



HydroGeo Ingegneria s.r.l.

Via Aretina, 167/B

50136 Firenze

Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043

e-mail info@studiohydrogeo.it

# PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' PEDONALE NEL TRATTO TRA IL CONFINE COMUNALE E LA SCUOLA MEDIA NEL COMUNE DI LONDA (FI)

## PROGETTO ESECUTIVO

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

### COMMITTENTE:

Comune di Londa  
Piazza Umberto I, 9  
50060 Londa FI

### PROGETTISTI:

ING. TIZIANO STAIANO

PROGETTO	LOTTO	FASE	DOC	ELABORATO	REV
L 5 6 0	0 1	P 0 3	T	C S A	A

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Febbraio 2019

T.Staiano

T.Staiano

T.Staiano

**Lavori di “MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ PEDONALE  
NEL TRATTO TRA IL CONFINE COMUNALE E LA SCUOLA MEDIA  
DEL COMUNE DI LONDA”**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO  
PARTE PRIMA**

## SOMMARIO

<b>PARTE PRIMA .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPO I - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO, DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE .....</b>	<b>5</b>
Art. 1 - Oggetto dell'appalto .....	5
Art. 2 - Ammontare dell'appalto e aggiudicazione .....	5
Art. 3 - Consistenza del Capitolato Speciale d'Appalto - Forma e principali dimensioni delle opere .....	6
<b>CAPO II - DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO – ESECUZIONE DEI LAVORI – CONTABILITÀ E PAGAMENTI – DISPOSIZIONI DIVERSE – DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI LA SICUREZZA – ALTRE DISPOSIZIONI.....</b>	<b>7</b>
DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO .....	7
Art. 4 - Disposizioni generali .....	7
Art. 5- Diminuzione ed aumento dei lavori .....	7
Art.6 - Documenti che fanno parte del contratto d'appalto .....	8
Art. 7 - Garanzie e coperture assicurative .....	8
Art. 8 - Domicilio dell'Appaltatore .....	9
Art. 9 - Rappresentante dell'Appaltatore .....	9
Art. 10 - Direttore Tecnico di cantiere .....	10
Art. 11 - Obblighi generali dell'Appaltatore .....	10
Art. 12 - Altri oneri ed obblighi vari a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore ..	11
Art. 13- Direzione dei lavori .....	12
Art. 14 - Cartello di cantiere .....	12
Art. 15 - Criterio di valutazione delle opere .....	12
Art. 16 – Modifica del contratto durante la sua efficacia .....	13
ESECUZIONE DEI LAVORI .....	13
Art. 17 - Consegnare e ordine da mantenersi nell'andamento dei lavori .....	13
Art. 18 - Tempo utile per l'ultimazione, penalità in caso di ritardo e sospensione lavori .....	14
Art. 19 - Programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore e cronoprogramma .....	15
Art. 20 - Inderogabilità dei termini di esecuzione .....	16
Art. 21 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini .....	16
Art. 22 - Recesso dal contratto .....	16
Art. 23 - Conduzione dei lavori da parte dell'Appaltatore .....	17
Art. 24 - Esecuzione di categorie di lavoro non previste .....	17
Art. 25 - Osservanza dei contratti collettivi di lavoro ed assicurazione e provvidenze a favore degli operai addetti ai lavori .....	17
Art. 26 - Prescrizioni sulla mano d'opera .....	18
Art. 27 - Subappalto .....	18
Art.28 - Responsabilità in materia di subappalto .....	19
Art. 29 - Pagamento dei subappaltatori .....	19
Art. 30 - Cessione del contratto e cessione dei crediti .....	20
Art. 31 - Danni e danni per causa di forza maggiore .....	20
Art. 32 - Ultimazione dei lavori .....	20
Art. 33 - Obblighi manutentori delle opere eseguite .....	20
CONTABILITÀ E PAGAMENTI .....	21
Art. 34 - Lavori a misura .....	21
Art. 35 - Lavori a corpo .....	21
Art. 36 - Lavori in economia .....	22
Art. 37 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a più d'opera .....	22
Art. 37bis – Recupero e smaltimento dei materiali.....	22
Art. 38 – Modalità di pagamento .....	23
Art. 39 - Dichiarazione relativa ai prezzi .....	24
Art .40 - Revisione dei prezzi .....	24
Art. 41 - Formazione di nuovi prezzi .....	24

Art. 42 - Perizie di variante e suppletive .....	24
Art. 43 - Conto finale e rata di saldo .....	25
Art. 44 – Certificato di regolare esecuzione .....	25
<b>DISPOSIZIONI DIVERSE .....</b>	<b>26</b>
Art. 45 - Risarcimento dei danni e rimborso spese .....	26
Art. 46 – Risoluzione del contratto .....	26
Art. 47 - Definizione delle controversie .....	26
Art. 48 - Responsabilità dell'Appaltatore per vizi e difformità dell'opera eseguita .....	27
Art. 49 - Indicazioni generali sui criteri di accettazione dei materiali e sulle modalità di posa in opera .....	27
<b>DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI LA SICUREZZA .....</b>	<b>28</b>
Art. 50 – Disposizioni sulla sicurezza e regolarità nel cantiere .....	28
Art. 51 - Obblighi ed oneri dell'Appaltatore .....	28
Art. 52 - Obblighi ed oneri delle Imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi .....	30
Art. 53 - Obblighi ed oneri del Direttore Tecnico di cantiere .....	30
Art. 54 - Obblighi dei lavoratori dipendenti .....	30
Art. 55 - Proposta di sospensione dei lavori, di allontanamento o di risoluzione del contratto in caso di gravi inosservanze .....	30
Art. 56 - Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza .....	31
<b>ALTRE DISPOSIZIONI.....</b>	<b>32</b>
Art. 57 - Normativa di riferimento .....	32
Art. 58 - Ordine da tenersi nella conduzione dei lavori .....	32
Art. 58 bis - Eccezioni e riserve dell'esecutore sul registro di contabilità .....	32
Art. 58 ter - Forma e contenuto delle riserve .....	33
<b>CAPO III - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI, QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.....</b>	<b>34</b>
Art. 59– Norme per la misurazione e valutazione dei lavori .....	34
<b>CAPO IV – ELABORATI DEL PROGETTO ESECUTIVO.....</b>	<b>35</b>
<b>ALLEGATO A - GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE .....</b>	<b>36</b>

## **PARTE PRIMA**

## **Capo I - Oggetto ed ammontare dell'appalto, designazione, forma e principali dimensioni delle opere**

### **Art. 1 - Oggetto dell'appalto**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e le somministrazioni di mano d'opera e di provviste occorrenti per l'esecuzione dei lavori di "MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ PEDONALE NEL TRATTO TRA IL CONFINE COMUNALE E LA SCUOLA MEDIA DEL COMUNE DI LONDA".

### **Art. 2 - Ammontare dell'appalto e aggiudicazione**

L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto ammonta a € 430.383,81 (diconsi Euro quattrocentotrentamilatrecentoottantatre/81), comprensivo dei costi per l'attuazione dei piani di sicurezza per € 11.078,69 (diconsi Euro undicimilasettantotto/69) non soggetti a ribasso, ed è definito come segue.

A)	VERDE E ARREDO URBANO (OS24)	€ 45 917.87
B)	STRADE, AUTOSTRADE, PONTI, VIADOTTI, FERROVIE, METROPOLITANE (OG3)	€ 269 214.65
C)	ACQUEDOTTI, GASDOTTI, OLEODOTTI, OPERE DI IRRIGAZIONE E DI EVACUAZIONE (OG6)	€ 37 994.92
D)	IMPIANTI PER LA TRASFORMAZIONE ALTA/MEDIA TENSIONE E PER LA DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA IN CORRENTE ALTERNATA E CONTINUA ED IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE (OG10)	€ 77 256.37

I lavori sono a misura

**Importo dell'appalto soggetto a ribasso** € **€ 419 305.12**

Nell'allegato A al presente Capitolato si riportano i gruppi di lavorazioni omogenee ai sensi dell'art. 43, comma 7, del D.P.R. 207/2010 con i relativi importi e aliquote percentuali sull'importo complessivo dei lavori a misura.

L'aggiudicazione dell'appalto è effettuata, ai sensi dell'art. 95, commi 2 e 6, del D.Lgs. n. 50/2016, con il criterio dell'offerta a massimo ribasso individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo.

Il contratto di appalto dei lavori è da stipularsi a misura ai sensi dell'art 59, comma 5.bis del D.Lgs 50/2016.

### **Art. 3 - Consistenza del Capitolato Speciale d'Appalto - Forma e principali dimensioni delle opere**

Fa parte integrante e sostanziale del presente Capitolato il seguente elaborato:

- Gruppi di lavorazioni omogenee (Allegato A).

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai documenti e dagli elaborati grafici di progetto esecutivo. (Cfr. Capo IV)

Non costituisce discordanza, ma semplice incompletezza grafica o descrittiva, la eventuale mancanza di particolari costruttivi o di specifiche relative a lavorazioni, materiali, componenti, opere murarie, strutture o impianti o loro parti, che peraltro sono rilevabili da altri elaborati progettuali, anche in scala minore, o dal Capitolato Speciale d'Appalto.

In tale eventualità, compete al Direttore dei lavori, sentito il progettista e il Responsabile del Procedimento, fornire sollecitamente le necessarie precisazioni, fermo restando il diritto dell'Appaltatore di formulare tempestivamente le proprie osservazioni o contestazioni secondo le procedure disciplinate dalle norme regolatrici dell'appalto.

## **Capo II - Disposizioni generali e particolari riguardanti l'appalto – esecuzione dei lavori – contabilità e pagamenti – disposizioni diverse – disposizioni particolari riguardanti la sicurezza – altre disposizioni**

### **DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO**

#### **Art. 4 - Disposizioni generali**

Tutte le modalità di esecuzione delle opere comprese nell'appalto si rilevano dagli elaborati progettuali e dalle eventuali disposizioni che, all'atto della esecuzione, saranno impartite dalla D.L.

Le approvazioni da parte della D.L., la sua presenza sui lavori e le prescrizioni che essa darà, durante l'esecuzione dei lavori, i controlli e collaudi dei materiali da costruzione, da essa eseguiti, non sollevano l'Appaltatore dalle precise responsabilità che gli incombono per la perfetta esecuzione del lavoro affidatogli, non diminuiscono la sua completa responsabilità quale costruttore delle opere sia nei particolari che nell'insieme.

L'assunzione dell'appalto di cui al presente Capitolato implica da parte dell'Appaltatore la perfetta conoscenza non solo di tutte le norme generali e particolari che lo regolano, ma altresì di tutte le condizioni locali che si riferiscono alle opere, alla loro realizzabilità, all'accessibilità alle aree di cantiere, alla natura del suolo ed in generale di tutte le circostanze principali ed accessorie che possono influire sul giudizio dell'Appaltatore circa la convenienza ad assumere l'appalto e sull'offerta presentata.

In particolare l'Appaltatore dà atto di conoscere le soggezioni, i vincoli e gli oneri connessi alla richiesta di permessi per accesso al centro storico, all'attraversamento di aree urbanizzate, nonché gli oneri connessi all'obbligo di mantenere in esercizio, con propri interventi di surrogazione, tutte le opere che potranno essere perturbate dai lavori relativi alle opere in progetto.

Resta pertanto esplicitamente convenuto che l'appalto s'intende assunto dall'Appaltatore a tutto suo rischio ed in base a calcoli di sua convenienza, con rinuncia ad ogni rivalsa per caso fortuito, nonché di qualsiasi altra sfavorevole circostanza che possa verificarsi dopo l'aggiudicazione, salvo quanto disposto in materia di danni di forza maggiore.

Con l'accettazione del presente Capitolato, l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza in ogni particolare di norme legislative, decreti ministeriali, regolamenti, norme di accettazione di materiali, ecc., che vengono citate nel presente Capitolato e di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione dei lavori secondo le norme e i migliori sistemi costruttivi.

L'Appaltatore, nell'eseguire i lavori, dovrà attenersi scrupolosamente agli ordini, alle prescrizioni ed alle istruzioni della Direzione Lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili, ai sensi dell'art. 60, comma 1, del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

All'Appaltatore viene conferita la responsabilità totale e finale del lavoro in ogni sua parte.

#### **Art. 5- Diminuzione ed aumento dei lavori**

È facoltà della Stazione appaltante di ordinare ai sensi dell'art. 106, comma 12, del D.Lgs. n. 50/2016 l'esecuzione dei lavori in misura inferiore o superiore rispetto a quanto previsto nel limite di un quinto dell'importo di contratto.

In tal caso l'Appaltatore non ha diritto ad alcun indennizzo né può far valere il diritto alla risoluzione del contratto.

Ai fini della determinazione del quinto, l'importo dell'appalto è formato dalla somma risultante dal contratto originario, aumentato dell'importo degli atti di sottomissione e degli atti aggiuntivi per varianti già intervenute, nonché dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio,

eventualmente riconosciuti all'Appaltatore ai sensi degli articoli 205 e 208 del D.Lgs. n. 50/2016.

L'intenzione di avvalersi della facoltà di diminuzione sarà comunicata tempestivamente all'Appaltatore e comunque prima del raggiungimento del quarto quinto dell'importo contrattuale.

## **Art.6 - Documenti che fanno parte del contratto d'appalto**

Sono allegati al contratto di appalto e pertanto ne fanno parte integrante e sostanziale:

- a) il presente Capitolato Speciale d'Appalto, comprensivo dell'elaborato di cui all'art. 3;
- b) la lista delle categorie di lavorazioni e forniture sottoscritta dall'aggiudicatario in sede di gara.

Fanno altresì parte integrante e sostanziale del contratto di appalto, per quanto non vengano ad esso allegati:

- i piani di sicurezza (Piano di Sicurezza e Coordinamento e Piano Operativo di Sicurezza) previsti dal D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81;
- il Capitolato Generale per gli appalti delle opere pubbliche D.M. 19 aprile 2000, n. 145;
- gli elaborati grafici progettuali e le relazioni del progetto esecutivo (vedi Capo IV del presente Capitolato);
- il cronoprogramma;
- le polizze di garanzia.

Per tutto quanto non previsto nel presente Capitolato Speciale e nel Capitolato Generale del Ministero dei Lavori Pubblici approvato con D.M. n. 145/2000, si farà riferimento a tutte le leggi, norme e regolamenti vigenti alla data del contratto, anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato e nel Capitolato Generale, sopra menzionato.

## **Art. 7 - Garanzie e coperture assicurative**

### **Garanzia definitiva**

La garanzia definitiva costituita dall'Appaltatore verrà progressivamente svincolata con le modalità previste dall'art. 103, comma 5, del D.Lgs. n. 50/2016.

La garanzia definitiva viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'Appaltatore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno.

La Stazione appaltante ha il diritto di valersi della garanzia definitiva, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore. La Stazione appaltante ha il diritto di valersi della garanzia definitiva per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

La garanzia definitiva è tempestivamente reintegrata qualora, in corso d'opera, sia stata incamerata, parzialmente o totalmente, dalla Stazione appaltante ed in caso di inottemperanza la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'Appaltatore; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, ed è integrata in caso di aumento degli stessi importi.

### **Polizza di assicurazione per danni di esecuzione e responsabilità civile**

Ai sensi dell'articolo 103, comma 7, D.Lgs. n. 50/2016 l'Appaltatore è obbligato almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori a produrre una polizza assicurativa conforme allo schema-tipo vigente che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e a garanzia della responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. La polizza assicurativa è

prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.

La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione e comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

La polizza assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori, per un massimale pari a quello previsto nel bando di gara e nell'art. 5 del contratto.

La polizza assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi deve essere stipulata per una somma assicurata non inferiore a Euro 500.000,00 così come previsto dal comma 7 dell'art. 103 del D.Lgs. n. 50/2016.

Le garanzie di cui al presente articolo, prestate dall'Appaltatore, coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e sub fornitrice. Qualora l'Appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 48 del D.Lgs. n. 50/2016, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti, anche ai sensi del comma 10 dell'articolo 103 del D.Lgs. n. 50/2016.

Le garanzie fideiussorie e le polizze assicurative previste dal presente articolo devono essere conformi allo schema tipo di cui all'articolo 103, comma 9, del D.Lgs.n. 50/2016<sup>1</sup>.

Le polizze e garanzie di cui al presente articolo dovranno essere integrate dall'appaltatore nei casi in cui siano richieste le modifiche di cui all'art. 2 e 13 del contratto ed ai sensi del successivo art. 16 del presente Capitolato.

## **Art. 8 - Domicilio dell'Appaltatore**

L'Appaltatore deve avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione dei lavori; ove non abbia in tal luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali, o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto d'appalto sono fatte dal Direttore dei lavori o dal Responsabile unico del procedimento o dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, 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 via PEC (art. 2 Capitolato Generale, D.M. 145/2000).

## **Art. 9 - Rappresentante dell'Appaltatore**

L'Appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve, ai sensi dell'art. 4 del Capitolato Generale D.M. 145/2000, farsi rappresentare per mandato. Il mandato deve essere conferito per atto pubblico ed essere depositato presso l'Amministrazione committente. La persona designata deve essere fornita dei requisiti d'idoneità tecnici e morali. Tale rappresentante dovrà anche essere autorizzato ad allontanare dal cantiere, nell'ipotesi prevista dall'art. 6, comma 5, del D.M. 145/2000 e su semplice richiesta verbale del Direttore Lavori, il Direttore di Cantiere, gli assistenti e gli operai.

L'Appaltatore rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.

Quando ricorrono gravi e giustificati motivi, la Stazione appaltante, 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.

---

<sup>1</sup> Le garanzie fideiussorie e le polizze assicurative dovranno essere conformi agli schemi di cui al Decreto del Ministero dello sviluppo economico del 19.01.2018 n. 31.

## Art. 10 - Direttore Tecnico di cantiere

L'Appaltatore è responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità alle buone regole della tecnica e nel rispetto di tutte le norme vigenti all'epoca della loro realizzazione.

L'Appaltatore dovrà affidare la Direzione Tecnica dei lavori per proprio conto ad un tecnico iscritto all'albo professionale, abilitato per tali opere, o alle proprie stabili dipendenze. Tale tecnico rilascerà dichiarazione scritta di accettazione dell'incarico anche in merito alle responsabilità per infortuni, essendo responsabile del rispetto della piena applicazione del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 105, comma 17, ultimo periodo, del D.Lgs. n. 50/2016. A tal fine, il Direttore tecnico di cantiere dovrà essere in possesso dei requisiti previsti dall'art. 97, comma 3-ter, del D.Lgs. n. 81/2008.

Nell'evenienza dell'interruzione del rapporto di lavoro con il Direttore Tecnico, l'Appaltatore dovrà provvedere, con le modalità sopra indicate, alla sostituzione del personale preposto alla direzione del cantiere. In difetto, il Direttore Lavori potrà ordinare la sospensione del cantiere sino all'avvenuto adempimento dell'obbligazione, ed in tale ipotesi all'Appaltatore saranno addebitate, fatti salvi i maggiori danni, le penalità previste per l'eventuale ritardata ultimazione dei lavori.

Inoltre per l'effettiva condotta dei lavori dovrà essere presente nel cantiere una persona con titoli e capacità adeguati, il cui nominativo dovrà essere comunicato alla Stazione appaltante.

Ciò a prescindere dalla rappresentanza legale dell'Appaltatore che, peraltro, potrà essere conferita ad una delle persone sopradette.

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. L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti e risponde nei confronti della Stazione appaltante per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

Ogni variazione del domicilio di cui all'art. 8, o delle persone di cui all'art. 9 e al presente articolo, deve **essere tempestivamente notificata alla Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui all'art. 9** deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

## Art. 11 - Obblighi generali dell'Appaltatore

Ai sensi dell'art. 24, comma 1, L.R. 38/2007, l'Appaltatore ha l'obbligo di informare immediatamente la Stazione appaltante di qualsiasi atto di intimidazione commesso nei suoi confronti nel corso del contratto con la finalità di condizionarne la regolare e corretta esecuzione.

L'Appaltatore è inoltre tenuto contrattualmente alla piena ed esatta osservanza, per quanto non disciplinato nel presente Capitolato Speciale, delle seguenti disposizioni di legge e regolamenti nelle parti che hanno attinenza con le opere pubbliche e cioè:

- 1) R.D. 18 novembre 1923, n. 2440 sull'amministrazione del patrimonio e sulla contabilità generale dello Stato e relativo Regolamento approvato con R.D. 23 maggio 1924, n.827, per le parti ancora in vigore;
- 2) D.Lgs. 50/2016 "Codice dei contratti pubblici", come modificato dal D.Lgs. 56/2017;
- 3) Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 per le parti rimaste in vigore in via transitoria ai sensi degli articoli 216 e 217 del decreto legislativo n. 50/2016;
- 4) Regolamento recante "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione" adottato con D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018;
- 5) Capitolato Generale per gli appalti delle opere pubbliche approvato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145, per le parti ancora in vigore;
- 6) le linee guida emanate dall'ANAC;
- 7) L.R 38/2007;

- 8) la normativa vigente in materia di sicurezza, in particolare il D.Lgs. 81/2008;
- 9) legge 19 marzo 1990, n. 55, per le parti ancora in vigore;
- 10) Decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159;
- 11) le vigenti disposizioni legislative e regolamenti in materia di Opere e Lavori Pubblici;
- 12) D.M. 22 gennaio 2008 n° 37, "Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- 13) tutte le norme e disposizioni tecniche richiamate negli elaborati del progetto esecutivo.

Le norme sopra elencate integrano quanto non disciplinato dal contratto e dal presente Capitolato Speciale e l'Appaltatore, con la firma del contratto, dichiara di conoscerle integralmente impegnandosi all'osservanza delle stesse.

Le disposizioni impartite dalla direzione dei lavori, la presenza nei cantieri del personale di assistenza e sorveglianza, l'approvazione dei tipi, procedimenti e dimensionamenti strutturali e qualunque altro intervento devono intendersi esclusivamente connessi con la miglior tutela della Stazione appaltante e non diminuiscono la responsabilità dell'Appaltatore, che sussiste in modo assoluto ed esclusivo dalla consegna dei lavori fino all'approvazione del certificato di regolare esecuzione, fatto salvo il maggior termine di cui agli art. 1667 e 1669 del Codice Civile.

## **Art. 12 - Altri oneri ed obblighi vari a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore**

Oltre agli oneri generali di cui ai vari articoli del presente Capitolato Speciale e a quelli previsti dal D.M. 19 aprile 2000 n. 145 o dal D.P.R. 207/2010 per le parti rimaste in vigore in via transitoria, si intendono compresi nel prezzo e quindi a carico dell'Appaltatore senza diritto di rivalsa, in particolare, gli oneri previsti dall'art. 32, comma 4, del D.P.R. 207/2010.

Sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore, senza diritto di rivalsa:

- la redazione del P.O.S. (Piano Operativo di Sicurezza) ai sensi del D.Lgs. 81/2008, art. 89, comma 1, lett. H);
- le segnalazioni diurne e notturne, mediante appositi cartelli e fanali, nei tratti stradali interessati dai lavori, con la osservanza delle norme di cui al vigente Codice della Strada;
- la fornitura dei modelli e campioni di tutti i materiali o lavorazioni previsti nel progetto; la mancata applicazione di tale regola pregiudica l'accettazione da parte della Direzione Lavori di materiali eventualmente già forniti in cantiere o posati in opera; in particolare ogni arrivo in cantiere di campioni o di modelli da esaminare dovrà essere puntualmente segnalato alla Direzione Lavori, che non è tenuta a notare spontaneamente la presenza o meno di tali campionature;
- la dichiarazione di installazione conforme alla normativa vigente con riferimento ai dispositivi anticaduta ai sensi della L.R. 65/2014;
- la redazione della dichiarazione di conformità degli impianti realizzati, di cui all'art. 7 D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 "Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici", con la relazione e gli allegati previsti, nonché il Piano di manutenzione di ciascun impianto, costituito dal Manuale d'uso per la gestione e la conservazione a cura dell'utente, dal Manuale di manutenzione e dal Programma di manutenzione, entrambi destinati agli operatori e tecnici di settore.

