pezzatura superiore al diametro dei tronchi (in ambito idraulico) e posa, sui trasversi, di una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6 x 8 cm (per una migliore ripartizione del carico del terreno di riempimento sulla fondazione);
- fissaggio del montante posteriore al trasverso di base (dopo realizzazione di idonei fori nella rete zincata) con una inclinazione intorno ai 65° in modo da consentire il posizionamento dei correnti orizzontali successivi di cui il primo chiodato sul trasverso, il secondo semplicemente appoggiato su un elemento distanziatore in legno di circa 20 cm, il terzo chiodato sul tirante e gli altri appoggiati sui distanziatori in legno senza chiodature;
- posizionamento del montante anteriore, in aderenza al corrente di fondazione, con una pendenza intorno ai 65°, incernierato al trasverso di base ed al tirante di collegamento e fissato ulteriormente, per una migliore stabilizzazione della struttura, con barre filettate di acciaio al montante posteriore attraverso i correnti non ancora chiodati.
- inserimento di pietrame di pezzatura superiore al diametro del trasverso nelle camere al di sotto del livello medio dell'acqua sul fronte esterno e riempimento con inerte nella zona retrostante (in ambito idraulico);
- inserimento delle fascine vive di salici e talee di specie con capacità di propagazione vegetativa nelle camere al di sopra del livello medio dell'acqua e riempimento con inerte (in ambito idraulico);
- riempimento con inerte e inserimento delle talee di specie con capacità di propagazione vegetativa e degli arbusti radicati autoctoni;
- riempimento con il materiale inerte proveniente dallo scavo fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata.

Nel caso in cui la palificata funga da difesa spondale per una maggiore stabilità collocare, al piede della stessa, una fila di massi legati con fune di acciaio del diametro di 16 mm e piloti metallici della lunghezza di almeno 2 m infissi per i 3/4 della loro lunghezza.

2. Intervento spondale di sostegno con palificata viva a due pareti:

Questa tecnica consente di consolidare sponde subverticali mediante posa in opera di legni tondi (infissi verticalmente per almeno 2/3 e addossati alla sponda stessa) di resinosa o di castagno del diametro di circa 20 ÷ 30 cm e di almeno 3 m di lunghezza; dietro questi pali vengono poi collocati tronchi orizzontali (posizionati paralleli alla sponda ed alternati ad altri tronchi di minimo 1 m di lunghezza inseriti nella sponda in senso trasversale). I singoli tronchi vengono fissati l'uno all'altro con tondini metallici del diametro minimo di 14 mm e gli interstizi tra i tondami longitudinali vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'acqua mentre negli interstizi sovrastanti vengono inserite fascine di salice leggermente ricoperte di terreno per assicurare la radicazione dei rami di salice. In questo modo dai salici si sviluppa una vegetazione arbustiva che proteggerà la sponda e nel tempo assicurerà una funzione statica svolta dalla radicazione stessa che andrà a sostituirsi al tondame destinato a marcire.

Una corretta esecuzione della palificata prevede le seguenti operazioni:

- realizzazione del piano di posa del legname con una contropendenza verso monte stabilita in sede di calcolo di stabilità (5° ÷ 15°);
- posa della prima fila di legname in senso parallelo alla pendice e collegamento dei vari tronchi realizzando gli incastri ed i fissaggi con il tondino in ferro;
- montaggio del successivo ordine di tondame (questi legni avranno lunghezza variabile da 1,5 a 3 m) da posizionarsi in senso ortogonale alla prima fila ed alla pendice e fissaggio degli stessi con la fila sottostante sempre tramite tondino in ferro. Nella variante ad una parete, i pali con punta perpendicolare alla sponda al di sopra del tronco orizzontale, vengono inseriti nel terreno a spinta mediante escavatore;
- dopo aver realizzato il montaggio di 1 o 2 ordini di tondame, occorre procedere al riempimento della struttura cellulare con inerti e terreno, opportunamente compattato, ed alla posa in opera delle talee e delle piantine (di lunghezza pari alla profondità della palificata 1,5 ÷ 3 m) onde consentire una radicazione profonda ed è sufficiente che emergano fuori terra per 10 ÷ 30 cm;
- le talee o le piantine radicate vengono posate in ragione di una ogni 10 ÷ 15 cm di fronte per ogni ordine di tondame longitudinale ovvero per circa 20 ÷ 30 talee/ piantine per ogni m2 di paramento esterno della palificata.

In presenza di spazi limitati si può realizzare la palificata a una parete che viene montata con le stesse modalità previste per il tipo a due pareti ma rinunciando alla posa del tondame longitudinale posizionato sul retro della struttura; questa tipologia viene utilizzata per quanto attiene le possibilità di realizzare strutture profonde.

Pavia, Marzo 2020