Sono a carico dell'Appaltatore le spese per le ulteriori prove ed analisi, rispetto agli accertamenti di laboratorio e alle verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente Capitolato speciale d'appalto. Tali prove ed analisi aggiuntive, ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti, sono disposte dalla Direzione lavori o dall'organo di collaudo.

È inoltre obbligo dell'Appaltatore adottare nell'esecuzione di tutti i lavori i procedimenti e le cautele

necessarie a garantire la vita e l'incolumità degli operai, dei tecnici addetti ai lavori, nonché dei terzi, evitando danni ai beni pubblici e privati.

L'Appaltatore sarà l'unico responsabile civilmente per ogni danno a persone, beni mobili e immobili conseguenti all'esecuzione delle opere appaltate, anche se causati da eventi fortuiti, pertanto dichiara sollevati ed indenni da ogni molestia a giudizio sia la Stazione appaltante sia il personale preposto per conto della stessa alla Direzione Lavori ed assistenza.

Infine, l'Appaltatore ha piena ed esclusiva responsabilità per la perfetta riuscita delle opere anche se le modalità ed i mezzi di esecuzione, i calcoli statici e tutti i procedimenti hanno riportato l'approvazione della Direzione Lavori.

Di tutti, indistintamente, gli oneri e gli obblighi innanzi specificati, l'Appaltatore deve tener conto nell'offerta economica, per cui nessun altro compenso spetta all'Appaltatore, neppure nel caso di proroga del termine contrattuale di ultimazione dei lavori.

## **Art. 13- Direzione dei lavori**

Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, la Stazione appaltante ai sensi dell'art. 101, comma 2, del D.Lgs n. 50/2016 può istituire un ufficio di Direzione dei Lavori costituito da un Direttore dei Lavori e da assistenti con funzione di direttore operativo e di ispettore di cantiere.

Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'Appaltatore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il Direttore dei Lavori impedisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, consegnato a mano o inviato via PEC. In tale ultimo caso, i documenti trasmessi si hanno per conosciuti dall'Appaltatore una volta acquisita la ricevuta di avvenuta consegna del documento via PEC.

L'ordine di servizio deve necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile, in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

## **Art. 14 - Cartello di cantiere**

Nel cantiere dovrà essere installato, a cura e spese dell'Appaltatore, e mantenuto durante tutto il periodo di esecuzione dei lavori, apposito cartello delle dimensioni di almeno cm 100 di base e 200 cm di altezza conforme, per colore, disegno e dati in esso contenuti, all'eventuale modello predisposto dalla Stazione appaltante.

Il cartello andrà collocato in sito ben visibile, concordato con il Direttore Lavori, entro 10 giorni dalla consegna dei lavori stessi.

Tanto il cartello quanto il sistema di sostegno dello stesso dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto. Il cartello dovrà recare impresse a colori indelebili le diciture di cui allo schema fornito dalla Stazione appaltante, con le opportune modifiche e integrazioni da apportare, ove occorra, in relazione alle peculiarità delle singole opere. In fondo allo stesso dovrà essere previsto un apposito spazio per l'aggiornamento dei dati e per comunicazioni al pubblico in merito all'andamento dei lavori. In particolare dovranno essere indicate in tale spazio anche le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, con illustrazione dei motivi che le hanno determinate e con le previsioni circa la ripresa dei lavori e i nuovi tempi di completamento dell'opera.

Il cartello dovrà rimanere esposto fino all'emissione del certificato di regolare esecuzione.

## **Art. 15 - Criterio di valutazione delle opere**

Le opere la cui costruzione è oggetto del presente Capitolato si intendono appaltate **a misura**.

## **Art. 16 – Modifica del contratto durante la sua efficacia**

1. La Stazione appaltante ha la facoltà di apportare al contratto durante il suo periodo di efficacia le modifiche eventualmente necessarie, nelle ipotesi individuate dall'art. 106, commi 1, lettere a), b), d) ed e), e 2, del D.Lgs. n. 50/2016 e con le ulteriori modalità previste dal medesimo art. 106.
2. Il direttore dei lavori potrà, inoltre, disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al RUP.

## **ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 17 - Consegnare e ordine da mantenersi nell'andamento dei lavori**

1. La consegna dei lavori avverrà entro 45 giorni dalla data di stipula del contratto. La Direzione Lavori, con invito scritto trasmesso via PEC, indicherà all'Appaltatore, con un congruo preavviso, il giorno e il luogo in cui dovrà presentarsi per la consegna dei lavori, effettuata secondo le disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori stessa, nel rispetto delle modalità indicate nel presente articolo.
2. Trascorso inutilmente e senza giustificato motivo il termine stabilito per la consegna di cui al comma 1, la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la garanzia definitiva.
3. La Direzione Lavori ha facoltà di effettuare la consegna in una sola volta per tutta l'opera appaltata, oppure, in relazione alla natura dei lavori da eseguire, in più volte con successivi verbali di consegna parziale. In caso di 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, ai sensi dell'art. 107, comma 5, del D.Lgs. n. 50/2016.
4. In caso di consegna parziale a causa di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili, l'Appaltatore è tenuto a presentare, a pena di decadenza dalla possibilità di iscrivere riserve per ritardi, un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Realizzati i lavori previsti dal programma relativamente alle aree e agli immobili disponibili, qualora permangano le cause di indisponibilità, si applica la disciplina relativa alle sospensioni dei lavori di cui all'art. 18 del Capitolato e all'art. 107 del D.Lgs. n. 50/2016. In ogni caso, la data di consegna a tutti gli effetti di legge è quella dell'ultimo verbale di consegna parziale, ai sensi del comma 3 del presente articolo.
5. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere alla consegna dei lavori in via d'urgenza anche prima del perfezionamento del contratto d'appalto, nel rispetto delle condizioni e dei limiti di cui all'art. 32, comma 8, del D.Lgs. n. 50/2016, senza che l'Appaltatore possa sollevare eccezioni. In questo caso, il verbale di consegna indica, altresì, le lavorazioni che l'Appaltatore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisionali.
6. Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della Stazione appaltante, l'Appaltatore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'Appaltatore ha diritto al rimborso previsto dal successivo comma 9. Ove l'istanza dell'Appaltatore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, lo stesso ha diritto ad un indennizzo per i maggiori oneri dipendenti dal ritardo, le cui modalità di calcolo sono stabilite dal successivo comma 10.
7. È facoltà della Stazione appaltante non accogliere l'istanza di recesso dell'Appaltatore qualora il ritardo nella consegna dei lavori non superi la metà del termine utile contrattuale o comunque sei mesi complessivi.
8. Qualora, iniziata la consegna, questa sia sospesa dalla Stazione appaltante per ragioni non di forza maggiore, la sospensione non può durare oltre sessanta giorni. Trascorso inutilmente tale termine, si applicano le disposizioni di cui ai commi 6 e 7 del presente articolo.

9. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso dell'Appaltatore per ritardo nella consegna dei lavori attribuibile a fatto o colpa della Stazione appaltante, l'Appaltatore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate in misura comunque non superiore alle seguenti percentuali, calcolate sull'importo netto contrattuale:

- a) 1,00 per cento per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
- b) 0,50 per cento per la eccedenza fino a 1.549.000 euro;
- c) 0,20 per cento per la parte eccedente 1.549.000 euro.

10. Ove l'istanza dell'Appaltatore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, l'Appaltatore ha diritto al risarcimento dei danni dipendenti dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera prevista dal cronoprogramma dei lavori nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

11. Oltre alle somme espressamente previste nei commi 9 e 10, nessun altro compenso o indennizzo spetta all'Appaltatore.

12. La richiesta di pagamento degli importi spettanti a norma del comma 9, debitamente quantificata, è inoltrata a pena di decadenza entro sessanta giorni dalla data di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza di recesso; la richiesta di pagamento degli importi spettanti a norma del comma 10 è formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscrivere nel verbale di consegna dei lavori e da confermare, debitamente quantificata, nel registro di contabilità con le modalità di cui all'articolo 59 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

13. Gli ordini di servizio, le istruzioni e le prescrizioni della Direzione Lavori dovranno essere eseguiti con la massima cura e prontezza, nel rispetto delle norme di contratto e di Capitolato. L'Appaltatore non potrà mai rifiutarsi di dare loro immediata esecuzione, anche quando si tratti di lavori da farsi in più luoghi contemporaneamente, sotto pena dell'esecuzione d'ufficio con addebito della maggiore spesa rispetto alle condizioni di contratto. Resta comunque fermo il suo diritto di avanzare per iscritto le osservazioni ritenute opportune in merito all'ordine impartitogli.

## **Art. 18 - Tempo utile per l'ultimazione, penalità in caso di ritardo e sospensione lavori**

1. Il tempo utile convenuto per dare l'opera completa in ogni sua parte e pronta al buon funzionamento è quello stabilito dall'art. 8 del contratto. In ogni caso, per il ritardo di detta ultimazione verrà applicata una penale dell' 1 per mille dell'ammontare netto contrattuale per ogni giorno naturale, consecutivo e continuo di ritardo, ai sensi dell'art. 113-bis, comma 2, del D.Lgs. n. 50/2016.

Ai fini di eventuali sospensioni o proroghe, come disposto dall'art. 40, comma 3 del DPR n. 207/2010, non sarà tenuto conto di una percentuale di giorni piovosi inferiore o uguale al 20% del tempo previsto per dare compiuti i lavori, come rilevato dal pluviometro ufficiale più vicino della rete del Servizio Idrologico Regionale rilevabile dal sito [www.cfr.toscana.it](http://www.cfr.toscana.it). Ai fini di cui al precedente capoverso, è definito "giorno piovoso" il giorno, lavorativo o meno e con riferimento agli orari di lavoro giornalieri 8-12 e 13-17, nel quale sia verificata una delle seguenti condizioni:

- pioggia > 0.5 mm/h per tutte le prime 3 ore di lavoro;
- pioggia > 0.5 mm/h per almeno 4 ore nell'orario di lavoro giornaliero.

2. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di limitare o anche di sospendere i lavori.

3. La sospensione è disposta per il tempo strettamente necessario e, cessate le cause che l'hanno determinata, il RUP dispone la ripresa dell'esecuzione e indica il nuovo termine contrattuale (art. 107, comma 3, D.Lgs. n. 50/2016).

4. È pure riservata alla Stazione appaltante la concessione di proroghe ai termini di esecuzione e la totale o parziale disapplicazione della penale, previa domanda motivata e per cause non imputabili all'Appaltatore.

5. Per le eventuali sospensioni dei lavori si applicheranno le disposizioni contenute nell'art. 107 del

D.Lgs. n. 50/2016 e nel D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018; per la totale o parziale disapplicazione della penale si applicheranno quelle contenute nel successivo comma 6; per le eventuali proroghe si applicheranno quelle contenute nell'art. 107, comma 5, del D.Lgs. n. 50/2016.

6. Non appena siano venute a cessare le cause della sospensione, il Direttore dei lavori lo comunica al RUP perché disponga la ripresa dei lavori ed indichi il nuovo termine contrattuale. Entro 5 giorni dalla disposizione della ripresa dei lavori disposta dal RUP, il Direttore dei lavori procede alla redazione del verbale di ripresa dei lavori, che deve essere sottoscritto anche dall'Appaltatore e riportare il nuovo termine contrattuale indicato dal RUP. Nel caso in cui l'Appaltatore ritenga cessate le cause che hanno determinato la sospensione dei lavori e il RUP non ne abbia disposto la ripresa, l'Appaltatore può diffidare il RUP a dare le opportune indicazioni al Direttore dei lavori perché provveda alla ripresa. La diffida è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori, qualora l'Appaltatore intenda far valere l'illegittima maggior durata della sospensione.

7. Le contestazioni dell'Appaltatore 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 illegittime, per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale di ripresa dei lavori.

8. È ammessa, su motivata richiesta dell'Appaltatore, la totale o parziale disapplicazione delle penali, quando si riconosca che il ritardo non è imputabile all'Appaltatore, oppure quando si riconosca che le penali sono manifestamente sproporzionate rispetto all'interesse della Stazione appaltante. La disapplicazione non comporta il riconoscimento di compensi o indennizzi all'Appaltatore. 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.

9. La Stazione appaltante non corrisponderà alcun indennizzo all'Appaltatore qualora le lavorazioni dovessero essere sospese per cause non imputabili alla Stazione appaltante stessa.

## **Art. 19 - Programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore e cronoprogramma**

1. Entro 10 (dieci) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dettagliato 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, 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 incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

2. L'Appaltatore è tenuto a modificare o aggiornare il programma esecutivo dei lavori su richiesta della Direzione Lavori, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla migliore esecuzione dei lavori e per assicurare l'accenramento dei mezzi d'opera e degli operai in determinati periodi, 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 sulle opere oggetto dell'appalto, 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;
- d) per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché verifiche di regolare esecuzione parziali o specifiche;
- e) qualora sia richiesto dal Coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92 del D.Lgs n. 81/2008. 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.

3. I lavori devono essere comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

## **Art. 20 - Inderogabilità dei termini di esecuzione**

Non costituiscono motivo di proroga dei lavori, della loro mancata regolare e continuativa conduzione secondo il relativo programma 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'esecuzione di accertamenti integrativi che l'Appaltatore ritenesse di dover effettuare salvo che siano ordinati dalla direzione dei lavori o concordati con questa;
- c) il tempo necessario per l'esecuzione di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- d) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'Appaltatore comunque previsti dal Capitolato speciale d'appalto;
- e) le eventuali controversie tra l'Appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati;
- f) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'Appaltatore e il proprio personale dipendente;
- g) il ritardo nell'inizio dei lavori addebitabile alla scelta dell'Appaltatore di richiedere il subappalto di lavorazioni da svolgersi necessariamente nella fase iniziale dei lavori, con la conseguente necessità di attendere l'esito del processo autorizzatorio di cui all'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016.

## **Art. 21 - Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini**

L'eventuale ritardo dell'Appaltatore, rispetto ai termini di ultimazione dei lavori, che determini l'applicazione di una penale di importo complessivamente superiore al 10% dell'ammontare netto contrattuale produce la risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108, comma 3, del D.Lgs. n. 50/2016.

L'eventuale ritardo dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del programma esecutivo dei lavori per propria grave negligenza produce la risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 108, comma 4, del D.Lgs. n. 50/2016.

A seguito della risoluzione del contratto sono dovuti dall'Appaltatore i danni subiti dalla Stazione appaltante.

## **Art. 22 - Recesso dal contratto**

Ai sensi dell'art. 109 del D.Lgs. n. 50/2016, la Stazione appaltante ha il diritto di recedere in qualunque momento dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere 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 eseguiti.

L'Appaltatore, ai sensi dell'art. 17 del presente Capitolato Speciale d'Appalto, ha facoltà di presentare istanza di recesso qualora la consegna dei lavori avvenga in ritardo per fatto o colpa della Stazione appaltante.

## **Art. 23 - Conduzione dei lavori da parte dell'Appaltatore**

L'Appaltatore dovrà garantire il pieno rispetto del D.Lgs. 276/2003, D.Lgs. 235/2003, L. 248/2006, in particolare:

- 1) alla consegna dei lavori dovrà essere consegnato il P.I.M.U.S. (Piano di montaggio uso e smontaggio del ponteggio);
- 2) entro 30 giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della stipula del contratto o della consegna dei lavori nel caso che questa avvenga in via d'urgenza, ai sensi del D.Lgs. 81/2008, dovrà essere consegnato il P.O.S. (Piano Operativo di Sicurezza) per le valutazioni e le integrazioni del Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione.

Per la conduzione dei lavori l'Appaltatore dovrà inoltre attenersi a quanto contenuto nel Piano di sicurezza e coordinamento allegato al progetto esecutivo secondo i disposti del D.Lgs. 81/2008, art. 100, adempiendo in particolare alle norme previste dagli artt. 94, 95, 96, 97, 100, 102, 104, 108, 109, 110, 114, 115 dello stesso D.Lgs.

Verranno altresì tenute riunioni periodiche predisposte dal D.L. e dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione per controllare che i lavori vengano eseguiti nel rispetto del piano dettagliato nonché per concordare eventuali modifiche e/o particolari al Piano stesso; a tali riunioni dovranno essere presenti, oltre ai rappresentanti ed ai tecnici dell'Appaltatore, i tecnici impiantisti.

## **Art. 24 - Esecuzione di categorie di lavoro non previste**

Le opere e/o forniture in più o in meno, ordinate per iscritto dalla Direzione Lavori e già preventivamente autorizzate dalla Stazione appaltante, riguardanti modifiche e varianti di qualsiasi natura ai lavori di cui all'oggetto dell'appalto, verranno compensate a misura o a corpo sulla base dei prezzi indicati nella lista delle categorie di lavorazioni e forniture o, ove mancanti, con i nuovi prezzi che saranno concordati di volta in volta, ai sensi dell'art. 41 del presente Capitolato, previa sottoscrizione del relativo atto di sottomissione. Le opere aggiuntive devono essere oggetto di perizia suppletiva ai sensi della normativa vigente (art. 106 D.Lgs. n. 50/2016 e relative disposizioni attuative) e del successivo art. 42 del presente Capitolato.

L'Appaltatore non potrà eseguire lavori in economia se non esplicitamente ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Nel caso in cui la Direzione Lavori ritenga opportuno, a suo insindacabile giudizio, di procedere mediante prestazioni in economia all'esecuzione di tali nuove categorie di lavoro, l'Appaltatore sarà in obbligo di fornire la mano d'opera, i mezzi d'opera e i materiali necessari, nell'intesa che tali prestazioni verranno contabilizzate con le modalità previste dall'art. 36 del presente Capitolato.

## **Art. 25 - Osservanza dei contratti collettivi di lavoro ed assicurazione e provvidenze a favore degli operai addetti ai lavori**

1. L'Appaltatore, il subappaltatore e i cottimisti, sono obbligati ad applicare nei confronti dei lavoratori dipendenti condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi di lavoro nazionali sottoscritti dalle rappresentanze sindacali comparativamente più rappresentative in vigore per il settore e la zona nella quale si eseguono le prestazioni e dagli accordi integrativi territoriali, ai sensi dell'art. 15 della L.R. 38/2007 e degli articoli 30, comma 4, e 105, comma 9, del D.Lgs. n. 50/2016.

2. L'Appaltatore e gli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo, inoltre, sono tenuti al rispetto degli obblighi assicurativi e contributivi in favore dei lavoratori.

La Stazione appaltante, in caso di ottenimento del documento unico di regolarità contributiva che segnali un'inadempienza contributiva relativa a uno o più soggetti impiegati nell'esecuzione del contratto, trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza. Il pagamento di quanto dovuto per le inadempienze accertate mediante il documento unico di regolarità contributiva è disposto dalla stazione appaltante direttamente agli enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile (art. 30, comma 5, del D.Lgs. n. 50/2016).

3. In ogni caso, a garanzia degli obblighi sulla tutela dei lavoratori, la Stazione appaltante opererà,

ai sensi dell'art. 30, comma 5 bis, del D.Lgs. n. 50/2016 una ritenuta dello 0,50% sull'importo netto progressivo delle prestazioni contabilizzate. In caso di crediti insufficienti allo scopo, ai sensi dell'art. 103, comma 2, del D.Lgs. n. 50/2016, la Stazione appaltante può procedere all'escusione della garanzia definitiva.

4. In caso di ritardo regolarmente accertato nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'Appaltatore o degli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo, impiegato nell'esecuzione del contratto, il Responsabile del procedimento invita per iscritto il soggetto inadempiente, e in ogni caso l'Appaltatore, a provvedervi entro i successivi 15 giorni. Decorso infruttuosamente il predetto termine, e ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la Stazione appaltante paga, anche in corso d'opera, direttamente ai lavoratori, le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'Appaltatore in esecuzione del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore o al cattimista inadempiente nel caso in cui, ai sensi del successivo art. 29 del presente Capitolato e dell'art. 105, comma 13, del D.Lgs. n. 50/2016, sia previsto il pagamento diretto del subappaltatore o del cattimista (art. 30, comma 6, del D.Lgs. n. 50/2016).

L'Appaltatore e gli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo sono, altresì, obbligati alla più stretta e tempestiva osservanza delle vigenti norme relative alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, l'invalidità e la vecchiaia, la tubercolosi e contro le malattie in genere, nell'intesa che l'obbligo stesso si intenda esteso a tutte le ulteriori disposizioni in materia che dovessero intervenire in corso d'appalto a carico dei datori di lavoro.

## **Art. 26 - Prescrizioni sulla mano d'opera**

1. All'Appaltatore, al subappaltatore e ai cattimisti è fatto obbligo di rispettare quanto disposto dalla legge 300/1970 (Statuto dei lavoratori), ed in particolare quanto previsto dall'art. 36 della suddetta legge.

2. Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore e gli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo si obbligano ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti delle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti. L'Appaltatore e gli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo si obbligano altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi, anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione, e se cooperative anche nei rapporti con i soci. I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore e gli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo anche se non siano aderenti alle associazioni stipulanti o recedano da esse indipendentemente dall'Appaltatore stesso, dagli altri soggetti indicati nel primo comma del presente articolo, o da ogni altra loro qualificazione giuridica, economica o sindacale. L'Appaltatore è responsabile in rapporto alla Stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalle responsabilità di cui al precedente comma e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione appaltante.

3. All'Appaltatore è fatto altresì obbligo di rispettare quanto disposto dall'art. 18, comma 1, lett. u), del D.Lgs. n. 81/2008 ed in particolare quanto previsto dall'art. 26, comma 8, concernente l'obbligo di dotare il personale occupato dall'impresa appaltatrice o subappaltatrice di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, l'indicazione del datore di lavoro, la data di assunzione e, in caso di subappalto, anche la relativa autorizzazione. I lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento.

## **Art. 27 - Subappalto**

Gli eventuali subappalti o affidamenti a cattimo saranno disciplinati ai sensi dell'articolo 105 del D.Lgs. n. 50/2016. La quota massima subappaltabile dei lavori, ai sensi dell'art. 105, comma 2, del D.Lgs. n. 50/2016, è stabilita nella misura del 30% dell'importo complessivo dell'appalto.

In particolare, il concorrente deve indicare all'atto dell'offerta i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o affidare a cottimo; l'omissione nell'offerta dell'indicazione dei lavori o delle parti di opere che l'Appaltatore intende affidare in subappalto o a cottimo esclude la possibilità di ricorrere a tali procedure per tutta la durata di validità dell'appalto.

Il subappalto o l'affidamento a cottimo deve essere autorizzato dalla Stazione appaltante a seguito di apposita istanza dell'Appaltatore, con allegata la documentazione prevista dall'articolo 105, commi 7 e 18, del D.Lgs. n. 50/2016. Il termine previsto dall'art. 105, comma 18, del codice decorre dalla data di ricevimento della predetta istanza completa di tutta la documentazione richiesta. Nel caso in cui la documentazione presentata risulti incompleta, la Stazione appaltante provvederà a richiedere la necessaria integrazione e il termine di cui all'art. 105, comma 18, non inizierà a decorrere fino alla data di ricezione di tutti i documenti.

La Stazione appaltante a sua volta autorizza per iscritto, previa verifica degli adempimenti di cui all'art. 105 del D.Lgs. 50/2016 e di quanto previsto all'art. 3, comma 7, comma 8 e comma 9, della L. n. 136/2010, lo svolgimento delle attività in subappalto. Fino a quella data non è comunque consentito il subappalto.

L'esecuzione delle opere o dei lavori affidati in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.

In caso di subappalto, nell'esecuzione dello stesso devono essere rispettati tutti gli obblighi previsti dall'art. 105 del D.Lgs. n. 50/2016. Ai sensi dell'art. 20, comma 3, della L.R. 38/2007, il contratto di subappalto deve evidenziare separatamente i costi relativi alla sicurezza, che non sono soggetti a ribasso, e i costi della manodopera. Ai sensi dell'art. 105, comma 14, del D.Lgs. n. 50/2016, l'affidatario corrisponde alle imprese subappaltatrici anche i costi della manodopera relativi alle prestazioni affidate in subappalto senza alcun ribasso.

## **Art.28 - Responsabilità in materia di subappalto**

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.

Il Direttore dei lavori e il Responsabile del procedimento provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.

Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal primo comma dell'art. 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato da ultimo dall'art. 25 del decreto legge n. 113 del 4 ottobre 2018, convertito dalla legge n. 132 del 1 dicembre 2018 (reclusione da uno a cinque anni e multa non inferiore ad un terzo del valore dell'opera concessa in subappalto o a cottimo e non superiore ad un terzo del valore complessivo dell'opera ricevuta in appalto)

## **Art. 29 - Pagamento dei subappaltatori**

1. Ai sensi dell'art. 105, comma 13, del D.Lgs. n. 50/2016, la Stazione appaltante provvede al pagamento diretto delle prestazioni eseguite al subappaltatore o al cottimista nei seguenti casi:

- a) quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa, così come definita dalla Raccomandazione n. 2003/361/CE della Commissione Europea del 6 maggio 2003;
- b) in caso di inadempimento da parte dell'Appaltatore, secondo le modalità previste dall'art. 16 del contratto;
- c) su richiesta del subappaltatore e se la natura del contratto lo consente.

2. Nelle ipotesi di cui al comma 1 del presente articolo, la Stazione appaltante provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti previa comunicazione da parte dell'Appaltatore della parte di prestazioni eseguita dal subappaltatore o dal cottimista, con la specificazione del relativo importo.

## **Art. 30 - Cessione del contratto e cessione dei crediti**

1. È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi dell'art. 106, comma 13, del D.Lgs.n. 50/2016 e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal Responsabile del procedimento.
3. La cessione del credito sarà efficace ed opponibile alla Stazione appaltante qualora questa non la rifiuti con comunicazione da notificarsi al cedente e al cessionario entro quarantacinque giorni dalla notifica della cessione.
4. In ogni caso la Stazione appaltante cui è stata notificata la cessione può opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al contratto relativo ai lavori in oggetto.

## **Art. 31 - Danni e danni per causa di forza maggiore**

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le misure, comprese le opere provvisionali, e tutti gli adempimenti per evitare il verificarsi di danni alle opere, all'ambiente, alle persone e alle cose nell'esecuzione dell'appalto. L'onere per il ripristino di opere o il risarcimento di danni ai luoghi, a cose o a terzi determinati da mancata, tardiva o inadeguata assunzione dei necessari provvedimenti sono a totale carico dell'Appaltatore.

I danni per causa di forza maggiore dovranno essere denunciati dall'Appaltatore per iscritto entro il termine di 5 giorni naturali e consecutivi da quello in cui i danni medesimi si sono verificati, a pena di decadenza dal diritto all'indennizzo. I danni saranno accertati in contraddittorio dal Direttore Lavori che redigerà apposito verbale. Resta escluso qualsiasi indennizzo per perdite o danneggiamento di materiali non ancora posti in opera o di opere non ancora completamente ultimate, nonché delle opere provvisionali e dei mezzi dell'Appaltatore.

Nessun indennizzo sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore, o delle persone delle quali è tenuto a rispondere, in quanto lo stesso deve sempre approntare tutte le provvidenze necessarie ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose.

## **Art. 32 - Ultimazione dei lavori**

Quando l'Appaltatore ritenga di avere ultimato tutte le opere oggetto dell'appalto in conformità ai progetti e alle disposizioni impartitegli in corso di lavoro, ne farà denuncia scritta alla Direzione Lavori, la quale procederà alle necessarie constatazioni in contraddittorio, redigendo apposito verbale, elabora tempestivamente il certificato di ultimazione dei lavori e lo invia al RUP, il quale ne rilascia copia conforme all'Appaltatore (art. 12, comma 1, D.M. n. 49 del 07.03.2018).

Qualora dall'accertamento risultasse la necessità di rifare o modificare lavorazioni di piccola entità per esecuzione non perfetta, l'Appaltatore dovrà effettuare i rifacimenti e le modifiche ordinate nel tempo che gli verrà prescritto col certificato di ultimazione dei lavori, in ogni caso non superiore a sessanta giorni, e che verrà considerato, agli effetti di eventuali ritardi, come tempo impiegato per l'esecuzione 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 completamento delle lavorazioni sopraindicate (art. 12, comma 1, D.M. n. 49 del 07.03.2018).

Ai sensi dell'art. 230 del D.P.R. n. 207/2010, la Stazione appaltante si riserva di chiedere la consegna anticipata di porzioni delle opere realizzate, al fine del loro utilizzo, anche prima della completa conclusione dei lavori.

## **Art. 33 - Obblighi manutentori delle opere eseguite**

L'Appaltatore è obbligato alla custodia e manutenzione dell'opera durante il periodo di attesa e di espletamento delle operazioni di accertamento della regolare esecuzione fino all'emissione del

relativo certificato di regolare esecuzione.

Per tutto il periodo intercorrente fra l'esecuzione e l'emissione del certificato di regolare esecuzione, salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 Codice Civile, l'Appaltatore è garante delle opere e delle forniture eseguite, obbligandosi a sostituire i materiali che si mostrassero non rispondenti alle prescrizioni contrattuali ed a riparare tutti i guasti e le degradazioni che dovessero verificarsi anche in conseguenza dell'uso, purché corretto, delle opere. Tali sostituzioni e riparazioni, di qualsiasi entità, che si rendessero necessarie nel periodo di gratuita manutenzione, saranno a totale carico dell'Appaltatore, a meno che non si tratti di danni dovuti a forza maggiore, debitamente riconosciuti dalla Direzione Lavori.

In tale periodo la manutenzione dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo ed in ogni caso, sotto pena d'intervento d'ufficio, nei termini prescritti dalla Direzione dei lavori.

Per cause stagionali o per altre cause, potrà essere concesso all'Appaltatore di procedere ad interventi di carattere provvisorio, salvo provvedere alle riparazioni definitive, a regola d'arte, appena possibile.

Fermo restando l'obbligo di manutenzione a carico dell'Appaltatore, l'obbligo di custodia non sussiste se dopo l'ultimazione l'opera è presa in consegna anticipata dalla Stazione appaltante, utilizzata e messa in esercizio.

## **CONTABILITÀ E PAGAMENTI**

### **Art. 34 - Lavori a misura**

1. La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari desunti dalla lista delle categorie di lavorazioni e forniture presentata dall'Appaltatore in sede di gara.
2. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura 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.
3. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.
4. Qualora in corso d'opera debbano essere introdotte variazioni ai lavori e per le stesse ricorrono le condizioni di cui all'art. 43, comma 9, del D.P.R. 207/2010, per cui risultati eccessivamente oneroso individuarne in maniera certa e definita le quantità e pertanto non sia possibile la loro definizione nel lavoro "a corpo", esse possono essere preventivate a misura. Le relative lavorazioni sono indicate nel provvedimento di approvazione della perizia con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo del contratto.
5. Nei casi di cui al comma 4, qualora le stesse variazioni non siano valutabili mediante i prezzi unitari rilevabili dagli atti progettuali o di gara, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'art. 41 del presente Capitolato, fermo restando che le stesse variazioni possono essere predefinite, sotto il profilo economico, con atto di sottomissione "a corpo".
6. Gli eventuali costi per la sicurezza che fossero individuati a misura in relazione alle variazioni di cui al comma 4, sono valutati sulla base dei relativi prezzi unitari, ovvero formati ai sensi del comma 5, con le relative quantità.

### **Art. 35 - Lavori a corpo**

1. La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, e 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 regole dell'arte.

3. La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata, per ogni categoria di lavorazione in cui risultano suddivisi nella tabella A (allegata al presente Capitolato per farne parte integrante e sostanziale), registrando la quota percentuale dell'aliquota relativa all'eventuale voce disaggregata della stessa categoria che è stata eseguita. La tabella dell'allegato A e le relative aliquote saranno aggiornate sulla base dei prezzi offerti in sede di gara.

4. I costi per la sicurezza per le prestazioni a corpo sono contabilizzati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e nei documenti di gara, con le modalità di cui al comma 3.

## **Art. 36 - Lavori in economia**

La contabilizzazione dei lavori in economia, ai sensi dell'art. 24 del presente capitolato sarà eseguita nel modo seguente:

- in relazione ai materiali, le prestazioni verranno contabilizzate secondo i prezzi indicati nella lista delle categorie di lavorazioni e forniture, ovvero, se mancanti, secondo i prezzi da definirsi ai sensi dell'art. 41 del presente Capitolato;
- per la mano d'opera, trasporti e noli, le prestazioni sono liquidate secondo il Prezzario dei lavori pubblici della Toscana vigente al momento dell'esecuzione dei lavori e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su spese generali e utili.

## **Art. 37 - Valutazione dei manufatti e dei materiali a pié d'opera**

È escluso il parziale pagamento dei materiali introdotti in cantiere prima della relativa messa in opera.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'Appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei lavori ai sensi dell'art. 18, comma 1, del D.M. 145/2000.

## **Art. 37bis – Recupero e smaltimento dei materiali**

I materiali di risulta provenienti da scavi, qualificati come rifiuti o provenienti da disfamenti e demolizioni saranno smaltiti, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, presso discariche autorizzate o conferiti ad impianti di trattamento o riutilizzo autorizzati, nel rispetto delle disposizioni di legge in materia.

Dell'avvenuto conferimento a discarica o ad impianti di trattamento o riutilizzo deve essere consegnata alla Stazione Appaltante idonea documentazione.

L'importo destinato alla gestione e smaltimento dei rifiuti, è così suddiviso:

1. carico trasporto e scarico in impianto autorizzato;
2. oneri di conferimento a impianto autorizzato dipendenti dal tipo di rifiuto e definiti dai tariffari delle singole discariche;
3. tributi per il deposito in impianto autorizzato definiti a livello regionale (LR n.16 del 29/07/2016), generalmente classificati in base ai codici CER.

Le voci 1 e 2 saranno riconosciute a misura, sulla base dei prezzi unitari offerti nella lista delle

categorie allegata al contratto e delle quantità effettivamente conferite.

Il tributo speciale sui conferimenti in discarica sarà integralmente rimborsato dalla Stazione Appaltante all'Appaltatore, con riferimento alle aliquote in vigore, sulla base del materiale effettivamente smaltito in tonnellate, previa presentazione di idonea documentazione relativa al pagamento del tributo.

Per le attività di raccolta e trasporto dei materiali provenienti da disfamenti o recuperi d'impianti e dei residui di lavorazione, compresi quelli per i quali è disposta la consegna presso magazzini o depositi della Stazione Appaltante, l'Appaltatore deve essere in possesso delle autorizzazioni previste dal D.lgs.152/2006 e successive modifiche ed integrazioni; la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di richiedere l'esibizione dei documenti comprovanti il possesso delle predette autorizzazioni.

In assenza di dette autorizzazioni, l'Appaltatore, che avrà preventivamente indicato in fase di gara, la volontà di subappaltare le attività di raccolta e trasporto dei rifiuti, dovrà affidare tale attività a un operatore economico avente i requisiti prescritti dalla legge. La certificazione relativa alle autorizzazioni del subappaltatore deve essere prodotta all'atto della richiesta d'autorizzazione al subappalto.

## **Art. 38 – Modalità di pagamento**

1. I pagamenti saranno eseguiti secondo le seguenti modalità:

- anticipazione pari al 20% del valore del contratto di appalto ai sensi dell'art. 35, comma 18, del D.Lgs. n. 50/2016, con le modalità specificate dall'art. 15-bis del contratto;
- rate di acconto relative agli stati di avanzamento dei lavori;
- rata di saldo, dopo l'emissione del certificato di regolare esecuzione, ai sensi del successivo art. 43 e dell'art. 22 del contratto.

2. Potrà emettersi il primo S.A.L. al raggiungimento dell'importo di lavori eseguiti (al netto del ribasso) indicato dall'art. 16, comma 1, del contratto, i successivi al raggiungimento di almeno un ulteriore, identico importo.

3. Il termine per l'emissione di ciascun S.A.L., ai sensi dell'art. 13, comma 2, lett. a), del D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018, non può essere superiore a sette giorni dalla maturazione dello stato di avanzamento dei lavori a norma dell'art. 14, comma 1, lett. d), del D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018; il termine per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto, ai sensi dell'art. 4, comma 6, del D.Lgs. n. 231/2002, non può superare i trenta giorni a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori a norma dello stesso art. 14, comma 1, lett. d).

4. Le modalità di fatturazione, i termini di pagamento degli importi dovuti in base al certificato di cui al comma 3 e le ulteriori disposizioni relative ai pagamenti sono disciplinate dall'art. 16 del contratto.

5. Gli interessi connessi alla ritardata emissione dei certificati di pagamento, al ritardato pagamento delle rate di acconto o della rata di saldo sono disciplinati dall'art. 17 del contratto.

6. Il saggio degli interessi di mora previsto dal presente articolo e dall'art. 17 del contratto è comprensivo del maggior danno ai sensi dell'articolo 1224, comma 2, del codice civile.

7. La liquidazione degli stati di avanzamento dei lavori all'Appaltatore e la liquidazione finale sono subordinate, ai sensi dell'art. 105, comma 9, ultimo periodo, del D.Lgs. n. 50/2016 all'acquisizione da parte della Stazione appaltante delle dichiarazioni dell'INPS e dell'INAIL attestanti il regolare versamento dei contributi assistenziali, previdenziali ed assicurativi e della Cassa Edile attestante il regolare versamento dei contributi contrattuali (DURC).

8. Inoltre, a garanzia degli obblighi di legge e contrattuali in materia di tutela dei lavoratori, sarà operata, sull'importo di ogni stato di avanzamento lavori, la ritenuta dello 0,50% prescritta dall'art. 30, comma 5 bis, del D.Lgs. n. 50/2016. Se l'Appaltatore, il subappaltatore o i cattimisti trascurano qualcuno dei relativi adempimenti, vi provvede la Stazione appaltante:

- mediante l'intervento sostitutivo di cui agli articoli 25 del presente Capitolato e 30, commi 5 e 6, del D.Lgs. n. 50/2016;
- o, in ogni caso, tramite l'intervento sostitutivo a carico del fondo formato con detta ritenuta e,

eventualmente, anche avvalendosi della garanzia definitiva, ai sensi dell'art. 25 del presente Capitolato e dell'art. 103, comma 2, del D.Lgs. n. 50/2016, salvo le maggiori responsabilità dell'Appaltatore, del subappaltatore o degli altri soggetti obbligati.

Sono esenti da tali ritenute le anticipazioni di denaro fatte dall'Appaltatore ed i relativi interessi.

### **Art. 39 - Dichiarazione relativa ai prezzi**

L'Appaltatore, prima della presentazione dell'offerta, deve recarsi sui luoghi dove dovrà essere eseguito il progetto, rendendosi così conto pienamente dei lavori da eseguire.

In conseguenza, i prezzi offerti, sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale, devono intendersi, senza restrizione alcuna, come remunerativi di ogni spesa generale e particolare.

### **Art .40 - Revisione dei prezzi**

Non sono ammesse revisioni dei prezzi. Il rischio delle difficoltà dell'opera è a totale carico dell'Appaltatore. L'art. 1664 c.c., 1° comma, non si applica all'appalto di cui al presente Capitolato.

### **Art. 41 - Formazione di nuovi prezzi**

La valutazione di lavori eseguiti in aggiunta o variante a quelli previsti dal progetto ed ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori verrà effettuata con l'applicazione dei prezzi della lista delle categorie di lavorazioni e forniture allegata al contratto.

Qualora le opere ordinate non trovino riscontro nelle voci elencate e nei relativi prezzi, l'Appaltatore deve segnalare tempestivamente alla Direzione Lavori, prima dell'inizio delle opere stesse, che ritiene necessario ricorrere alla formazione di nuovi prezzi.

Non saranno prese in considerazione dalla Direzione Lavori richieste di concordamento di nuovi prezzi relative ad opere già in corso o concluse e a materiali o forniture già ordinati dall'Appaltatore.

I nuovi prezzi vengono formati:

- a) desumendoli dal Prezzario dei Lavori pubblici della Toscana vigente al momento dell'offerta, qualora applicabili in relazione alla tipologia dei lavori;
- b) ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi sulla base dei prezzi elementari della mano d'opera, materiali, noli e trasporti, tratti dal Prezzario dei Lavori pubblici della Toscana alla data di formulazione dell'offerta, o, in difetto, dai prezzi correnti di mercato, attraverso un contraddittorio tra il Direttore dei lavori e l'Appaltatore.

Tutti i nuovi prezzi sono soggetti al ribasso d'asta. Essi inoltre sono approvati dal RUP.

In caso di mancato accordo sulla formazione dei nuovi prezzi, l'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire i lavori e le somministrazioni ingiunte dalla Stazione appaltante, che la D.L. contabilizzerà secondo i prezzi che ritenga equi; ove l'Appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti dagli articoli 59 e 60 del presente Capitolato Speciale d'Appalto, i prezzi s'intendono definitivamente accettati.

### **Art. 42 - Perizie di variante e suppletive**

La Stazione appaltante si riserva piena e ampia facoltà di introdurre nei progetti delle opere in corso di esecuzione le varianti che, a suo insindacabile giudizio, ritenga opportune, sempre nei limiti stabiliti dall'art.106, commi 1, lettera c), 7 e 12, del D.Lgs. n. 50/2016, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più.

Le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto, ma se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati ai

sensi dell'art. 41 del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Per contro, è fatto tassativo divieto all'Appaltatore di introdurre varianti o addizioni ai progetti delle opere appaltate, senza averne ottenuta la preventiva approvazione scritta dalla Direzione Lavori.

La Stazione appaltante avrà diritto a far demolire, a spese dell'Appaltatore stesso, le opere che questo avesse eseguito in contravvenzione a tale divieto.

In caso di variante il Direttore Lavori redigerà apposita perizia secondo le modalità stabilite dalla legislazione vigente in materia. Relativamente al maggior importo dei lavori, verrà concordato, ove occorra, un nuovo termine per l'ultimazione dei lavori.

L'Appaltatore può, inoltre, proporre varianti migliorative, nei casi e alle condizioni di cui all'art. 8, comma 8, del D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018.

## **Art. 43 - Conto finale e rata di saldo**

Il conto finale dei lavori, di cui all'art. 14, comma 1, lett. e), del D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018, verrà redatto, entro 90 giorni a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori risultante da apposito certificato, dal Direttore dei lavori, che lo trasmetterà al Responsabile del procedimento.

Il Responsabile del procedimento sottoporrà il conto finale all'Appaltatore per la firma da effettuarsi entro 30 giorni. Se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine stabilito, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato (art. 14, comma 1, lett. e, D.M. n. 49 del 07.03.2018).

Sulla base dello stato finale dei lavori si farà luogo al pagamento della rata di saldo, quale che sia il suo ammontare, previa cauzione o garanzia fideiussoria, con le modalità ed entro il termine stabilito dall'art. 22 del contratto. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, comma 2, del Codice Civile (art 113-bis, comma 3, del D.Lgs. n. 50/2016).

## **Art. 44 – Certificato di regolare esecuzione**

Il certificato di regolare esecuzione è emesso non oltre 3 (tre) mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per fornire i mezzi, attrezzature e manodopera necessari per le operazioni di verifica.

Qualora, durante le operazioni di verifica della regolare esecuzione, venissero accertati i difetti di cui all'art. 227, comma 2, del D.P.R. 207/2010, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire tutti i lavori che il Direttore dei Lavori riterrà necessari, nel tempo dallo stesso assegnato.

Nell'ipotesi prevista dal comma 3 dell'art. 227 del D.P.R. 207/2010, il Direttore dei Lavori determinerà nell'emissione del certificato la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'Appaltatore, salvo il maggior onere che rimane comunque a carico dell'Appaltatore.

Il certificato di regolare esecuzione, redatto secondo le modalità indicate dal titolo X del D.P.R. 207/2010, ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione dello stesso. Decorso tale termine, il certificato si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.

Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del Codice Civile, l'Appaltatore risponde per le difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione Appaltante prima che il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

Alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione si procede, con le cautele previste dalle leggi in vigore e sotto le riserve dell'art. 1669 del Codice Civile, allo svincolo della garanzia definitiva prestata dall'Appaltatore a garanzia del mancato o inesatto adempimento delle obbligazioni dedotte in contratto (art. 235 D.P.R. 207/2010).

Per le verifiche delle opere impiantistiche, ad integrazione di quanto indicato nel presente

Capitolato Speciale di Appalto, si rimanda anche a quanto indicato nei rispettivi Disciplinari Prestazionali.

## **DISPOSIZIONI DIVERSE**

### **Art. 45 - Risarcimento dei danni e rimborso spese**

Per il risarcimento di danni, per il rimborso di spese e tasse, per il pagamento di penali e di quanto altro fosse dovuto dall'Appaltatore alla Stazione appaltante, la stessa potrà rivalersi sui crediti e sui depositi propri dell'appalto.

In tale caso, però, i depositi dovranno essere immediatamente reintegrati. In caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'Appaltatore (art. 103, comma 1, penultimo periodo, D.Lgs. n. 50/2016).

### **Art. 46 – Risoluzione del contratto**

Si procede alla risoluzione, fermo quanto previsto dall'art. 107, comma 2, del D.Lgs. n. 50/2016, nei casi previsti dall'art. 108 del D.Lgs. n. 50/2016.

In caso di risoluzione del contratto l'Appaltatore avrà diritto soltanto al pagamento dei lavori eseguiti regolarmente, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento ai sensi dell'art. 108, comma 5, del D.Lgs. n. 50/2016.

In caso d'inadempienza dell'Appaltatore agli obblighi assunti in modo che, a giudizio esclusivo del Direttore dei lavori, ne risultino compromessi sia il buon esito dell'opera che l'ultimazione nel termine contrattuale, fatti salvi gli obblighi procedurali stabiliti dall'art. 108, commi 3 e 4, del D.Lgs. n. 50/2016, la Stazione appaltante delibera la risoluzione del contratto.

L'Appaltatore non potrà pretendere alcun compenso, né avanzare riserve anche se l'ammontare delle opere non eseguite fosse superiore al quinto dell'importo contrattuale. In questi casi l'Appaltatore avrà diritto soltanto al pagamento dei lavori eseguiti regolarmente e sarà possibile anche del danno che provenisse alla Stazione appaltante per la maggior spesa sostenuta per affidare i lavori ad altro Appaltatore.

Costituiscono altresì causa di risoluzione del contratto le ulteriori ipotesi disciplinate dall'art. 19 del contratto.

In caso di risoluzione del contratto, l'Appaltatore è inoltre obbligato a provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel tempo a tal fine assegnato dalla Stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, la stessa provvederà d'ufficio addebitando all'Appaltatore i relativi oneri e spese.

A seguito della risoluzione del contratto, la Stazione appaltante si riserva di applicare l'art. 110 del D.Lgs. n. 50/2016.

### **Art. 47 - Definizione delle controversie**

Non è ammesso dalle parti il ricorso all'arbitrato.

Nel caso di riserve regolarmente iscritte dall'Appaltatore nel registro di contabilità, il Responsabile del procedimento dovrà valutare l'ammissibilità e la relativa fondatezza acquisendo la relazione riservata del Direttore dei lavori.

Qualora in seguito all'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale, si procede secondo quanto previsto dall'art. 205 del D.Lgs. n. 50/2016.

Al di fuori dei casi in cui è previsto il procedimento di accordo bonario, le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere risolte secondo quanto previsto dall'art. 208 del D.Lgs. n. 50/2016.

Qualora la procedura di accordo bonario non abbia esito positivo, e negli altri casi in cui si verifichino controversie, queste saranno devolute in via esclusiva al foro del Tribunale di Firenze.

## **Art. 48 - Responsabilità dell'Appaltatore per vizi e difformità dell'opera eseguita**

L'approvazione del certificato di regolare esecuzione non libera del tutto l'Appaltatore restando ferme ed impregiudicate in ogni caso le garanzie previste dal Codice Civile.

Rimane a carico dell'Appaltatore la garanzia per le difformità e i vizi dell'opera non riconosciuti e non riconoscibili in sede di emissione del certificato di regolare esecuzione e, anche se riconoscibili, taciti per malafede dell'Appaltatore o non scoperti per dolo di quest'ultimo.

L'Appaltatore resterà garante per la perfetta realizzazione delle opere eseguite ed apparecchiature fornite per la durata di anni 2 (due) a decorrere dalla data di emissione del certificato di regolare esecuzione .

L'Appaltatore sarà ritenuto responsabile di tutti i guasti, inconvenienti e danni che si verificassero nel suddetto periodo, in conseguenza di vizi costruttivi, di impiego di materiali difettosi, di errori di calcolo, ecc.

In esito a tale garanzia l'Appaltatore provvederà alla riparazione, sostituzione, reintegrazione di tutti i materiali che nel periodo citato rivelassero difetti di funzionamento, di costruzione e di rendimento, rotture, ecc., senza diritto a compenso, sia per quanto riguarda il materiale sia per quanto riguarda la manodopera, ed in modo da assicurare i requisiti richiesti per le varie categorie di lavoro cui le apparecchiature sono destinate.

Non sono compresi gli oneri dovuti a materiali di consumo.

## **Art. 49 - Indicazioni generali sui criteri di accettazione dei materiali e sulle modalità di posa in opera**

Circa i criteri di accettazione dei materiali, i requisiti qualitativi e prestazionali e il modo di eseguire ogni categoria di lavoro si rimanda a quanto definito nel D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 49 del 07.03.2018, nelle norme tecniche riportate negli artt. 61 e seguenti del presente Capitolato, nelle relazioni tecniche del progetto esecutivo.

Di ogni materiale da porre in opera dovrà essere presentata al Direttore Lavori, con congruo anticipo rispetto alla messa in opera, una campionatura al cui esame sarà subordinata l'accettazione. All'arrivo del materiale in cantiere, la Direzione dei Lavori procederà alla verifica delle caratteristiche del materiale attraverso certificazioni e bolle di accompagnamento. Qualora lo ritenga necessario, in qualsiasi momento e a suo insindacabile giudizio, la Direzione dei lavori potrà ordinare il prelievo di campioni da inviare a laboratori autorizzati per le opportune analisi.

Per quanto non espressamente indicato o richiamato l'Appaltatore dovrà rispettare le norme UNI e le norme UNI EN che recepiscono le disposizioni di carattere europeo.

Dovranno inoltre essere rispettate in proposito, anche se non espressamente richiamate, tutte le norme tecniche nazionali e regionali vigenti al momento dell'appalto restando inteso che, in caso di difficoltà interpretativa o difformità tra norme che regolano il medesimo argomento, sarà esclusivo compito della Direzione Lavori indicare i criteri da seguire.

Nel caso in cui le voci di lista menzionino il nome di un prodotto specifico o della ditta produttrice, tali indicazioni si intenderanno esemplificative delle caratteristiche richieste per quel prodotto e non dovranno essere intese come discriminatorie nei confronti di altri prodotti presenti sul mercato che abbiano caratteristiche tecniche equivalenti e che l'Appaltatore è libero di proporre.

## **DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI LA SICUREZZA**

### **Art. 50 – Disposizioni sulla sicurezza e regolarità nel cantiere**

1. La Stazione appaltante, ai sensi dell'art. 22 della L.R. n. 38/2007, assicura la presenza in cantiere di un tutor con funzioni di assistenza formativa ai lavoratori ed alle imprese per la progettazione della sicurezza. Il tutor di cantiere svolge, inoltre, attività di supporto alle funzioni del responsabile dei lavori e del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori. I relativi oneri rientrano nelle somme a disposizione del quadro economico del progetto e sono sostenuti direttamente dalla Stazione appaltante.
2. Il Direttore dei lavori, ai sensi dell'art. 23, comma 1, della L.R. n. 38/2007, anche per il tramite del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, raccoglie e conserva le seguenti informazioni relative al cantiere:
  - a) nominativi delle ditte e dell'organico impegnato nel cantiere;
  - b) i nominativi dei soggetti preposti alla prevenzione aziendale, di cui all'art. 16 della L.R. 38/2007;
  - c) copia delle segnalazioni degli infortuni avvenuti nel cantiere;
  - d) copia del piano di sicurezza e coordinamento, del fascicolo e dei piani operativi di sicurezza di cui al D.Lgs. n. 81/2008 e delle relative integrazioni e adeguamenti;
  - e) copia dei verbali delle riunioni di coordinamento e delle prescrizioni del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di cui al D.Lgs. n. 81/2008.
3. La Stazione appaltante, ai sensi dell'art. 23, comma 2, della L.R. 38/2007, procede, prima dell'inizio dei lavori, all'effettuazione di appositi incontri con i competenti organi di vigilanza, finalizzati all'illustrazione delle caratteristiche dell'opera e del sistema di gestione della sicurezza attivato, anche con il coinvolgimento dei RLS; analoghi incontri possono essere svolti durante il corso dei lavori al fine di verificare il permanere delle condizioni di sicurezza e di tutela dei lavoratori nei cantieri. Le aziende unità sanitarie locali (USL) assicurano la partecipazione di proprio personale agli incontri; la partecipazione avviene a titolo oneroso, secondo gli importi determinati dal tariffario regionale per le prestazioni erogate dai dipartimenti di prevenzione delle aziende USL. I relativi oneri rientrano tra le somme a disposizione del quadro economico di realizzazione del progetto e sono sostenuti direttamente dalla Stazione appaltante.
4. L'Appaltatore, ai sensi dell'art. 23, comma 4, della L.R. n. 38/2007, è tenuto a svolgere momenti formativi mirati al singolo intervento oggetto dell'appalto ed alle specifiche problematiche sulla sicurezza emerse anche in occasione degli incontri di cui al comma 3.

### **Art. 51 - Obblighi ed oneri dell'Appaltatore**

L'Appaltatore ha l'obbligo di osservare e di dare completa attuazione alle indicazioni contenute nel presente Capitolato e nel piano di sicurezza e coordinamento.

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della stipula del contratto o della consegna dei lavori nel caso che questa avvenga in via d'urgenza, l'Appaltatore redige e consegna alla Stazione appaltante:

- a) eventuali proposte integrative del Piano di sicurezza e di coordinamento;
- b) un Piano operativo di sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del Piano di sicurezza e di coordinamento;
- c) certificazione dell'installazione dei dispositivi anticaduta ai sensi della L.R. n. 65/2014.

In particolare l'Appaltatore provvede a:

- 1) nominare, in accordo con le Imprese subappaltatrici, il Direttore Tecnico di cantiere e comunicare la nomina al Committente ovvero al responsabile dei lavori, al Coordinatore per la

- sicurezza in fase di esecuzione prima dell'inizio dei lavori;
- 2) consegnare copia del Piano di sicurezza e coordinamento ai rappresentanti dei propri lavoratori, almeno 10 giorni prima dell'inizio dei lavori;
  - 3) promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, con lo scopo di portare a conoscenza di tutti gli operatori del cantiere i contenuti di sicurezza e coordinamento;
  - 4) richiedere tempestivamente entro 15 giorni dalla stipula del contratto disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel Piano di sicurezza ovvero proporre al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione modifiche al Piano di sicurezza e di coordinamento trasmesso dalla Stazione appaltante nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza, per adeguare i contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore, per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano. Il tutto senza modifica o adeguamento dei prezzi concordati nel contratto;
  - 5) dotare il cantiere dei servizi del personale prescritti dalla legge (mensa o servizi di ristoro alternativi, spogliatoi, servizi igienici, docce, presidio sanitario, ecc.);
  - 6) designare, prima dell'inizio dei lavori, i lavoratori addetti alla gestione dell'emergenza [art. 18, comma 1, lett.b), D.Lgs. n. 81/2008];
  - 7) organizzare i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di pronto soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione dell'emergenza [art. 43, comma 1, lett. a), D.Lgs. n. 81/2008];
  - 8) assicurare:
    - il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
    - la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
    - le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;
    - il controllo prima dell'entrata in servizio e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
    - la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
  - 9) disporre il cantiere di idonee e qualificate maestranze, adeguatamente formate, in funzione delle necessità delle singole fasi lavorative, segnalando al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
  - 10) rilasciare dichiarazione di avere provveduto alle assistenze, assicurazioni e previdenze dei lavoratori presenti in cantiere secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
  - 11) rilasciare dichiarazione al Committente di avere sottoposto i lavoratori per i quali è prescritto l'obbligo e presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria;
  - 12) tenere a disposizione del Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, del Committente ovvero del responsabile dei lavori e degli organi di vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione ed al Piano di sicurezza;
  - 13) fornire alle Imprese subappaltatrici ed ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
    - adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico organizzativo;
    - le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre;
  - 14) assicurare l'utilizzo, da parte delle Imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi, di impianti comuni, quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva, nonché le informazioni relative al loro corretto utilizzo;
  - 15) cooperare con le Imprese subappaltatrici e i lavoratori autonomi allo scopo di mettere in atto tutte le misure di prevenzione e protezione previste nel Piano di sicurezza e coordinamento;
  - 16) informare il Committente ovvero il responsabile dei lavori e il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione sulle proposte di modifica ai piani di sicurezza formulate dalle Imprese

- subappaltatrici e/o dai lavoratori autonomi;
- 17) affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

## **Art. 52 - Obblighi ed oneri delle Imprese subappaltatrici e dei lavoratori autonomi**

Le Imprese subappaltatrici e i lavoratori autonomi devono:

- 1) rispettare ed attuare tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del Direttore Tecnico di cantiere;
- 2) attenersi alle indicazioni fornite dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, ai fini della sicurezza;
- 3) utilizzare tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alla normativa vigente (D.Lgs. n. 81/2008);
- 4) collaborare e cooperare tra loro e con l'Appaltatore;
- 5) informare l'Appaltatore o il Direttore Tecnico di cantiere sui possibili rischi, per gli altri lavoratori presenti in cantiere, derivanti dalle proprie attività lavorative.

## **Art. 53 - Obblighi ed oneri del Direttore Tecnico di cantiere**

Il Direttore Tecnico di cantiere deve:

- 1) gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- 2) osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere le prescrizioni contenute nei piani per la sicurezza e nel presente Capitolato e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori;
- 3) allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psicofisiche non idonee o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione;
- 4) vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dall'inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

## **Art. 54 - Obblighi dei lavoratori dipendenti**

I lavoratori dipendenti del cantiere sono tenuti ad osservare:

- 1) i regolamenti in vigore in cantiere;
- 2) le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
- 3) le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e quelle fornite dal Direttore Tecnico di cantiere in materia di prevenzione degli infortuni.

## **Art. 55 - Proposta di sospensione dei lavori, di allontanamento o di risoluzione del contratto in caso di gravi inosservanze**

In caso di gravi inosservanze da parte delle Imprese o dei lavoratori autonomi il Coordinatore per la

sicurezza in fase di esecuzione deve presentare al Committente ovvero al responsabile dei lavori la proposta di sospensione, allontanamento o di risoluzione del contratto.

Il Committente o il responsabile dei lavori, per il tramite del Direttore Lavori, accertato il caso, provvederà all'applicazione del provvedimento adeguato. La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza, da parte dell'Appaltatore, delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

#### **Art. 56 - Sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato o per mancanza dei requisiti minimi di sicurezza**

In caso di pericolo grave ed imminente per i lavoratori, il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione provvederà a sospendere i lavori, disponendone la ripresa solo quando sia avvenuta la comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle Imprese interessate. Il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, in caso di sospensione dei lavori per pericolo grave ed immediato, deve comunicare per iscritto al Committente ovvero al responsabile dei lavori e al Direttore Lavori la data di decorrenza della sospensione e la motivazione. Successivamente dovrà comunicare, sempre per iscritto, al Committente ovvero al responsabile dei lavori, la data di ripresa dei lavori.

La durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza, da parte dell'Appaltatore, delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

## ALTRE DISPOSIZIONI

### Art. 57 - Normativa di riferimento

L'Appaltatore dichiara di avere preso conoscenza delle procedure esecutive, degli apprestamenti e dei dispositivi di protezione individuale e collettiva necessari all'esecuzione dei lavori in conformità alle disposizioni contenute nel Piano di sicurezza e coordinamento, nonché dei relativi costi.

L'Appaltatore, quindi, non potrà eccepire, durante l'esecuzione dei lavori la mancata conoscenza di elementi non valutati, a meno che tali elementi non si configuri come cause di forza maggiore contemplate nel Codice Civile (e non escluse da altre norme nel presente Capitolato o che si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e condizioni dei lavori.

La realizzazione e l'utilizzo delle opere relative alle attrezzature, agli apprestamenti ed alle procedure esecutive previste nel presente Capitolato dovranno essere conformi, oltre alle norme elencate nell'art. 11 del presente Capitolato, anche alle seguenti norme di cui si riporta un elenco indicativo e non esaustivo:

- D.Lgs. n. 475/92 Attuazione della direttiva 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale;
- Art. 2087 c.c. relativo alla tutela delle condizioni di lavoro;
- prescrizioni dell'Asl;
- prescrizioni dell'Ispettorato del Lavoro;
- L.R. n. 65/2014 e D.P.G.R. 18 dicembre 2013, n. 75/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 82, comma 15, della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 "Norme per il governo del territorio". Abrogazione del regolamento approvato con D.P.G.R.T. 62/R/2005), vigente in via transitoria;
- normativa tecnica di riferimento UNI, ISO, DIN, ISPESL, CEI, ecc.;

### Art. 58 - Ordine da tenersi nella conduzione dei lavori

Nei limiti fissati dal Cronoprogramma e dal Programma esecutivo dettagliato dei lavori, in genere l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della D.L., non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione appaltante. La Stazione appaltante si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo e di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. In ogni caso, nel corso dei lavori, l'Appaltatore dovrà tener conto delle priorità tecnico-scientifiche stabilite dalla D.L. o dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

### Art. 58 bis - Eccezioni e riserve dell'esecutore sul registro di contabilità

1. Il registro di contabilità è firmato dall'Appaltatore, con o senza riserve, nel giorno in cui gli viene presentato.
2. Nel caso in cui l'Appaltatore non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.
3. Se l'Appaltatore ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine

di quindici giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.

4. Il Direttore dei lavori, nei successivi quindici giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni. Se il Direttore dei lavori omette di motivare in modo esauriente le proprie deduzioni e non consente alla Stazione appaltante la percezione delle ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'Appaltatore, incorre in responsabilità per le somme che, per tale negligenza, la Stazione appaltante dovesse essere tenuta a sborsare.

5. Nel caso in cui l'Appaltatore non firmi il registro nel termine di cui al comma 2, oppure lo firma con riserva, ma senza esplicare le sue riserve nel modo e nel termine sopraindicati, i fatti registrati si intendono definitivamente accertati, e l'Appaltatore decade dal diritto di far valere in qualunque termine e modo le riserve o le domande che ad essi si riferiscono.

6. Ove per qualsiasi legittimo impedimento non sia possibile una precisa e completa contabilizzazione, il Direttore dei lavori può registrare in partita provvisoria sui libretti, e di conseguenza sugli ulteriori documenti contabili, quantità dedotte da misurazioni sommarie. In tal caso l'onere dell'immediata riserva diventa operante quando, in sede di contabilizzazione definitiva delle categorie di lavorazioni interessate, vengono portate in detrazione le partite provvisorie.

### **Art. 58 ter - Forma e contenuto delle riserve**

1. L'Appaltatore è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del Direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

2. Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'Appaltatore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.

3. Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'Appaltatore ritiene gli siano dovute.

4. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

## **Capo III - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori, qualità e provenienza dei materiali, modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro**

### **Art. 59– Norme per la misurazione e valutazione dei lavori**

Per la misurazione e la valutazione dei lavori si rinvia integralmente a quanto contenuto nella “Guida delle Lavorazioni e Norme di misurazione” allegata al Prezzario dei Lavori pubblici della Toscana vigente.

## Capo IV – Elaborati del progetto esecutivo

PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITA' PEDONALE NEL TRATTO TRA IL CONFINE COMUNALE E LA SCUOLA MEDIA NEL COMUNE DI LONDA (FI)		
PROGETTO ESECUTIVO		
ELENCO ELABORATI		
<i>Codice Elaborato</i>	<i>Scala</i>	<i>Descrizione</i>
<b>01 - Elaborati testuali</b>		
L56001P03TRGN_A	---	Relazione Tecnica Generale
L56001P03TELP_A	---	Elenco Prezzi
L56001P03TANP_A	---	Analisi dei Prezzi
L56001P03TCMT_A	---	Computo Metrico Estimativo
L56001P03TQIM_A	---	Incidenza Manodopera
L56001P03TQEC_A	---	Quadro Economico
L56001P03TCRP_A	---	Cronoprogramma
L56001P03TCSA_A	---	Capitolato Speciale d'Appalto
L56001P03TSCO_A	---	Schema di contratto
L56001P06TPMA_A	---	Piano di Gestione e Manutenzione delle Opere
<b>01 - Elaborati grafici</b>		
L56001P03D001_A	1:500	Tavola 1 - Planimetria Stato Attuale
L56001P03D002_A	1:500	Tavola 2 - Planimetria dei Sottoservizi - Stato Attuale Fognature e Acquedotto
L56001P03D003_A	1:200	Tavola 3 - Planimetria Stato di Progetto
L56001P03D004_A	1:500	Tavola 4 - Planimetria dei Sottoservizi - Stato di Progetto
L56001P03D005_A	1:50	Tavola 5 - Sezioni Tipo
L56001P03D006_A	varie	Tavola 6 - Planimetria dello Stato Sovraposto
L56001P03D007_A	varie	Tavola 7 - Planimetria, Fotoinserimenti, Studio dei Materiali
L56001P03D008_A	varie	Tavola 8 - Planimetria, Vegetazione e Arredo Urbano
L56001P03D009_A	varie	Tavola 9 - Planimetria dei Tracciamenti
<b>02 - Impianti Elettrici e Speciali</b>		
17-25 IP Londa - RT	---	Relazione Tecnica
17-25 IP Londa - S	---	Schemi Quadri Elettrici e Ausiliari
17-25 IP Londa - IE 1	1:200	Planimetria Impianto Illuminazione
17-25 IP Londa - PM	---	Piano di Manutenzione
17-25 IP Londa - DT	---	Disciplinare Tecnico Prestazionale
<b>03 - Relazione geologica</b>		
	---	Relazione Geologica
<b>04 - Sicurezza</b>		
L56001P03D010_A	varie	Tavola 10 - Planimetria cantierizzazione
L56001P03TCNT_A	---	relazione di cantierizzazione
L56001P06TPSC_A	---	Piano di Sicurezza e Coordinamento
L56001P06TFSI_A	---	Fascicolo della Sicurezza
L56001P06TAVR_A	---	Analisi e Valutazione dei Rischi
L56001P06TCSI_A	---	Stima dei Costi della Sicurezza
L56001P06TGNT_A	---	Diagramma di Gantt

## ALLEGATO A - Gruppi di lavorazioni omogenee

categorie opere	Importo Lordo [€]	Incidenza Percentuale sul totale [%]
OG3 - Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane	€ 258 135.96	61.56%
OG6 - Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione	€ 37 994.92	9.06%
OG10 - Impianti per la trasformazione alta/media tensione e per la distribuzione di energia elettrica in corrente alternata e continua ed impianti di pubblica illuminazione	€ 77 256.37	18.42%
OS24 - Verde e arredo urbano	€ 45 917.87	10.95%
<b>TOTALE LAVORI A MISURA</b>	<b>€ 419 305.12</b>	<b>100.00%</b>
<b>LAVORI IN ECONOMIA PREVISTI DAL CONTRATTO</b>		
<b>ONERI DELLA SICUREZZA</b>	<b>€ 11 078.69</b>	
<b>TOTALE GENERALE APPALTO</b>	<b>€ 430 383.81</b>	

**Lavori di “MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ PEDONALE NEL  
TRATTO TRA IL CONFINE COMUNALE E LA SCUOLA MEDIA DEL  
COMUNE DI LONDA”**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO  
PARTE SECONDA**

<b>CAPO V - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>46</b>
<i>Art. 60 – Qualità, provenienza e prove dei materiali.....</i>	<i>46</i>
Materiali e prodotti pericolosi.....	47
60.1      Acqua.....	47
60.2      Calce .....	49
60.3      Leganti idraulici .....	49
60.4      Pozzolana .....	49
60.5      Additivi .....	50
60.6      Materiali naturali, di cava e artificiali .....	50
60.7      Pomice .....	57
60.8      Pietrame .....	57
60.9      Tufi .....	57
60.10     Manufatti lapidei stradali – cubetti .....	58
60.11     Materiali laterizi .....	58
60.12     Materiali ceramici – Tubi in Grès .....	50
60.13     Materiali ferrosi – prodotti di acciaio e ghisa .....	50
60.14     Ghisa e prodotti di ghisa .....	54
60.15     Accessori per camerette e pozzetti stradali .....	55
60.16     Prodotti di fibro-cemento .....	61
60.17     Prodotti di cemento e aggregati granulari .....	62
60.18     Prodotti di materie plastiche.....	64
60.19     Apparecchi idraulici .....	67
60.20     Elastomeri per anelli di tenuta .....	67
60.21     Apparecchi di appoggio.....	68
60.22     Legnami .....	68
60.23     Leganti idrocarburanti e affini – materiali per impermeabilizzazioni.....	68
60.24     Materiali per pavimentazione .....	75
60.25     Materiali per opere di sistemazione a verde .....	76
60.26     Geotessile e prodotti affini.....	77
GEOTESSILE BIASSIALE (resistenza 120 kN/m) DI RINFORZO, SEPARAZIONE E FILTRAZIONE DEI TERRENI .....	78
GEOGRIGLIE BIASSIALI IDONEE AD IMPIEGHI NEI CONGLOMERATI BITUMINOSI SULLE SUPERFICI SCARIFICATE	78
GEOGRIGLIE BIASSIALI IDONEE PER APPLICAZIONI SU SUPERFICI IRREGOLARI .....	79
60.27     Prodotti verniciati, pitture, vernici e smalti.....	80
60.28     Segnaletica stradale.....	81
<b>CAPO VI - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.....</b>	<b>86</b>
<i>FASE PRELIMINARE AI LAVORI .....</i>	<i>86</i>
<i>Art. 61 – Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti.....</i>	<i>86</i>

61.1	Rilievi .....	86
61.2	Capisaldi.....	86
61.3	Tracciati .....	86
	<b>SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE .....</b>	<b>86</b>
62.1	Generalità .....	86
	<b>Art. 62 – Demolizioni e rimozioni .....</b>	<b>86</b>
62.2	Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso.....	87
63.1	Generalità .....	88
	<b>Art. 63 – Scavi in genere ed opere di contenimento .....</b>	<b>88</b>
63.2	Smacchiamento .....	89
63.3	Scotico .....	90
63.4	Bonifiche .....	90
63.5	Scavi di sbancamento .....	90
63.6	Scavi di fondazione .....	91
63.7	Scavi per acquedotti e fognature.....	92
63.8	Interventi di contenimento degli scavi.....	93
	<b>FORMAZIONE CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE .....</b>	<b>93</b>
	<b>Art. 64 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale.....</b>	<b>93</b>
64.1	Piano di posa dei rilevati.....	93
64.2	Piano di posa della fondazione stradale.....	93
64.3	Preparazione della massicciata esistente.....	94
	<b>Art. 65 – Strati anticapillari.....</b>	<b>94</b>
66.1	Rilevati stradali.....	94
	<b>Art. 66 – Materiali per rilevati.....</b>	<b>94</b>
66.2	Rilevati arginali.....	95
	<b>Art. 67 – Stabilizzazione delle terre con calce e/o cemento .....</b>	<b>95</b>
67.1	Caratteristiche delle terre da stabilizzare.....	95
67.2	Leganti .....	95
67.3	Progetto delle miscele .....	96
67.4	Modalità di esecuzione dei lavori .....	97
67.5	Controlli di esecuzione .....	97
68.1	Formazione rilevati stradali .....	98
	<b>Art. 68 – Formazione dei rilevati .....</b>	<b>98</b>
68.2	Formazione rilevati arginali.....	100
	<b>Art. 69 – Modalità di esecuzione di scarpate in rilevato e in scavo .....</b>	<b>100</b>
	<b>Art. 70 – Massicci in terra rinforzata .....</b>	<b>101</b>
	<b>Art. 71 – Rilevati eseguiti con materiali riciclati.....</b>	<b>101</b>
	Tabella 71.2 - Scarti industriali per il corpo dei rilevati .....	102
	Posa in opera .....	102

Prove di controllo sui materiali per la formazione dei rilevati riciclati .....	103
<b>OPERE D'ARTE E MURATURE.....</b>	<b>104</b>
<b>Art. 72 – Malte – Qualità e composizione.....</b>	<b>104</b>
72.1          Composizione delle malte .....	104
<b>Art. 73 – Conglomerati cementizi .....</b>	<b>105</b>
73.1          Calcestruzzi di malta .....	105
73.2 Conglomerati cementizi (Calcestruzzi) normali e pesanti.....	106
73.3          Calcestruzzo preconfezionato <sup>91</sup> .....	111
73.4          Calcestruzzi speciali .....	111
73.5 Conglomerato debolmente armato o non armato .....	111
74.0 Generalità.....	112
<b>Art. 74 – Opere in cemento armato normale .....</b>	<b>112</b>
74.1          Classi di qualità del conglomerato .....	112
74.2          Posa in opera del conglomerato .....	112
74.3 Disarmo dei getti di conglomerato .....	114
74.4          Getti in ambienti aggressivi.....	114
74.5          Acciai per conglomerati normali.....	115
<b>Art. 75 - Opere in cemento armato precompresso .....</b>	<b>115</b>
75.1          Classe di qualità del conglomerato .....	116
75.2          Regole d'esecuzione .....	116
<b>Art. 76 - Casseforme, armature e centinature – Varo .....</b>	<b>116</b>
77.1          Normativa di riferimento .....	117
<b>Art. 77 - Strutture e manufatti prefabbricati.....</b>	<b>117</b>
77.2          Materiali e controlli .....	117
77.3 Regole pratiche e collaudo .....	118
<b>Art. 78 - Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture .....</b>	<b>118</b>
<b>Art. 79 - Opere, strutture e manufatti in acciaio .....</b>	<b>119</b>
79.1          Strutture in acciaio .....	119
79.2          Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo <sup>109</sup> .....	121
79.3          Manufatti diversi .....	121
I sistemi di dilatazione delle barriere di sicurezza stradali sono intesi inclusi nel prezzo di fornitura della barriera.....	122
<b>Art. 80 - Opere murarie particolari .....</b>	<b>123</b>
80.1          Rivestimenti e murature in sotterraneo.....	123
<b>Art. 81 – Muratura a pietrame secco .....</b>	<b>124</b>
<b>Art. 82 – Muratura di pietrame con malta cementizia .....</b>	<b>125</b>
<b>Art. 83 – Paramenti ad opera incerta per murature in pietrame .....</b>	<b>125</b>
84.1          Intonaci .....	125
<b>Art. 84 – Intonaci e smalti cementizi .....</b>	<b>125</b>
84.2          Smalti cementizi .....	125

<b>Art. 85 – Cordoli per marciapiedi – Manufatti lapidei stradali.....</b>	<b>125</b>
85.1    Cordoli in masselli di pietra .....	125
85.2    Cordoli in elementi prefabbricati.....	126
85.3    Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi .....	126
<b>Art. 86 – Opere da carpentiere.....</b>	<b>126</b>
<b>Art. 87 – Manufatti in lamiera zincata.....</b>	<b>126</b>
87.1    Tombini tubolari in lamiera.....	126
88.1    Drenaggi.....	127
<b>Art 88 – Drenaggi - Gabbioni .....</b>	<b>127</b>
88.2    Tubi perforati per drenaggi .....	127
88.3    Microdreni .....	128
88.4    Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dei rilevati .....	129
88.5 Gabbioni.....	129
<b>Art. 89 - Fanghi di bentonite .....</b>	<b>130</b>
<b>Art. 90 - Pali di fondazione – ancoraggi.....</b>	<b>130</b>
90.1    Scelta del tipo di palificata .....	130
90.2    Calcolo della resistenza.....	131
90.3    Stabilità dei pali in gruppo .....	131
90.4    Pali di prova .....	131
90.5    Registro delle annotazioni.....	132
90.6    Diagrammi delle prove di carico – Cedimenti.....	132
90.7    Preparazione del piano di lavoro.....	132
90.8    Pali in legno.....	133
90.9    Pali in calcestruzzo costruiti fuori opera .....	133
90.10    Pali in calcestruzzo costruiti in opera .....	134
90.11    Micropali.....	136
90.12    Pali speciali.....	138
90.13    Ancoraggi .....	139
91.1    Palancole.....	142
<b>Art. 91 - Palancole – diaframmi di pali – diaframmi continui .....</b>	<b>142</b>
91.2    Diaframmi .....	142
<b>Art. 92 - Cappe sui volti e impermeabilizzazioni in genere.....</b>	<b>143</b>
92.1    Cappe.....	143
92.2    Impermeabilizzazioni con membrane bituminose .....	144
92.3    Impermeabilizzazioni con membrane polimeriche di tipo sintetico.....	144
92.4    Trattamento con resine epossidiche .....	145
92.4.2    Modalità di posa in opera .....	145
92.5    Trattamento con materiali compositi .....	146

92.6	Impermeabilizzazioni in sotterraneo .....	146
<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</b>		<b>147</b>
<i>Art. 93 – Fondazione stradale in misto granulare .....</i>	<i>147</i>	
93.1	Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego .....	147
93.2	Caratteristiche di materiale da impiegare – Aggregati riciclati .....	147
93.3	Accettazione delle miscele .....	149
93.4	Modalità esecutive .....	149
<i>Art. 94 – Strati di fondazione o base in misto cementato .....</i>	<i>150</i>	
94.1.2	Caratteristiche dei materiali – Aggregati riciclati .....	151
<i>Art. 95 – Banchine – pavimentazione di strade secondarie .....</i>	<i>154</i>	
<i>Art. 96 – Strato bituminoso di misto bitumato, base, binder, tappeto d'usura .....</i>	<i>154</i>	
96.1	Caratteristiche di accettazione dei materiali inerti da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi.....	154
Per strati di BASE:.....	154	
Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):.....	154	
Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:.....	155	
Per strati di USURA di tipo GAP GRADED: .....	155	
Per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:.....	155	
Tabella 82.2 Requisiti dell'aggregato grosso per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded .....	156	
Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):.....	156	
Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:.....	156	
Per strati di USURA di tipo GAP GRADED: .....	156	
Per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:.....	156	
Tabella 82.2 Requisiti dell'aggregato fine per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.....	156	
Per strati di USURA di tipo GAP GRADED: .....	157	
Per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:.....	157	
Tabella 82.3 Requisiti del filler.....	157	
Bitumi.....	158	
Bitumi per strati di USURA di tipo DENSE GRADED: .....	15	
96.2	Composizione delle miscele .....	15
96.3	Accettazione delle miscele .....	165
96.4	Esecuzione dei lavori .....	165
Preparazione superficie di stesa per manti di usura Dense Graded .....	166	
96.4.3 Posa in opera delle miscele.....	168	
96.5	Controlli .....	168
Tabella 82.9 Controllo delle forniture .....	169	
Parte generale.....	171	
Per conglomerati GAP Graded e Dense Graded.....	171	
Tabella Controllo delle caratteristiche superficiali .....	171	

<b>Tabella</b> .....	172
<b>Tabella Controllo delle capacità difonoassorbimento</b> .....	172
<b>Tolleranze sui risultati e Penali</b> .....	173
Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate. ....	174
<b>ACQUEDOTTI, FOGNATURE, CAVIDOTTI</b> .....	174
<b>Art. 97 – Scavi e rinterri</b> .....	174
98.1 Generalità .....	174
<b>Art. 98 - Tubazioni</b> .....	174
98.2 Tubazioni di acciaio .....	178
98.3 Tubazioni di ghisa .....	180
98.6 Tubazioni di cemento (semplice e armato) .....	181
98.7 Tubazioni di cloruro di polivinile (pvc) .....	182
98.8 Tubazioni di polietilene .....	183
98.9 Giunti e valvole antiriflusso a clapet .....	183
99.1 Pozzetti per impianti fognanti .....	183
<b>Art. 99 - Manufatti per impianti fognanti</b> .....	183
<b>SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE</b> .....	184
<b>Art. 100 - Segnaletica</b> .....	184
100.1 Generalità .....	184
100.2 Segnaletica verticale .....	184
100.3 Segnaletica orizzontale .....	185
100.4 Paracarri – indicatori chilometrici – termini di confine .....	186
<b>LAVORI DIVERSI</b> .....	186
<b>Art. 101 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio</b> .....	186
<b>Art. 102 - Opere di protezione delle scarpate - opere a verde – consolidamenti</b> .....	187
102.1 Canalette di scarico delle acque superficiali .....	187
102.2 Lavori di rivestimento vegetale .....	187
102.3 Lavorazione del terreno e concimazione .....	187
102.4 Piantamento .....	187
102.5 Semine .....	187
102.6 Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee .....	188
102.7 Semine mediante attrezzature a spruzzo .....	188
102.8 Vimate .....	188
102.9 Palificate .....	188
102.10 Palizzata .....	189
102.11 Cure colturali .....	189
102.12 Pulizia del piano viabile .....	189
102.13 Protezione delle scarpate in roccia .....	189
<b>Art. 103 – Scogliere per la difesa del corpo stradale</b> .....	189

<i>Art. 104 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli .....</i>	190
<i>Art. 105 – Lavori eventuali non previsti .....</i>	190
<b>CAPO VII - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE.....</b>	190
106.1      Obblighi e oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto .....	190
106.2      Valutazione e misurazione dei lavori .....	190
<i>Art. 107 – Lavori e compensi a corpo .....</i>	191
<i>Art. 108 – Lavori in economia e materiali a piè d'opera .....</i>	191
108.1      Mano d'opera – mercedi .....	191
108.2      Noli .....	191
108.3      Materiali a piè d'opera .....	192
<i>Art. 109 – Tracciamenti.....</i>	192
<i>Art. 110 - Demolizioni e rimozioni .....</i>	192
110.1      Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso.....	192
110.2      Demolizioni di murature .....	192
110.3      Demolizioni di fabbricati .....	192
110.4      Demolizioni e ricostruzione di recinzioni metalliche.....	192
<i>Art. 111 – Scavi in genere ed opere di contenimento .....</i>	192
111.1      Trasporto e movimentazione materiali.....	192
111.2      Rimozione del terreno vegetale ( Scotico).....	193
111.3      Scavi per la formazione del corpo stradale.....	193
111.4      Scavi di sbancamento .....	193
111.5      Scavi di fondazione .....	193
111.6      Scavi subacquei .....	194
111.7      Scavi di gallerie e cunicoli.....	194
<i>Art. 112 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale – preparazione della .....</i>	195
<i>Art. 113 – Materiali per rilevati.....</i>	195
<i>Art. 114 – Formazione dei rilevati .....</i>	195
<i>Art. 115 – Conglomerati cementizi .....</i>	195
<i>Art. 116 – Casseforme .....</i>	196
<i>Art. 117 – Centine .....</i>	196
<i>Art. 118 – Ferro per l'armatura del calcestruzzo .....</i>	196
<i>Art. 119 – Strutture e apparecchiature metalliche – lavori in ferro .....</i>	197
119.1      Manufatti in acciaio e lavori speciali.....	197
119.2      nBarriere di sicurezza e parapetti metallici .....	197
<i>Art. 120 – Opere Murarie particolari .....</i>	197
120.1      Murature in galleria.....	197
120.2      Calcestruzzo spruzzato .....	198
<i>Art. 121 – Murature in genere .....</i>	198
<i>Art. 122 – Paramenti ad opera incerta per murature di pietra .....</i>	198

123.1	Intonaci .....	198
123.2	Smalti cementizi .....	198
<i>Art. 124 – Opere di carpenteria</i> .....	198	
<i>Art. 125 – Tombini tubolari</i> .....	199	
<i>Art. 126 – Drenaggi</i> .....	199	
<i>Art. 127 – Gabbioni metallici</i> .....	199	
<i>Art. 128 – Pali di fondazione - ancoraggi</i> .....	199	
128.1	Pali di fondazione .....	199
128.2	Pali in legno .....	199
128.3	Pali in cemento armato costruiti fuori opera .....	199
128.4	Pali battuti o trivellati costruiti in opera .....	200
128.5	Ancoraggi .....	200
<i>Art. 129 – Palancole – diaframmi di pali – diaframmi continui</i> .....	200	
129.1	Palancolate tipo “Larssen” .....	200
129.2	Diaframmi a parete continua .....	201
<i>Art. 130 – Strati di fondazione e di base</i> .....	201	
<i>Art. 131 – Banchine e pavimentazione di strade secondarie</i> .....	201	
<i>Art. 132 – Strato di base (misto bitumato), strato di collegamento (binder) e tappeto di usura</i> .....	201	
<i>Art. 133 – Valutazione dei ripristini stradali</i> .....	202	
134.1	Generalità .....	203
134.2	Tubazioni metalliche .....	203
DN 60-150	DN 200-350 DN 400-600 .....	203
134.3	Tubazioni in grès e in cemento .....	203
134.4	Tubazioni in materie plastiche .....	204
<i>Art. 135 – Segnaletica orizzontale e verticale</i> .....	205	
<i>Art. 136 – Delineatori stradali e cippi chilometrici</i> .....	205	
<i>Art. 137 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio</i> .....	205	
<i>Art. 138 – Canalette di scarico delle acque superficiali</i> .....	205	
<i>Art. 139 – Seminagioni – piantagioni</i> .....	206	
<i>Art. 140 – Protezione delle scarpate in roccia</i> .....	206	

## PARTE SECONDA

## PRESCRIZIONI TECNICHE

### CAPO V - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### Art. 60 – Qualità, provenienza e prove dei materiali

##### Generalità

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

Si richiamano espressamente le prescrizioni degli artt., 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto (D.M. n. 145 del 19/04/2000).

I prodotti da impiegare sono soggetti a quanto stabilito dal D.Lgs. n.106/2017 e conseguentemente dal Regolamento Europeo n.305/2011 (CPR), perciò *“quando un prodotto da costruzione rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o è conforme a una valutazione tecnica europea rilasciata per il prodotto in questione”* l'accettazione dei prodotti da parte della Direzione Lavori è subordinata all'idonea identificazione e qualificazione degli stessi mediante **Dichiarazione di Prestazione (DoP)** e prove ed accertamenti di laboratorio di cui all'art. 111 D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i.

I materiali e prodotti per uso strutturale, come definiti all'art. 2, c.1, lett. i) del D.Lgs. n.106/2017, dovranno soddisfare in maniera prioritaria il requisito di base delle opere «Resistenza meccanica e stabilità», di cui al punto 1 dell'Allegato I del regolamento (UE) n. 305/2011 e dovranno rispondere anche alle prescrizioni di cui al D.M.17/01/2018 e le norme di cui all'art. 111 D.Lgs. n.50/2016 es.m.i

I prodotti possono essere accettati solo se idonei all'impiego previsto. Sono tali i prodotti che rendono le opere nelle quali devono essere incorporati o installati conformi ai requisiti essenziali di cui all'Allegato IV del R. UE n.305/2011 e D.Lgs. n.106/2017, se e per quanto tali requisiti sono prescritti. La conformità a tali requisiti sarà attestata mediante *“certificazione”* o la *“Dichiarazione di Prestazione”* di cui al CPR UE suddetto, secondo l'art. 7 del D.P.R. citato. Ai sensi dell'art. 8 c.2 del CPR, i prodotti che recano la marcatura CE si presumono idonei all'impiego previsto.

La DoP sarà oggetto di verifica e valutazione da parte della Direzione Lavori ai fini dell'accettazione preventiva del prodotto; se ne riportano i contenuti minimi previsti :

- Informazioni che consentono l'identificazione del prodotto e del Fabbriante
- L'indicazione del sistema o dei sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione
- L'uso o gli usi previsti, conformemente alla specifica tecnica armonizzata applicabile;
- L'elenco delle caratteristiche essenziali secondo quanto stabilito nella specifica tecnica armonizzata o nella valutazione tecnica europea, per l'uso o gli usi previsti dichiarati;
- La prestazione di almeno una delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione pertinenti all'uso o agli usi previsti dichiarati;

Nel caso in cui non fosse dichiarata alcuna prestazione, si dovrà utilizzare la dicitura NPD (Nessuna Prestazione Determinata), fatte salve due eccezioni:

- dovrà essere dichiarata almeno una caratteristica essenziale (la NPD non è valida per tutte le caratteristiche essenziali)
- la Commissione europea può riservarsi di indicare caratteristiche essenziali per cui la NPD non è consentita

La DoP deve essere redatta nella lingua o lingue dello Stato Membro in cui il prodotto è stato immesso sul mercato.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i

materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

Fanno parte del presente capitolato, anche se non espressamente citate e allegate, le norme contenute nella "Guida delle lavorazioni e norme di misurazione" del prezzario lavori pubblici della Toscana in vigore al momento della redazione del progetto esecutivo dell'opera. Qualora si riscontrassero norme e/o prescrizioni contrastanti con il presente Capitolato, prevalgono quelle favorevoli all'Amministrazione appaltante il progetto.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti.

#### **Marcatura CE**

Per qualsiasi prodotto da costruzione che rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o per il quale è stata rilasciata una valutazione tecnica europea, la marcatura CE è l'unica marcatura che attesta la conformità del prodotto da costruzione alla prestazione dichiarata in relazione alle caratteristiche essenziali, che rientrano nell'ambito di applicazione di tale norma armonizzata o dalla valutazione tecnica europea.

Per essere ritenuta valida, la marcatura CE deve essere seguita dalle ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta per la prima volta, dal nome e dall'indirizzo della sede legale del fabbricante o dal marchio di identificazione che consente, in modo semplice e non ambiguo, l'identificazione del nome e dell'indirizzo del fabbricante, dal codice unico di identificazione del prodotto-tipo, dal numero di riferimento della dichiarazione di prestazione, dal livello o classe della prestazione dichiarata, dal riferimento alla specifica tecnica armonizzata applicata, dal numero di identificazione dell'organismo notificato, se del caso, e dall'uso previsto di cui alla specifica tecnica armonizzata applicata.

#### **Materiali e prodotti per uso strutturale**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- qualificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente<sup>1</sup> ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "Norme Tecniche";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.Lgs. n.106/2017, ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa "attestazione di conformità" dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

#### **Materiali e prodotti pericolosi**

Ai sensi del D.Lgs. n. 52 del 3.2.1997, come richiamato dal D.Lgs. n.25 del 2.2.2002, e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro", del Regolamento CE 1907/2006 del 18.12.2006 "concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche", a norma dell'art. 31 del quale "Il fornitore di una sostanza o di un preparato trasmette al destinatario della sostanza o del preparato una scheda di dati di sicurezza compilata a norma dell'allegato II" del medesimo regolamento.

Si richiama inoltre il D.Lgs. 09/04/2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, per le sostanze pericolose e gli agenti biologici.

#### **Scorporo dall'appalto**

L'Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall'appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo. Ove ricorresse tale evenienza, lo stesso sarà tenuto al rispetto degli obblighi di cui al presente Capitolato.

#### **60.1 Acqua**

L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

---

<sup>1</sup> Tutte le prove mirate a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione, sia quelle di accettazione.

È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione.

## 60.2 Calce

Le calci aeree ed idrauliche dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

**UNI EN 459-1** - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.

**UNI EN 459-2** - Calci da costruzione. Metodi di prova.

### Calce viva<sup>2</sup>

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

### Calce idrata in polvere<sup>3</sup>

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

### Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

## 60.3 Leganti idraulici

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi", "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 17 Gennaio 2018 che ha emanato le nuove "Norme Tecniche per le costruzioni":

**UNI EN 197-1** - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

**UNI EN 197-2** - Cemento. Valutazione della conformità.

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori*.

La conservazione dei materiali dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

## 60.4 Pozzolana

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

<sup>2</sup> Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

<sup>3</sup> La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

## 60.5 Additivi

### Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

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

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

### Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.

## 60.6 Materiali naturali, di cava e artificiali

### 60.6.1 Aggregati per malte

#### Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta), e aggregati conformi alla norma UNI EN 12620 qualora la certificazione riporti le stesse prove indicate dalla UNI EN 13139.

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

#### Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1. La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10.

#### Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma.

#### Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione); b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

#### Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; d) designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b.

### Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di affidabilità della produzione a garanzia della fornitura e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

### 60.6.2 Aggregati per calcestruzzo.

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.2.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo)<sup>4</sup>.

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La dimensione massima degli aggregati sarà indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

### Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte<sup>5</sup>, il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato<sup>6</sup> sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere  $D/d \geq 1.4$ .

### Forma dell'aggregato (a.g.)

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di indice di appiattimento (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di indice di forma (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

### Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

### Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

### Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

### Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati sarà fatto riferimento alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi<sup>7</sup><sup>8</sup>.

<sup>4</sup> Per gli aggregati leggeri per malte e calcestruzzi sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 13055.

<sup>5</sup> Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

<sup>6</sup> La Designazione granulometrica o classe di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri  $d/D$  di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che  $D/d$  deve essere non inferiore a 1,4.

<sup>7</sup> Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a 30 N/mm<sup>2</sup> e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

<sup>8</sup> V. il punto 4.3 della UNI 11104.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xillini come minerali accessori: $\leq 1\%$	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xillini come minerali accessori: $\leq 2\%$	Parte 4 <sup>a</sup>	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 <sup>a</sup>
Contenuto di sulfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 <sup>a</sup>	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_t \geq 0,15 (D_{\max} = 32 \text{ mm})$ $C_t \geq 0,12 (D_{\max} = 64 \text{ mm})$	—	Parte 18 <sup>a</sup>
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12 <sup>a</sup>	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 <sup>a</sup>
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. < 5% per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. < 10%	Parte 13 <sup>a</sup> e 16 <sup>a</sup>	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	—	Parte 20 <sup>a</sup>
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g di fini}$	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g di fini.}$	Parte 15 <sup>a</sup>	Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta $\leq 0,08\%$ a 3 mesi $\leq 0,10\%$ a 6 mesi		Parte 22 <sup>a</sup>

**UNI 8520-1** - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.

**UNI 8520-2** - Idem. Limiti di accettazione.

#### Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

#### Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al Sistema di attestazione di conformità precedente.

#### Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.Lgs. n. 106/2017 e Regolamento UE n.305/2011, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

#### 60.6.3 Aggregati per sovrastrutture stradali.

##### Generalità

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoi o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco.

Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più restrittive, alle seguenti norme di unificazione.

- **UNI EN 13242** - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
- **UNI EN 13285** - Miscele non legate. Specifiche.
- **UNI EN 13043** - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

## 60.6.4 Aggregati per sovrastrutture stradali - Aggregati per materiali non legati o legati con leganti idraulici (UNI EN 13242).

### Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma.

### Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

### Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242.

### Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

### Requisiti di durabilità

Per la resistenza al Sonnenbrand e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN 132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (F) o (MS – categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma (v. peraltro l'appendice B).

### Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.
- Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:
- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620

Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

### Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

## 60.6.5 Aggregati per fondi e sottofondi stradali – miscele non legate

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242.

### Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata (d = 0):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

### Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

### Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (D); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica

Designazione della miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G
0/8	4	2	–	1	0,5	–
0/10	4	2	–	1	0,5	–
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	–
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	–
0/14	8	4	2	1	0,5	–
0/16	8	4	2	1	0,5	–
0/20	10	4	2	1	0,5	–
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	–
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/56	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

TAB. 15 - Miscele non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
<b>Miscele classificate normali</b>							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 65	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	GA
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 16 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	GB
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	GC
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
<b>Miscele classificate aperte</b>							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 6 a 26	da 0 a 20	GO
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun requisito	GP
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 38	da 14 a 27	da 9 a 20		

## 60.6.6 Aggregati per sovrastrutture stradali – Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso<sup>9</sup> che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 13043.

### Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma.

### Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 7 e 8 della UNI EN 13043.

### Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 11 della UNI EN 13043. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 12 della norma.

### Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per mani superficiali (valore di levigabilità – PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria (AAV) specificata nel prospetto 14 della norma.

### Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 15 della norma UNI EN 13043.

### Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B<sup>10</sup>.

### Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

### Sonnenbrand del basalto

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (SB) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

### Requisiti per l'aggregato filler

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma UNI EN 13043.

### Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;

<sup>9</sup> Aggregato grosso: designazione attribuita alle dimensioni più grandi dell'aggregato con  $D \leq 45$  mm e con  $d \geq 2$  mm. Aggregato fine: Designazione attribuita alle dimensioni più piccole dell'aggregato con  $D \geq 2$  mm e contenente particelle che sono in maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. Fini: frazione granulometrica di un aggregato passante per lo staccio di 0,063 mm. Aggregato filler: aggregato, la maggior parte del quale passa per lo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali di costruzione per il conferimento di determinate proprietà.

<sup>10</sup> Se l'assorbimento d'acqua, determinato con il primo metodo, non è maggiore del valore selezionato con una delle categorie specificate nel prospetto 17 della norma, o se determinato con il secondo metodo non è maggiore di 0,5, l'aggregato dovrà essere considerato resistente al gelo/disgelo.

- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.
- Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:
- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.7 e punto ZA.8 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

#### Sistemi di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

#### **60.7 Pomice**

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra di sostanze organiche, polvere o altri elementi estranei. Dovrà inoltre possedere una resistenza a compressione, misurata su cubetto di cm 5 di lato, non inferiore a 6 N/mm<sup>2</sup>. Per gli impieghi strutturali dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

#### **60.8 Pietrame**

I materiali in argomento dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.

In generale, le pietre da impiegarsi nelle costruzioni dovranno essere omogenee, a grana compatta (con esclusione di parti tratte dal cappellaccio), esenti da screpolature, peli, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, nodi, scaglie, cavità, ecc. Dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui saranno sottoposte; in particolare, il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai essere superiore al 20% del rispettivo carico di rottura.

Saranno escluse le pietre marnose, gessose e in generale tutte quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Per le murature portanti, gli elementi dovranno possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati con le modalità descritte al punto 11.9 delle "Norme tecniche per le costruzioni" emanate con D.M. 17 Gennaio 2018 e s.m.i.

La descrizione, designazione e classificazione degli elementi per muratura di pietra naturale dovrà comprendere: il riferimento alla norma UNI EN 771-6; le dimensioni; la descrizione petrografica (v. UNI EN 12370) ed ancora, se necessario: la resistenza alla compressione media; la porosità totale ed aperta; la massa volumica apparente; il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità; la resistenza al gelo/disgelo; le proprietà termiche. Il fabbricante/fornitore dovrà dimostrare la conformità del proprio prodotto ai requisiti della UNI EN 771-6 ed ai valori dichiarati per le relative proprietà esibendo entrambi i punti seguenti: prova di tipo iniziale del prodotto; controllo della produzione in fabbrica.

#### Pietra da taglio

Oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovrà essere sonora alla percussione, immune da fenditure e litoclasti, di perfetta lavorabilità. Per le opere esterne sarà vietato l'impiego di materiali con vene non perfettamente omogeneizzate e di brecce in genere.

#### **60.9 Tufi**

Roccia sedimentaria chimica porosa composta di carbonati di calcio o di silice depositati dall'acqua (da distinguersi dal tufo vulcanico costituito da roccia piroclastica formata dal consolidamento di frammenti vulcanici con diametro inferiore a 64 mm e dal tufo arenario costituito dal sedimento cementato di grani di quarzo, feldspato, frammenti di mica, ecc.).

Dovrà essere di recente estrazione, di struttura litoide, compatta ed uniforme, escludendosi quello pomicioso e facilmente friabile; sarà impiegato solo dopo autorizzazione della Direzione Lavori e previo accertamento della massa volumica (non inferiore a 1600 kg/m<sup>3</sup>) e della resistenza a compressione (non inferiore a 5 N/mm<sup>2</sup> se secco ed a 4 N/mm<sup>2</sup> se bagnato)

## 60.10 Manufatti lapidei stradali – cubetti

I manufatti lapidei stradali potranno essere costituiti da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, trachini, basalti, ecc., in rapporto alle prescrizioni, e dovranno essere conformi agli esecutivi di progetto ed alle descrizioni di Elenco. Per gli stessi si richiamala seguente normativa:

- **UNI EN 1341** - Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.
- **UNI EN 1343** - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I manufatti dovranno avere carichi di rottura, in rapporto alle condizioni di impiego, non inferiori a quelli riportati nella Tab. 19. Tali carichi determineranno le *classi* di rottura.

I materiali dovranno essere imballati in modo da evitare qualunque danneggiamento da trasporto; sull'imballaggio o sulla bolla di consegna dovranno essere indicati: il nome petrografico e quello commerciale della pietra; il nome e l'indirizzo del fornitore; il nome e l'ubicazione della cava; il valore dichiarato delle classi di designazione della marcatura; il riferimento alla norma.

I materiali inoltre dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità di tipo 4. Con la marcatura CE dovranno essere fornite ancora le informazioni seguenti: forza di rottura; scivolosità (se pertinente); resistente allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

### Lastre di pietra naturale<sup>11</sup>

Avranno tolleranza in classe 2 nella dimensione del piano (designazione di marcatura P2) e sullo spessore (designazione T2) come da prospetti 1 e 3 della norma<sup>12</sup>, resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) in classe 1 (v. prospetto 6 della norma). Saranno inoltre dichiarati dal produttore, ove richiesto: l'assorbimento di acqua (secondo EN 13755), l'eventuale trattamento superficiale chimico, la resistenza alla flessione, all'abrasione ed allo scivolamento. Per la descrizione petrografica si farà riferimento alla EN 12407.

### Cordoli di pietra naturale

Avranno finitura superficiale come da Elenco (tipi: fine, levigata, rustica, martellinata, meccanica a spacco, ecc.)<sup>13</sup> e tolleranza in classe 2 (v. prospetto 1 della norma). La resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) sarà in classe 1 (marcatura F1) secondo EN 12371. La lunghezza minima dei cordoli curvi, misurata sulla faccia esterna, dovrà essere pari a 500 mm; la sezione trasversale di combaciamento dovrà essere perfettamente radiale.

## 60.11 Materiali laterizi

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio), purgata, macerata, impastata, pressata e sottoposta a giusta cottura in apposite fornaci, dovranno rispondere, per quanto non in contrasto con le specifiche norme armonizzate emanate in sede europea, alle *"Norme per l'accettazione dei materiali laterizi"* approvate con R.D. n. 2233/1939.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno nella massa essere scevri da sassolini, calcinelli ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vетrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco e al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio o comunque sali solubili; avere forma geometrica precisa e infine, un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO<sub>3</sub> sia 0,05%.

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte all'adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Quando impiegati nelle murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 Gennaio 2018 relativo alle nuove *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*, con particolare riferimento ai paragrafi 5.4 e 11.9.1 delle stesse norme

<sup>11</sup> Per "lastra" deve intendersi qualsiasi unità di pietra naturale da pavimentazione nella quale la larghezza nominale sia superiore a 150 mm e, in generale, al doppio dello spessore.

<sup>12</sup> Tolleranza nella dimensione del piano  $\pm 2$  mm (bordi segati  $\leq 700$  mm);  $\pm 3$  mm (bordi segati  $> 700$  mm);  $\pm 10$  mm (bordi a spacco).

<sup>13</sup> Finiture superficiali: fine: trattamento della superficie che consente di ottenere un a differenza massima di 0,5 mm tra picchi e depressioni (es. lucidatura, levigatura e taglio a piano di segna o disco); rustica: idem con una differenza maggiore di 2 mm tra picchi e depressioni (es. martellinatura,

TAB. 19 - Lastre e cordoli di pietra naturale. Classi di resistenza a flessione

Classe	Carico di rottura (min) kN	Uso tipico
0	Nessun requisito	Decorazione
1	0,75	Lastre posate su malta, solo per aree pedonali
2	3,5	Aree pedonali e piste ciclabili. Giardini e balconate
3	6,0	Accesso occasionale di automobili, veicoli e motocicli
4	9,0	Entrate di autorimesse
5	14,0	Aree pedonali, mercati acciornali utilizzati da veicoli per le consegne e veicoli di emergenza
6	25,0	Vie e strade, stazioni di rifornimento



## 60.12 Materiali ceramici – Tubi in Grès

Materiali ottenuti da miscele di caolino, argilla plastica, quarzo e feldspati, cotte a temperature di 1220 ÷ 1400 °C e rivestite totalmente o parzialmente da una copertura vetrificata (vetrina) ottenuta mediante reazioni chimico-fisiche fra le sostanze di apporto (esclusivamente o prevalentemente a base di silicati) e le argille costituenti il grès, presenteranno pasta di colore bianco e giallognolo e rosso o di diverso colore ottenuto con ossidi metallici, elevata durezza (non inferiore al 7° posto della scala di Mohs), perfetta impermeabilità e resistenza al gelo, inalterabilità agli acidi, resistenza a compressione non inferiore a 250 N/mm<sup>2</sup>.

Dovranno essere forniti sempre di prima scelta, con una tolleranza massima dell'1% nella ovalizzazione e dello 0,5% nello scostamento dalla rettilineità.

Sia le tubazioni che i pezzi speciali, i fondi fogna e le mattonelle dovranno presentare impasto omogeneo compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, suono metallico, colore uniforme, ottima cottura; dovranno inoltre portare impresso, in maniera leggibile ed indelebile, il marchio di fabbrica, l'anno di fabbricazione e, per le tubazioni, il diametro nominale.

Per le caratteristiche, le specificazioni e le prove di accettazione si farà riferimento alle seguenti UNI:

- **UNI 9459** - Mattoni, mattonelle e fondi fogna di grès per condotte di liquidi - Caratteristiche e prove.
- **UNI EN 295/1** - Tubi ed elementi complementari di grès e relativi sistemi di giunzione destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Specificazioni
- **UNI EN 295/2** - Idem - Controllo della qualità e campionamento
- **UNI EN 295/3** - Idem - Metodi di prova
- **UNI EN 295/7** - Idem - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di grès per tubazioni con posa a spinta.

Gli elementi costituenti la giunzione dovranno consentire una tenuta perfettamente stagna fino ad una pressione (interna ed esterna) di 50 kPa.

## 60.13 Materiali ferrosi – prodotti di acciaio e ghisa

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa).

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018<sup>14 15</sup>.

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN 10020** - Definizione e classificazione dell'acciaio
- **UNI EN 10021** - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.
- **UNI EN 10027/1** - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.
- **UNI EN 10027/2** - Idem. Designazione numerica.
- **UNI EN 1563** - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle "Norme Tecniche" non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.Lgs. 16 giugno 2017 e Regolamento UE n.305/2011 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di "Attestato di qualificazione" di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise definite dalla UNI 7856

<sup>15</sup> Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione

<sup>16</sup> Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà 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 e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei lavori.

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie 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, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

#### 60.13.1 Acciaio per cemento armato ordinario

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche". Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

#### Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ( $f_y$  nom.) di 450 N/mm<sup>2</sup> e di rottura (ft nom.) di 540 N/mm<sup>2</sup>, dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.2 delle norme tecniche.

#### Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.II delle norme tecniche.

#### Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm<sup>17</sup>. Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

#### Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

#### Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

#### 60.13.2 Acciaio per strutture metalliche.

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* del CPR n.305/2011<sup>18</sup>.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

- **UNI EN 10025-1** -Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.
- **UNI EN 10210-1** -Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.
- **UNI EN 10219-1** -Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere

<sup>17</sup> Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

<sup>18</sup> Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.) ovvero certificata ai sensi della norma UNI EN 1090.

rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

#### Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme tecniche".

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche<sup>19</sup>.

#### Acciaio laminato – Profilati aperti

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele; UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

#### Acciaio laminato – Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

#### 60.13.3 Lamiere di acciaio.

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

- **UNI EN 10025-1** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.
- **UNI EN 10029** Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

#### Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonali o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

#### Lamiere grecate

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e traciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al  $\pm 10\%$ . Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle "Norme tecniche".

#### 60.13.4 Lamiere zincate e manufatti relativi.

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN 10326** Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.
- **UNI EN 10327** Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo.

#### Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura).

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

<sup>19</sup> Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.Lgs. n.106/2017 ed al CPR UEN.305/2011.

#### Manufatti tubolari per tombini e attraversamento corsi idraulici

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastriati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147

I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo.

Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura, oltre a specifica relazione tecnica (relativa al manufatto fornito, alla zona sismica, alle specifiche del singolo intervento) per carichi di prima categoria a firma di tecnico del produttore. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Gli elementi per le condotte in acciaio saranno composti da ondulazione tipo T200RA/NEW diametro luce m. 6,14 freccia m.4,48 area mq. 21,70 spessore mm. 5 e due ondulazioni tipo T200 C/7 diametro luce m. 2,02 area mq. 3,2 spessore 2,5 mm. Compreso montaggio e taglio estremità della condotta secondaria.

Piastre: acciaio S235 JR - EN10025-2- aprile 2005 - Zincatura: EN ISO 1461. Bulloneria : M12 e M20 classe 8.8 aventi caratteristiche meccaniche norma EN ISO 898-1 (viti) e norma EN ISO 898 - 2 (dadi) - Zincatura EN ISO 1461.

Potranno essere fornite altre tipologie di analoghe prestazioni statiche e funzionali certificate mediante apposite. L'accettazione sarà a discrezione della D.L.

#### Manufatti tubolari per drenaggi

Avranno struttura portante costituita di lamiera di acciaio con profilatura ondulata, del tipo elicoidale continua.

Per l'azione di drenaggio sui tubi saranno praticati fori per la captazione delle acque.

#### Manufatti per barriere di sicurezza e parapetti metallici.

Le Barriere stradali o Dispositivi di ritenuta stradale sono i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili.

Rientrano nei dispositivi di ritenuta anche i terminali, le transizioni, gli attenuatori d'urto, i sistemi di ritenuta per motociclisti, i sistemi integrati con reti di protezione o pannelli fonoassorbenti, o altri "sistemi accessori". Le norme relative sono indicate nel seguito.

La necessità di installazione di barriere di ritenuta è stabilita - sulla base dei criteri stabiliti dalla normativa vigente - dal progetto, che ne ravvisa ed indica posizionamento, sviluppo, particolarità, classe di prestazione ed ogni altro elemento atto alla funzione stabilita nel progetto stesso.

Le barriere sono identificate:

- a) per livello di contenimento (N1,...H4, etc...) di cui al D.M. n° 223 del 18/02/92 ed alla norma UNI EN 1317-2:2010;
- b) In secondo luogo:
  1. Per tipologia (bordo laterale, bordo ponte, spartitraffico, sistemi integrati, etc.) per destinazione, ubicazione e contesto di installazione.
  2. Per severità d'urto (A,B,C) di cui alla norma UNI EN 1317-2:2010.

Oltre queste due caratteristiche, sono oggetto di scelta progettuale le caratteristiche di deformazione del sistema di ritenuta che identificano la classe di prestazione completa e pertanto costituiscono parametro valido per l'applicazione delle norme di accettazione. Queste sono da intendersi compensate nei relativi prezzi qualora non siano in contrasto con quelle di cui ai punti a) e b) e vi sia almeno un dispositivo disponibile sul mercato con le caratteristiche richieste come necessarie dal progetto.

Tutti i dispositivi da fornire e posare si intendono inclusi gli elementi accessori, quali:

- Tutti gli eventuali pezzi che compongono il prodotto certificato fornito e descritti nel manuale dell'installazione, tiranti, diagonali, correnti inferiori, superiori, posteriori, bullonerie, piastre, etc.;
- gli eventuali pezzi speciali che si rendessero necessari per una installazione funzionale ed a regola d'arte (elementi angolari, pezzi curvi, pezzi speciali, giunti barriera per dilatazione, raccordi, etc.);
- Catadiottri bifacciali del tipo omologato, conformi per interasse, caratteristiche e colore a quanto previsto all'art. 173 del D.P.R. n. 495 del 16.12.1992.

Le barriere bordo ponte sono da intendersi quale installazione tipica anche su qualsiasi opera d'arte, conformemente a quanto evidenziato nella Circ. Min. n.62032 del 21/07/2010, che ne ravvisa la coerenza di installazione per funzionamento, mediante la tipologia di installazione.

Le barriere, i parapetti metallici e comunque tutti dispositivi di ritenuta stradale devono risultare compatibili con le finalità e le specifiche progettuali e devono essere conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 03/06/98, D.M. 15/10/96, D.M. 11/06/99, D.M. 21/06/2004, D.M. 28/06/2011), oltre alla Circ. Min n.104862 del 15/11/2007, Circ. Min. n.62032 21/07/2010, Circolare n.80173 05/10/2010.

**Devono essere munite di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattamento veicoli", come prescritto dal D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" (GU n.233 del 06.10.2011).**

In particolare:

1. Le barriere di sicurezza ed i parapetti per i veicoli devono essere sottoposti a prova e devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN 1317-1 e della UNI EN 1317-2 + EN 1317-2/A1
2. Gli attenuatori d'urto devono essere sottoposti a prova e devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 1317-1 e della UNI EN 1317-3
3. I terminali e le transizioni devono essere sottoposti a prova e risultare conformi ai requisiti della UNI EN 1317-1 e della UNI EN 1317-4.

**Prima della fornitura dei dispositivi, è fatto obbligo all'impresa di qualificare il prodotto che intende fornire ai fini dell'accettazione preventiva da parte della D.L., a seguito delle valutazioni di rispondenza rispetto alle suddette norme UNI unitamente alle caratteristiche richieste dal progetto e dalla specifica installazione.**

#### **60.14 Ghisa e prodotti di ghisa**

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

##### Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562.

##### Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1563.

##### Tubi di ghisa grigia per condotte d'acqua

Saranno ammessi, salvo diversa specifica, unicamente in tratte di sostituzione di condotte di analogo materiale.

I tubi dovranno rispondere, per le caratteristiche qualitative e di fabbricazione, alle prescrizioni delle relative norme UNI, e in particolare, alle norme da UNI 5336 ad UNI 5340. I tubi saranno costituiti da ghisa di seconda fusione, centrifugata e ricotta e, al pari dei pezzi speciali, saranno esenti da difetti di lavorazione e/o superficiali che ne possano pregiudicare la funzionalità e la durata.

Salvo diversa indicazione, tubi, raccordi e pezzi speciali saranno catramati o bitumati a caldo sia internamente che esternamente e tale strato protettivo, che dovrà risultare continuo e ben aderente, non dovrà contenere sostanze solubili nell'acqua convogliata né dovrà pregiudicarne, qualora potabile, i caratteri organolettici.

##### Tubi di ghisa sferoidale per condotte d'acqua

Dovranno essere prodotti, unitamente ai raccordi e pezzi speciali, con ghisa di tipo sferoidale<sup>28</sup>; dovranno inoltre rispondere, per ulteriori caratteristiche di qualità e di fabbricazione, alla norma.

- **UNI EN 545** - Tubi, raccordi e pezzi accessori di gisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Prescrizioni e metodi di prova.

Salvo diversa prescrizione, i tubi saranno ottenuti per colata mediante centrifugazione in conchiglia e sottoposti, in seguito, a trattamento di ricottura e di ferritizzazione. Il rivestimento sarà effettuato internamente mediante malta cementizia ed esternamente mediante vernice bituminosa. Il rivestimento interno non dovrà contenere alcun elemento solubile in acqua né, per le condotte d'acqua potabile, elementi di natura tossica.

<sup>28</sup> La ghisa sferoidale (GS) si differenzia dalla ghisa grigia (GG) non tanto per il contenuto in carbonio, che è pressoché uguale nelle due leghe (rispettivamente del 3,75% e del 3,65%), quanto per la configurazione nettamente diversa dei cristalli di grafite, ottenuta mediante l'introduzione nella lega di una piccolissima quantità di magnesio (0,03%).

La ghisa sferoidale utilizzata per la produzione di tubi e raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica: resistenza minima alla trazione di circa 42 kgf/mm<sup>2</sup>; allungamento minimo a rottura del 10% (tubi) e del 5% (raccordi); durezza Brinell non superiore a 230 HB (tubi) ed a 250 HB (raccordi).

Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 545 ed, eventualmente, la classe di spessore (se diversa da k9) e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

Le dimensioni dei tubi e dei raccordi dovranno rispondere a quelle indicate nelle rispettive specificazioni dimensionali, entro i limiti di tolleranza di cui al punto 4.2 della UNI EN 545. Lo spessore nominale "e" sarà calcolato in funzione del diametro nominale DN<sup>29</sup>.

I tubi avranno di norma un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma. I giunti potranno essere del tipo automatico<sup>30</sup> o del tipo meccanico<sup>31</sup>; in ogni caso dovranno consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali dei tubi senza compromettere la perfetta tenuta.

Le guarnizioni di gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello con sezione trasversale della forma particolare adottata dalla Ditta produttrice dei tubi. Ogni guarnizione dovrà riportare il marchio del fabbricante, il DN, il tipo di giunto e di impiego cui si riferisce, nonché la settimana e l'anno di fabbricazione. Gli anelli saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati; non saranno ammesse saldature, fatta eccezione per gli anelli di grande diametro (a condizione però che rimangano inalterate le caratteristiche qualitative e venga assicurata comunque la tenuta del giunto). L'acciaio adoperato dovrà possedere, in rapporto al tipo, le caratteristiche meccaniche riportate.

#### Tubi di ghisa sferoidale per fognatura

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione:

- **UNI EN 598** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura. Prescrizioni e metodi di prova.

I rivestimenti interni ed esterni saranno come da prescrizione<sup>32</sup>. Ove non specificato i tubi dovranno essere forniti con:

- un rivestimento esterno di zinco, con massa non inferiore a 130 g/m<sup>2</sup>, con strato di finitura bituminoso o resina sintetica;
- un rivestimento interno di malta di cemento alluminoso;
- un rivestimento esterno a base di resina epossidica sulle superfici di estremità che possono venire a contatto con gli effluenti (superficie interna del bicchiere e superficie esterna dell'estremità liscia).

Tutti i tubi dovranno portare, ottenuti di fusione o riportati con pittura o stampaggio a freddo, i contrassegni relativi al marchio di fabbrica, all'anno di fabbricazione, al tipo di ghisa (nel caso, sferoidale) e al diametro nominale DN; inoltre il riferimento alla norma UNI EN 598 ed, eventualmente e l'identificazione della certificazione da parte di terzi.

#### Tubi di ghisa sferoidale per condotte di gas

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma di unificazione (valida per tubi, raccordi ed accessori fabbricati con estremità a bicchiere, flangiate oppure lisce, destinati a giunzione mediante vari tipi di guarnizione ed idonei per temperature da -15 °C a +50 °C):

- **UNI EN 969** - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova.

Per quanto riguarda la marcatura, tubi e raccordi dovranno riportare in modo leggibile e durevole: il nome o marchio del fabbricante, l'identificazione dell'anno di fabbricazione e del tipo di ghisa (sferoidale), il DN, l'identificazione della certificazione di qualità, la designazione della classe dei tubi centrifugati (se diversa da k9), il riferimento alla norma.

### **60.15 Accessori per camerette e pozzetti stradali**

#### Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare<sup>33</sup> o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta

<sup>29</sup> Lo spessore normale dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in funzione del loro diametro nominale mediante l'espressione:  $s = k (0,5 + 0,001 DN)$  con  $k = 9 \div 10$  rispettivamente per i tubi del prospetto 14 della UNI 545. K è un coefficiente utilizzato per la determinazione della classe di spessore. È scelto da una serie di numeri interi... 8, 9, 10, 11, 12, ...

<sup>30</sup> Nel tipo automatico la tenuta sarà assicurata sia dalla reazione elastica di deformazione dell'anello di guarnizione in gomma, sia dall'aderenza della gomma generata dalla pressione dell'acqua.

<sup>31</sup> Nel tipo meccanico la tenuta sarà assicurata dal bloccaggio della gomma contro un'apposita sede ricavata nel bicchiere del tubo. Il bloccaggio verrà realizzato all'atto del montaggio mediante la compressione esercitata da una controflangia opportunamente sagomata e serrata meccanicamente sul bicchiere mediante appositi bulloni.

<sup>32</sup> Tra rivestimenti prescrivibili: Esterni: zinco con strato di finitura, manicottato o meno con polietilene; polietilene estruso; polipropilene estruso; poliuretano; malta di cemento con fibre. Interni: malta di cemento di alto forno; poliuretano; polietilene; resina epossidica. Il tutto conformemente alle norme EN o ISO o norme nazionali.

<sup>33</sup> I telai quadrati saranno preferiti per l'impiego sulle strade pavimentate in lastricato, basolato, ecc. per il migliore adattamento agli elementi della pavimentazione.

mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzo<sup>34</sup>.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme:

- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione<sup>35</sup> di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi.

Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori.

Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di prova<sup>36</sup> in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

**TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)**

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali).....	40,0

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

#### Griglie e chiusini per pozzi stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124.

In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli<sup>37</sup> per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzi.

#### Caditoie per viadotti

Le caditoie drenanti per viadotti in PE, saranno dotate di griglia in ghisa sferoidale D400 per asfalti drenanti.

La caditoia, con vaso di accumulo in HDPE (PEAD), dovrà presentare una particolare geometria ad imbuto per il drenaggio delle acque di piattaforma di dimensioni L=500mm X P=300mm X H <= 80mm e presentare un'uscita di raccordo per le tubazioni di calata - su indicazione della D.L. - verticale o laterale DN125 o DN110. Sarà munita di zanche in acciaio zincato per l'ancoraggio al CLS, la posa della caditoia dovrà essere effettuata in conformità alla norma EN1433 con l'ausilio di cemento Rck 35 N/mm<sup>2</sup> per poter garantire una resistenza al carico di classe D400.

Dotata di un profilo laterale in ghisa sferoidale fessurato verticalmente di dimensioni H=95mm dovrà garantire la raccolta delle acque immagazzinate anche da strati di asfalto drenante steso sul binder del viadotto.

Le caditoie saranno fornite da azienda certificata UNI EN ISO 9001:2008 e le stesse dovranno essere certificate.

#### Gradini per pozzi di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212).

Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla

<sup>34</sup> Nella soluzione più frequente, specialmente negli altri paesi europei, il telaio è in ghisa e cemento armato, più facilmente collegabile pertanto al sottostante manufatto in calcestruzzo, mentre il coperchio è in ghisa con riempimento in calcestruzzo. In tali tipi, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 gg pari almeno a 45 N/mm<sup>2</sup> (norme DIN 4281); quello di riempimento del coperchio inoltre dovrà essere additivato con materiali indurenti (es. carborundum) in modo da raggiungere una resistenza all'abrasione non inferiore all'8° grado della scala Mohs.

<sup>35</sup> L'impiego dei coperchi forati non risulterà idoneo per la copertura di pozzi profondi, situati in strade con forte pendenza (ad evitare effetti di tiraggio), o laddove negli stessi pozzi siano da installare apparecchiature e meccanismi particolari (ad evitare ingresso di acqua e di fango).

<sup>36</sup> Tale carico dovrà essere raggiunto in 4 minuti. La forza di pressione dovrà essere esercitata perpendicolarmente al coperchio del chiusino alloggiato nel proprio telaio a mezzo di un punzone come da prospetto VII della norma.

<sup>37</sup> Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.

sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

## 60.16 Prodotti di fibro-cemento

Formati da miscela intima ed omogenea di cemento (o silicati di calcio) e materiali a fibra lunga (con esclusione dell'amianto), più eventuali correttivi minerali, dovranno rispondere alle norme di unificazione di seguito riportate:

- **UNI EN 492** - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- **UNI EN 494** - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori. Specifiche di prodotto e metodi di prova.
- **UNI EN 512** - Prodotti di fibrocemento. Tubi e giunti per condotte in pressione.
- **UNI EN 588/1** - Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi ed accessori per sistemi a gravità.
- **UNI EN 588/2** - Tubi e raccordi in fibrocemento per sistemi di scarico degli edifici. Pozzetti e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.
- **UNI EN 12763** - Idem. Dimensioni e termini tecnici di distribuzione.

Gli agglomerati di fibro-cemento dovranno essere inossidabili, inalterabili agli acidi e agli agenti corrosivi in genere, resistenti al gelo e alle alte temperature, incombustibili e isolanti. I relativi manufatti dovranno presentare in frattura compattezza uniforme, priva di soffiature, superfici lisce e regolari, esenti da sfaldamenti, spessori ben calibrati e bordiintegri.

### 60.16.1 Tubi, giunti e pezzi speciali (Raccordi)

I manufatti in argomento dovranno presentare elevato grado di impermeabilità e resistenza meccanica nonché, per i tubi, generatrici diritte e svergolamenti contenuti nei limiti di tolleranza.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il marchio di fabbrica, la data di fabbricazione, il diametro nominale e la classe<sup>38</sup>. La conformità della fornitura alla norma sarà attestata dal riferimento "UNI" anche esso chiaramente riportato su ogni tubo e giunto della fornitura stessa. La designazione sarà effettuata in base al valore del diametro nominale, al valore della lunghezza ed alla classe di pressione<sup>39</sup>. Nel caso di tubi per condotte in pressione di diametro superiore a 1000 mm, in luogo della classe di pressione si indicheranno i valori minimi garantiti della pressione di scoppio<sup>40</sup>.

I giunti saranno in generale del tipo a manicotto per i tubi<sup>41</sup> e del tipo a manicotto o a bicchiere per i raccordi (secondo prescrizione). Per entrambi i tipi la tenuta dovrà essere assicurata da guarnizioni elastiche di qualità e forme atte a rendere la condotta perfettamente e permanentemente stagna. I giunti dovranno resistere senza perdite ad una pressione di prova di tenuta di  $1 \pm 0,1$  bar. Tale tenuta dovrà essere assicurata anche se i giunti saranno montati con la massima deviazione angolare tra i pezzi giuntati indicata e garantita dal fabbricante<sup>42</sup>.

I raccordi avranno composizione, fabbricazione, marcatura e classificazione come per i tubi. Le relative prove di accettazione saranno effettuate in conformità alle prescrizioni di cui al punto 6 della UNI EN 588-1.

#### Manicotti elasticici flessibili per giunzione tubazioni

I manicotti elasticici per tubi idonei a compensare o assorbire eventuali movimenti di condotte aeree, ondulati dentro e fuori saranno in gomma naturale, con anelli di rinforzo interni in acciaio, per condotte non in pressione. L'applicazione è da eseguire direttamente sul diametro esterno del tubo con sovrapposizione minima di 50mm, fissati con fascette in acciaio inox AISI 304.

#### Giunti passamuro

I giunti passamuro saranno realizzati in gomma EPDM, con piastre di compressione in poliammide, bulloneria in acciaio inox AISI 316 per qualsiasi tipo di tubo liscio, per accoppiamento diametro esterno tubo da DN50mm a DN500mm e foro in parete da D100mm a D600mm; test di collaudo a 50m H2O.

La posa dovrà seguire le istruzioni dell'apposito manuale di installazione, dovrà comunque essere assicurato che il diametro interno del foro e il tubo rientrino nel campo del giunto, che lo spessore della parete da attraversare sia superiore alla larghezza del giunto, che il foro nella parete sia pulito, senza spigoli e con superficie liscia, che il tubo sia supportato da entrambi i lati della parete attraversata per evitare flessioni o rotture della condotta, che tutte le teste dei bulloni da serrare siano dalla parte dell'operatore.

<sup>38</sup> Sarà richiesto anche il tipo di composizione (TN o NT).

<sup>39</sup> Esempio di designazione di un tubo di fibro cemento per condotte in pressione avente diametro nominale di 80 mm, lunghezza di 3 m e classe 10: Tubo EN 512 80-3-10 TN.

<sup>40</sup> V. più in particolare il punto 4.2.2 della UNI EN 512.

<sup>41</sup> Di norma il manicotto sarà munito internamente di 3 gole: una gola centrale per accogliere dei segmenti distanziatori di gomma e due gole laterali simmetriche atte a ricevere ciascuna un anello di gomma elastomerico. Nel caso invece che il manicotto dovesse resistere anche a trazione, per applicazioni speciali, esso sarà munito di 4 gole, a due a due simmetriche, delle quali quelle centrali destinate agli anelli di tenuta in gomma e quelle di estremità destinate a ricevere delle 4 corde di bloccaggio in acciaio o in materia plastica, secondo i casi e le prescrizioni

<sup>42</sup> Di norma 4° per tubi fino al diametro 500 e 2 ÷ 3° per diametri maggiori.

Il montaggio dovrà essere effettuato con chiave dinamometrica per il serraggio delle piastre, per la quale può essere fatto uso di mezzi pneumatici o a motore fino al raggiungimento della coppia di serraggio idonea.

## 60.17 Prodotti di cemento e aggregati granulari

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

Per i tubi di cemento armato in pressione vale la norma:

- **UNI EN 639** - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

### 60.17.1 Tubi

#### Tubi di cemento semplice<sup>43</sup>

Saranno confezionati con impasto dosato a  $350 \div 400 \text{ kg/m}^3$  di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (o ovale, nella sagoma prescritta), generatrice diritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale e, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente. Dovranno rispondere inoltre, per i diametri superiori a 250 mm, alla seguente norma:

- **UNI 9534** - Tubi di calcestruzzo non armato per fognature a sezione interna circolare, senza piede di appoggio.

I tubi UNI 9534 potranno essere con giunto a bicchiere o con giunto a mezzo spessore (incastro) con lunghezza nominale non inferiore a due metri. Per giunto ad incastro, lo spessore dovrà comunque non scendere sotto il valore di 120 mm.

#### Tubi di cemento armato ordinario

Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato ed inoltre avranno caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi, superfici interne perfettamente lisce, estremità piene ed a spigoli vivi, fronti perpendicolari all'asse. Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti o imperfezioni che possano diminuirne l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità di impiego e la durabilità.

Per i tubi in pressione il diametro interno, lo spessore della parete, la lunghezza interna della canna e le caratteristiche geometriche del giunto saranno conformi alle specifiche di progetto e/o alla documentazione di fabbrica<sup>44</sup>. Valgono, per detti tubi, le seguenti norme:

- **UNI EN 640** - Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali.
- **UNI EN 641** - Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali.

Le dimensioni massime degli aggregati non dovranno essere maggiori di  $1/3$  dello spessore dei tubi, con massimo di 32 mm (4 mm per i tubi con armatura diffusa).

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica, da fili o reti di acciaio, inglobate in una parete di calcestruzzo compatto (RCP), o da strati multipli di filo sottile continuo avvolti ad elica e inglobati in una parete di malta compatta (DRP); quella longitudinale (specie se richiesta la resistenza a flessione) da barre di acciaio, fili o strati di nastro di acciaio. Nei tubi UNI EN 641 l'armatura sarà integrata da un cilindro di acciaio saldato, con anelli per il giunto collegati all'estremità a mezzo saldatura<sup>45</sup>.

Lo spessore minimo dei tubi EN 640 sarà conforme al Prospetto 1 della norma<sup>46</sup>; analogamente per i tubi della EN 641<sup>47</sup>.

I giunti, secondo specifica, potranno essere rigidi, regolabili, semiflessibili o completamente flessibili; in ogni caso dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti<sup>48</sup> ed essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gomma<sup>49</sup>. I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione.

<sup>43</sup> Così definiti i tubi in conglomerato cementizio i quali o sono privi di armatura metallica, ovvero la incorporano unicamente per necessità di trasporto e posa, con esclusione di qualunque altra funzione statica nelle condizioni d'uso.

<sup>44</sup> Qualora le specifiche di progetto differissero dalle caratteristiche di produzione standard, tali caratteristiche dovranno essere adeguate tenendo conto in particolar modo dei seguenti dati: pressione e pressione massima di progetto; carichi esterni e condizioni di posa in opera; caratteristiche chimico-fisiche del fluido trasportato; dati sul terreno; condizioni di appoggio.

<sup>45</sup> Per i particolari si rinvia comunque al punto 3.3 delle UNI EN richiamate.

<sup>46</sup> Spessore minimo: 60 mm fino a DN/ID 500 per i tubi RCP e 40 mm per i tubi DRP.

<sup>47</sup> Spessore minimo: 50 mm fino a DN/ID 400 e 40 mm fino a pari diametro per i tubi con cilindro ed armatura pretensionata.

<sup>48</sup> Per le deviazioni angolari consentite sarà fatto riferimento al Prospetto 3 della UNI EN 639.

<sup>49</sup> Nei giunti di acciaio con guarnizione elastomerica gli anelli maschio e femmina dovranno essere costruiti in modo da rendere i tubi autocentranti.

Ogni tubo dovrà riportare contrassegni indelebili che permettano di individuare il *marchio di fabbrica*, la *data di fabbricazione* (mese e anno), le *dimensioni* (intese come prodotto del diametro interno per la lunghezza nominale) e la categoria. Per i tubi ad armatura disimmetrica, dovrà essere apposta sulla parete esterna l'indicazione del vertice <sup>50</sup>.

#### Tubi rinforzati con fibre di acciaio

Per i tubi rinforzati con fibre di acciaio sarà fatto riferimento alla norma:

- **UNI EN 1916** - Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato con fibre di acciaio e con armatura tradizionale.

#### Tubi di cemento armato precompresso

Valgono, per i tubi in argomento, le norme generali di cui al precedente punto. I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimenti atti a garantire il costante raggiungimento dei requisiti in tutti i manufatti prodotti. Le operazioni automatizzate dovranno essere svolte sotto controllo di strumenti indicatori e registratori e nel ciclo di lavorazione saranno inseriti rilevamenti sistematici dei risultati ottenuti che, raccolti unitamente alle prove di qualità dei materiali in apposito registro di fabbricazione, avranno valore di documentazione agli effetti contrattuali.

I tubi in c.a.p., in rapporto alle prescrizioni di Elenco, potranno essere di tre tipi:

- a) Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato munito di cilindro di lamierino, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto autocentrante a tenuta d'acqua.
- b) Tubi con nucleo di conglomerato cementizio prefabbricato, armatura di precompressione radiale, rivestimento protettivo e giunto come sopra.
- c) Tubi monolitici con armatura di precompressione radiale inglobata nella parete di conglomerato e giunto come sopra.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni in argomento e qui riportate:

- **UNI EN 642** - Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

Il diametro nominale corrisponderà al diametro interno del tubo, misurato in mm.

La superficie interna dei tubi dovrà essere sufficientemente liscia, in modo da rendere minime le perdite di carico della condotta.

I materiali e le modalità di costruzione dovranno rispettare in generale le norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. precompresso di cui al D.M. 9 gennaio 1996. In ogni caso gli spessori e le armature di precompressione dovranno essere riferiti, per ogni coppia di valori PN e DN, a criteri di dimensionamento e calcoli statici elaborati conformemente alle Appendici C e D della norma.

La marcatura, da apporsi in modo indelebile, riporterà; la *data di fabbricazione*, il *diametro nominale* e la *pressione*, il riferimento alla norma UNI EN 642 e il *marchio* di fabbrica.

#### 60.17.2 Manufatti diversi.

##### Manufatti in pietra artificiale

Saranno confezionati con alto dosaggio di cemento ed inerti particolarmente selezionati. Avranno massa volumica non inferiore a 2300 kg/m<sup>3</sup> e la superficie esterna a vista, per lo spessore di almeno 2 cm, formata con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento, nel tipo bianco o colorato.

Cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide, scivoli, ecc. dovranno in particolare soddisfare ai requisiti stabiliti negli esecutivi di progetto e le prescrizioni di cui al punto 65.11, per quanto compatibile.

##### Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiancato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

- **UNI EN 1433** - Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> I tubi adatti all'utilizzo con acqua potabile dovranno altresì essere marcati con la lettera "P" appresso al numero della norma UNI EN utilizzata.

<sup>51</sup> Gruppo I (min. classe A15): aree pedonali o ciclabili; Gruppo 2 (min. classe B 125): percorsi pedonali, parcheggi per auto private; Gruppo 3 (min. classe C250): Gruppo 4 (min. classe D400): strade rotabili, parcheggi; Gruppo 5 (min. classe E600): aree soggette a carichi su grandi ruote, darsene; Gruppo 6 (classe F900): pavimentazioni aeroportuali.

La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

#### Blocchi in calcestruzzo per opere di sostegno

Blocchi modulari per la realizzazione di opere di sostegno, saranno realizzati in calcestruzzo con resistenza di classe  $\geq$  C28/35 con finitura superficiale liscia o a scelta della D.L., alleggeriti mediante cavità (da n.1 a n.3) del diametro di cm.20-30 prodotti con vibrazione armonica con sistema di sformatura in continuo e maturazione in celle di stoccaggio. I blocchi dovranno essere delle dimensioni di cm. lung.100xlargh.100xalt.100 e il peso di 1.800 kg./cad. e provvisti di riseghe per l'incastro di cm. 12/13.5x5x97 circa, oltre a foro sull'estradosso per la movimentazione degli stessi.

Nel prezzo si intende inclusa la fornitura dell'apposito gancio idoneo al sollevamento e posizionamento dei blocchi.

#### Lastre Blocchi in calcestruzzo per opere di sostegno

Lastra prefabbricata a cassaforma per solette su travi varate, confezionata con conglomerato cementizio vibrato con la stessa classe di resistenza della soletta da gettare, comunque non inferiore alla C32/40 e classe di esposizione idonea alla struttura, generalmente corrispondente a quella del getto di completamento e comunque non inferiore a XC4.

La lastra avrà spessore non inferiore a 5 cm e non superiore a 8, superfici in vista perfettamente piane e lisce, ovvero lavorate con appositi motivi; sarà armata con acciaio B450C come indicato in progetto e comunque con almeno 3 tralicci longitudinali (su 120 cm) per garantire un'autoportanza anche in fase di getto per luci fino a cm350.

Qualora venga usata come cassaforma a perdere, dovrà avere l'armatura sporgente nella parte a contatto con il getto da conglobare nel getto stesso.

Nel prezzo di intendono compresi: ogni onere di prefabbricazione, fornitura, trasporto, montaggio e posa in opera, sagomatura delle lastre per appoggi inclinati, luci inferiori, formazione di fori, smussi e quanto altro necessario alla corretta posa in opera a regola d'arte; sono a carico dell'appaltatore tutte le verifiche e gli eventuali puntellamenti necessari per le porzioni oggetto di sagomatura.

### **60.18 Prodotti di materie plastiche**

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

#### 60.18.1 Tubi e raccordi di cloruro di polivinile (PVC)

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile <sup>52</sup>, esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN 1401-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- **UNI EN 1452-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- **UNI EN 1452-2** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi<sup>53</sup>.
- **UNI EN 1453-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alata temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- **UNI EN 1456-1** - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- **UNI 10968** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- **UNI EN 1329-1** - Sistemi di tubazioni in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per acque domestiche a bassa ed alta temperatura

#### Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-mecccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio.

<sup>52</sup> Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalle superiori norme e alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario.

<sup>53</sup> V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento dei gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu e crema.

La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale x spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

#### Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U"<sup>54</sup> e "UD"<sup>55</sup> in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità. Saranno colorati in tutto il suo spessore.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

#### 60.18.2 Tubi, raccordi e valvole in polietilene

##### Tubi, raccordi e valvole di polietilene per la distribuzione di gas combustibili

Dovranno rispondere alle norme UNI EN 1555-1 (Generalità), UNI EN 1555-2 (Tubi), UNI EN 1555-3 (Raccordi), UNI EN 1555-4 (Valvole) nonché alle parti 5 e 7 per l'idoneità all'impiego del sistema e la guida alla conformità e dovranno resistere ad una pressione massima di esercizio "MOP" di 10 bar ad una temperatura di riferimento di 20 °C. Per la composizione del compound sarà fatto riferimento al prospetto 1 della UNI EN 1555-1.

I tubi avranno colore giallo o nero con strisce gialle di identificazione.

Si richiamano le norme:

- **UNI 8849** - Raccordi di polietilene saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas Combustibile. Tipi di dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- **UNI 8850** - Raccordi di polietilene saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas Combustibile. Tipi dimensioni e requisiti (pressioni di esercizio non maggiori di 4 bar).
- **UNI EN 13774** - Valvole per i sistemi di distribuzione gas con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar.

##### Tubi per distribuzione d'acqua<sup>56</sup>

Dovranno rispondere alle specifiche della seguente norma:

- **UNI EN 12201-2** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi.

Saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma UNI EN 12201-1, avranno colore blu o nero con strisce blu e dovranno rispettare le prescrizioni regolamentari vigenti (D.M. 21.03.1973, Circ. Min. San. 2.12.1978, n. 102). Avranno dimensioni nominali e spessore di parete come al prospetto 2 della norma e caratteristiche meccaniche e fisiche come ai prospetti 3, 4 e 5.

Ove per installazioni particolari fosse necessario valutare la resistenza chimica, i tubi dovranno essere classificati secondo le ISO 4433-1 e ISO 4433-2<sup>57</sup>.

I tubi dovranno essere marcati in materia indelebile con le seguenti specifiche: numero della norma, marchio di fabbrica, dimensioni (dn x en), serie SDR, materiale e designazione (es. PE 80), classe di pressione in bar (PN), periodo di produzione.

La Fornitura di tubazioni in PEAD DN110 PN25 SDR7,4 in ROTOLI 50MT dovrà essere conforme EN12201 per condotte a pressione, prodotta con resina ad elevata resistenza PE100, pigmentata e stabilizzata in granulo all'origine secondo norma UNI EN 12201-2 (Dichiarazione di Prestazione /certificazione di conformità di prodotto secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065/2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020/2012), di colore nero con bande colorate coestruse, massa volumica <960 kg/m<sup>3</sup> (ISO 1183), modulo elastico (Ef) <1050 [MPa] (UNI EN ISO 178:2013) ricavato dalla media dei risultati di almeno 4 test.

Dovrà possedere certificato di rispondenza alle disposizioni del Ministero della Sanità relative ai manufatti per liquidi alimentari (DM 174/2004);

Prodotta da azienda certificata per conformità alle norme di Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001/2008, di Qualità Ambientale UNI EN ISO 14001:2004.

È intesa comprensiva di giunti a tenuta, posta su letto di sabbione e materiale sciolto sp. minimo 20 cm, compresa l'eventuale inserimento all'interno di tubi camicia per tratti non superiori a 35m incluso scavo e rinterro

<sup>54</sup> Codice U: codice per area di applicazione interrata all'esterno della struttura dell'edificio.

<sup>55</sup> Codice UD: codice per area di applicazione interrata sia all'interno che all'esterno dell'edificio.

<sup>56</sup> Tutti i costituenti del sistema devono essere conformi alle prescrizioni regolamentari vigenti. Si citano: D.M. 21.3.1973 e s.m.i. – Disciplina degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con gli alimenti; Circ. 2.12.1978, n. 102 M.S. – Disciplina igienica concernente le materie plastiche, le gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da rendere potabile.

<sup>57</sup> Una guida per la resistenza dei tubi di polietilene ai prodotti chimici è data dalla ISO/TR 10350.

### Tubazioni in pressione per trasporto d'acqua, per fognature e scarichi

Destinate ad essere adoperate per interramento nel suolo, per sbocchi a mare, per posa in acqua, in sospensione sotto ponte, ecc., con una pressione massima operativa (MOP) fino a 25 bar, con temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C, dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

- **UNI EN 13244-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione, interrati e non, per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e per scarichi. Generalità.
- **UNI EN 13244-2** - Idem. I tubi saranno composti con materiali conformi ai requisiti specificati nella norma 13244-1, avranno colore nero o nero con strisce di colore marrone e dovranno essere saldabili. La resistenza minima a trazione (MRS) sarà di 8,0 MPa per il materiale PE 80 e di 10,0 MPa per quello PE 100.

Le dimensioni nominali prevedono i diametri da 32 a 1600 mm con spessori di parete uguali a quelli dei tubi UNI EN 12201-2 riportati in Tab. 50. Lo stesso dicasi per le caratteristiche meccaniche e fisiche. Per le reti di scarico dei ponti le staffature si intendono incluse nella lavorazione.

### Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma<sup>58</sup>:

- **UNI 10968-1** - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 – Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

### Tubi a parete strutturata per drenaggio

Tubazioni strutturate in polietilene (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per drenaggi delle acque meteoriche con fessurazioni a 220° o 360°.

Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione e guarnizione.

### Tubi a parete strutturata per passaggio cavi

Tubazioni strutturate in polietilene isolante (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per cavidotti, conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4, CEI 23-39, CEI 23-46 con resistenza allo schiacciamento 450 N o superiore colori rosso e blu, colore giallo conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4/A1, Marchio IMQ con resistenza allo schiacciamento 750N.

I tubi avranno tirafile zincato preinserito. Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione

### Tritubi per passaggio cavi

I TRITUBO per posa sotterranea a protezione di cavi in fibra ottica, forniti in rotoli, saranno in PEAD (PE100) PN ≥12,5 di colore NERO o a scelta della DL, a superficie liscia esternamente e rigato internamente, con diametro esterno di 50mm e rigature interne di spessore da 2,7mm a 4,0mm.

Il fornitore dovrà essere in possesso del sistema di qualità aziendale secondo la norma ISO 9001.

È costituito da tre tubi in PEAD nero o colorato dello stesso diametro e posti sullo stesso piano orizzontale, estrusi con profilo unico e uniti da alette di giunzione fisse. Ogni tubo presenta una superficie esterna liscia ed una superficie interna rigata per aumentare la scorrevolezza dei cavi in fase di tiro.

Sono compresi e compensati nel prezzo lo scavo, i manicotti di giunzione, i letti di posa in sabbia per uno spessore non inferiore a 5 cm con rinfianco ai lati e sopra l'estradossa sempre con sabbia e con spessore di 5 cm.

I prorotti dovranno possedere marcatura CE e dovranno recare mediante marcatura a caldo: Nome produttore - Data di produzione - Lotto – Lunghezza e, su richiesta della D.L., il nome del committente.

### 60.18.3 Tubi, raccordi di resine termo-indurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV)

Saranno costituiti da resine poliestere insature termoindurenti, armate con fibre di vetro e sottoposte a processo di polimerizzazione, con aggiunta o meno di cariche, inerti ed agenti polimerizzanti (acceleranti, catalizzatori, induritori, inibitori). Per la normativa, salvo diversa specifica, si farà riferimento alla UNI 9032<sup>59</sup>

Con riferimento all'impiego i tubi verranno distinti in Tipi secondo il Prospetto I della UNI 9032.

I manufatti tubolari saranno classificati in base alla loro pressione nominale PN<sup>60</sup> nonché in base alla loro resistenza meccanica trasversale iniziale caratterizzata dall'indice di rigidità trasversale RG<sup>61</sup>. La norma prevede 14 classi di pressione nominale e 4 classi dell'indice di rigidità.

<sup>58</sup> In fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476.

<sup>59</sup> UNI 9032 - Tubi di resine termoindurenti rinforzati con fibre di vetro (PRFV). Tipi, dimensioni e requisiti.

<sup>60</sup> La pressione nominale PN corrisponde alla pressione interna massima ammissibile, per servizio continuo, alla temperatura di 23 ± 2 °C, e per convogliamento di acqua (individua il tubo agli effetti della sola resistenza alla pressione interna e non agli effetti della resistenza ai carichi addizionali dei quali dovrà tenersi anche conto in sede di progetto).

<sup>61</sup> L'indice di rigidità trasversale RG è definito dalla formula:  $RG = EJ/D^3$  kgf/cm<sup>2</sup> dove: E = modulo elastico del materiale in direzione circonferenziale espresso in kgf/cm<sup>2</sup>; J = momento di inerzia trasversale della striscia unitaria della parete del tubo rispetto all'asse neutro della sezione longitudinale della parete stessa in cm<sup>4</sup>/cm; D = diametro nominale del tubo.

I tubi ed i raccordi in PRFV dovranno presentare superfici lisce ed uniformi esenti da irregolarità e difetti come: delaminazioni, bolle, lesioni fibre affioranti.

La marcatura, da apporsi in maniera indelebile nella zona centrale dei manufatti, dovrà comprendere: la *designazione completa*; la *data di produzione* (mese-anno); il *numero di partita* e il *marchio difabbrica*.

#### **60.18.4 Valvole antiriflusso a Clapet**

Le valvole antiriflusso a clapet, di fine linea, saranno costituite in poliestere rinforzato e gel-coat isoftalico, metalleria in acciaio inox AISI 316, incluso giunto a manicotto rinforzato multidiametro MSC completo di fascette e fascia in acciaio inox AISI 304 o AISI 316 per accoppiamento tubi per condotte a gravità di qualsiasi materiale (PVC, PEHD, PRFV, gres, ghisa, fibrocemento, etc ) in conformità alle norme europee EN 16397-2 , EN 476 , EN 681-1, EN 295-4 e EN 1610, da intendersi compreso nel prezzo; battente inclinato; tenuta idraulica minima 1 bar ; guarnizione di tenuta in EPDM.

#### **60.19 Apparecchi idraulici**

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento.

Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente <sup>62</sup>. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente.

L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dal-Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

#### **Valvole per la fornitura di acqua**

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN 1074-1** - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti.

Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

#### **60.20 Elastomeri per anelli di tenuta**

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico ed alla penetrazione delle radici.

<sup>62</sup> La catramatura o la bitumatura dovranno essere eseguite immergendo le parti da proteggere (corpi, coperchi, otturatori, sopracappelli, premitrecce) in un bagno di catrame o di bitume rispettivamente. I pezzi, prima dell'immersione, dovranno essere grezzi di fusione, sbavati ed accuratamente puliti dalla ruggine e dai residui di terra da fonderia, nonché preriscaldati alla temperatura di 110 ÷ 140 °C. I catrami dovranno essere di tipo minerale, i bitumi del tipo ossidato: entrambi dovranno essere privi di sostanze che possano alterare i caratteri organolettici dell'acqua convogliata. Il rivestimento dovrà risultare di spessore adeguato, uniforme, nonché privo di bolle o squamature.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione<sup>63</sup> e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma.

- **UNI EN 681** - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua.

Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

- **UNI EN 682** - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendiati nei prospetti 2 e 3 della stessa.

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione no-minale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e ti-po e categoria di durezza; ti-po di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura si farà riferimento all'Appendice ZA.3.

## 60.21 Apparecchi di appoggio

I produttori di appoggi strutturali dovranno essere in possesso della marcatura CE secondo il D.Lgs. n.106/2017, della Dichiarazione di Prestazione (DoP), relativa norma europea armonizzata dalla serie UNI EN 1337.

## 60.22 Legnami

### Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura convenzionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

### Requisiti in generale

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

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connesse. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

### Legnami da carpenteria

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

## 60.23 Leganti idrocarburanti e affini – materiali per impermeabilizzazioni

### 60.23.1 Bitumi

#### Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

- **UNI EN 12591** - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C<sup>66</sup> riportate nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia.

**TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)**

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,8	1

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e prEN 13924.

<sup>66</sup> Secondo le norme CNR, Fasc. n. 68/78 la designazione era costituita dalla lett. B seguita dall'intervallo di penetrazione che caratterizza il legante.

### Bitumi da spalmatura

Dovranno essere del tipo ossidato e rispondere ai requisiti di cui alla seguente norma di unificazione:

- **UNI 4157** - Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione.

I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella Tabella 44 b. L'indice di penetrazione sarà determinato con il metodo riportato nelle norme UNI.

**TAB. 44 b - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche**

CARATTERISTICA	Unità di misura	TIPO						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di rammolimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 <sup>-1</sup> mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max. -6	max. -12	max. -10	max. -18	max. -18	max. -13	max. -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5						

### Bitumi liquidi

Bitumi di fluidità nettamente maggiore dei precedenti (per la presenza in essi di olii provenienti dal petrolio o dal catrame di carbon fossile e destinati ad evaporare, almeno in parte, dopo l'applicazione) dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi" di cui al Fasc. n. 7 CNR diffuso con circolare ministeriale 30 settembre 1957, n. 2759.

Per i trattamenti a caldo si usa i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

### Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842<sup>67</sup>.

Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

**TAB. 45 – Emulsioni bituminose. Classificazione**

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....% — contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino.

Nel caso di impiego di rocce "acide" idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell'emulsione emulsivi "cationici" quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilammina, la stearilammina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido.

All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accettare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

### Mastic bituminoso

Sarà ottenuto per intima mescolanza dei bitumi UNI 4157, di cui al punto precedente "bitumi da spalmatura" e fibrette di minerali e/con dei filler in percentuali (in massa, riferite al prodotto finito) non superiori al 5% per le fibre e al 20% per il filler.

### 60.23.2 Asfalto e derivati

Costituito di carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L'asfalto sarà in pani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

<sup>67</sup> V. anche il B.U. CNR, Fasc. n. 98/1984: Campionatura delle emulsioni bituminose.

### Polveri di rocce asfaltiche

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale.

Ai fini applicativi le polveri verranno distinte in tre categorie, delle quali la I per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio, la II per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle e la III come additivo per i conglomerati.

Le polveri di I e II categoria dovranno avere finezza tale da passare per almeno il 95% dallo staccio 2 UNI 2332; quelle della III categoria, la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). In tutti i casi le polveri dovranno presentarsi di consistenza finemente sabbiosa e di composizione uniforme e costante.

### Mastice di asfalto

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno-castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odore di catrame.

Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del 14 ÷ 16 %). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

### Asfalto colato

Costituito da mastice di roccia asfaltica, bitume ed aggregati litici calcarei di appropriata granulometria, dovrà presentare i requisiti di cui alla norma UNI 5654 ed in particolare contenuto di bitume non inferiore all'11%, punto di rammolimento 60 ÷ 80 °C, prova di scorrimento ed impermeabilità all'acqua positiva; il bitume dovrà avere solubilità del 99% min. e penetrazione a 25 °C tra 20 ed 80 dmm. Per le altre caratteristiche si rinvia alla norma citata.

### Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche

Gli olii asfaltici da impiegarsi nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo saranno di tipo diverso in rapporto alle polveri con cui verranno impiegati ed in rapporto anche alla stagione: tipo "A" per la stagione invernale e tipo "B" per quella estiva. In ogni caso gli olii dovranno presentare un contenuto in acqua non superiore allo 0,50%, in fenoli non superiore al 4%.

### 60.23.3 Carta feltro

Composta da una mescolanza appropriata di fibre tessili naturali (animali, vegetali), sintetiche e minerali, non collate e con alto potere assorbente, dovrà soddisfare le prescrizioni della norma UNI 3682. Potrà essere richiesta nel tipo "C" (160, 180, 220, 260, 315, 450) o nel tipo "R" (224, 280, 333, 400, 450), la sigla numerica corrispondendo alla massa areica ( $\pm 5\%$ ). Per la fornitura la carta presenterà superficie regolare senza difetti di sorta.

### 60.23.4 Membrane prefabbricate

Per le membrane in argomento si farà riferimento alla specifica normativa UNI, più avanti riportata; in subordine, alle caratteristiche dichiarate dai fabbricanti accreditati presso l'IGLAE ed accettate dalla Direzione Lavori. Per l'identificazione le membrane saranno suddivise in quattro categorie fondamentali:

- membrane a base bituminosa, con impiego di bitume ossidato;
- membrane a base di bitume-polimero, con impiego sia di plastomeri (es. polipropilene atattico APP), sia di elastomeri (es. stirene butadiene stirene SBS);
- membrane a base plastomerica (es. polivinilcloruro PVC);
- membrane a base elastomerica (es. etilene propilene diene EPDM).

La classificazione (e la relativa designazione) sarà effettuata secondo la norma UNI 8818 con il criterio seguente: composizione della massa impermeabilizzante; tipologia del materiale di armatura; tipologia del materiale di finitura sulla faccia superiore e su quella inferiore. Valgono le norme:

- **UNI 8629/1** - Membrane per impermeabilizzazione delle coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività.
- **UNI 8898/1** - Membrane polimeriche per opere di impermeabilizzazione. Terminologia, classificazione e significatività delle caratteristiche.

In base all'impiego le membrane saranno individuate con simboli letterari da "A" ad "E" secondo la norma UNI 8629/1 superiormente riportata. Le prove e le determinazioni per l'accettazione delle membrane saranno effettuate secondo le norme UNI 8202, da 8202/02 a 8202/35.

#### Supporto in veli di fibre di vetro

Sarà costituito da veli, preferibilmente armati con fili di vetro. Il collante (resina o altro), non dovrà presentare alcuna dispersione nel bitume e dovrà essere insensibile ai solventi (solfuro di carbonio).

I veli avranno massa areica non inferiore a 40 g/m<sup>2</sup>, fibre con diametro nominale di 10 ÷ 18 micron, carico di rottura a trazione non inferiore a 10N/cm. I supporti dovranno comunque rispettare la normativa UNI 6825 (prescrizioni e metodi di prova) nonché per le definizioni, le tolleranze e le determinazioni le UNI 5958, 6266, 6484, 6537, 6539 e 6540.

#### Membrane a base di carte feltro e vetro veli bitumati

Designate in codice con lettere alfabetiche, le prime da "A" a "C", le seconde da "D" ad "H" secondo composizione e finitura, saranno conformi per caratteristiche dimensionali, resistenza meccanica e resistenza termica alle prescrizioni della norma UNI 9168.

#### Membrane a base di bitume ossidato fillerizzato

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione di cui al punto 4 della norma UNI 8629-7 e della norma UNI 8629-8.

#### Membrane a base di bitume-polimero plastomeric

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione di cui al punto 4 delle norme UNI 8629-2 e della norma UNI 8629-5.

#### Membrane a base di bitume-polimero elastomerico

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629.3.

#### Membrane a base plastomerica in polivinilcloruro

Nelle varie formulazioni, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della norma UNI 8629-6.

#### Membrane a base elastomerica

Per i tipi etilene-propilene-diene e isoprene-isobutilene, dovranno rispondere ai limiti di accettazione riportati al punto 4 della seguente norma:

- **UNI 8629/4** - Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per i tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta.

### **60.24 Materiali per pavimentazione**

I materiali per pavimentazione ed in particolare pianelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per la terminologia e la classificazione dei pavimenti lapidei si farà riferimento alla UNI 9379

#### 60.24.1 Mattonelle, marmette e pietrini di cemento

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

Si prescrive tassativamente che per ogni superficie omogenea da pavimentare, a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori, gli elementi di pavimentazione dovranno essere di aspetto, colore, dimensioni, grado di ruvidezza e spessore assolutamente uniformi, e recare sul retro il marchio del produttore; ogni confezione dovrà riportare le indicazioni generali e le caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto. Gli elementi dovranno essere sempre delle fabbriche più note, della prima scelta commerciale, e, qualora il Direttore dei lavori lo ordini per iscritto, potranno essere della seconda scelta con l'applicazione di un coefficiente, al prezzo di quelle di prima, pari a 0,70.

1° Mattonelle, marmette e pietrini di cemento. - Le mattonelle, le marmette e di pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione, a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani: non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi. Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm 7. Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo. I pietrini avranno uno spessore

complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

2° Pietrini e mattonelle di terracotta greificate. - Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificate per tutto intero lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana. Dovranno rispondere alle U.N.I. 6506-69. Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensioni che saranno richieste alla Direzione dei lavori.

3° Graniglia per pavimenti alla veneziana. - La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.

4° Pezzami per pavimenti a bollettonato. - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm, di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

5° Pavimenti in masselli di calcestruzzo. - Saranno utilizzati prevalentemente all'esterno, e risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87. Il massello sarà a doppio strato, autobloccante e realizzato mediante stampaggio multiplo in calcestruzzo pressovibrato, di dimensioni approssimative mm 220x370, con spessore di mm 60-70, potranno essere utilizzate, a discrezione del Direttore dei lavori, anche misure diverse, come ad esempio cm 20x340. L'impasto dello strato superficiale sarà a base di quarzo, colorato con pigmenti di ossidi di ferro.

6° Mattonelle d'asfalto. - Composte di polvere d'asfalto naturale arricchita di bitume, di fibrette di armatura e pigmenti naturali, compresse in forme a 250 ÷ 300 atm e riscaldate a 150 °C, dovranno avere forme perfettamente regolari, spigoli vivi, massa volumica non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup> e resistenza all'impronta di 0,5 ÷ 0,6 mm.

7° Pavimenti resilienti (gomma). Qualunque fosse il tipo di materiale impiegato, tali pavimenti dovranno essere resistenti all'usura e al deterioramento, nonché all'acqua, ai detersivi, alle cere e alle normali sollecitazioni meccaniche; dovranno inoltre risultare resistenti al fuoco, autoestinguenti e atossici. I colori dovranno risultare stabili alla luce, uniformi e continui nell'intero spessore.

Sia per i prodotti civili che per quelli industriali sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 1816, 1817 e 12199.

## 60.25 Materiali per opere di sistemazione a verde

### Terra:

La materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scorticato di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 0,80. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente, esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

### Concimi:

I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

### Materiale vivaistico:

Il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

### Semi:

per il seme l'impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna «buona semente» e l'impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

### Zolle:

Queste dovranno provenire dallo scorticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della Achillea millefolium, della Plantago sp.pl., della Salvia pratensis, della Bellis perennis, del Ranunculus sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui Rumex sp.pl., Artemisia sp.pl., Catex sp.pl. e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse

zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione, dei terreni argillosi.

**Paletti di castagno per ancoraggio viminate:**

Dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

**Verghe di salice:**

Le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricacco di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm.2,5.

**Talee di salice:**

Le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea*, e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

## **60.26 Geotessile e prodotti affini**

Le norme di prodotto, già armonizzate ai fini del CPR n.305/2011, riguardano i requisiti per geotessili e prodotti affini in funzione della specifica destinazione d'uso (filtrazione, separazione, rinforzo o drenaggio in strade ed aree soggette a traffico, costruzioni di terra, fondazioni, strutture di sostegno, opere di controllo dell'erosione, canali, discariche per rifiuti solidi o rifiuti liquidi, ferrovie, sistemi drenanti, bacini e dighe, gallerie e strutture in sotterraneo). Le norme sono citate ufficialmente come norme armonizzate nel DPR 7 aprile 2004.

Per ciascuna destinazione d'impiego, a seconda della funzione del geotessile o prodotto affine, le norme armonizzate fanno riferimento a specifici metodi di prova:

- **UNI EN ISO 9864** Geotessili e prodotti affini - Determinazione della massa areica.
- **UNI EN ISO 9863-1** Geotessili e prodotti affini - Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli.
- **UNI EN ISO 13433** Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)
- **UNI EN ISO 12236** Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)
- **UNI EN ISO 10319** Geotessili - Prova di trazione a banda larga.
- **UNI EN ISO 11058** Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico
- **UNI EN ISO 12958** Geotessili e prodotti affini - Determinazione della capacità drenante nel piano
- **UNI EN ISO 12956** Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica
- **UNI EN ISO 10321** Geotessili - Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.
- **UNI EN ISO 13427** Geotessili e prodotti affini - Simulazione del danneggiamento dovuto ad abrasione (prova del blocco scorrevole in moto alternato)
- **UNI EN ISO 13431** Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a trazione (tensile creep) e comportamento a rottura (creep rupture)
- **UNI EN ISO 10320** Geotessili e prodotti affini - Identificazione in situ
- **UNI EN ISO 13437** Geotessili e prodotti affini - Metodo per la messa in opera ed il prelievo dei campioni nel terreno e per l'esecuzione delle prove di laboratorio sui provini
- **UNI EN 13719** Geotessili e prodotti affini - Determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera
- **UNI EN 12224** Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici
- **UNI EN 12477** Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza all'idrolisi in acqua
- **UNI EN 12225** Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento
- **UNI EN 13249** Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)

- **UNI EN 13251** Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno
- **UNI EN 13252** Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti
- **UNI EN 15381** Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle pavimentazioni e nelle coperture di asfalto

#### Geotessile

Il telo geotessile sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

1. con fibre a filo continuo mediante agugliatura meccanica;
2. con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
3. con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

#### **GEOTESSILE BIASSIALE (resistenza 120 kN/m) DI RINFORZO, SEPARAZIONE E FILTRAZIONE DEI TERRENI**

Il geotessile tessuto di rinforzo dei terreni sarà realizzato in fibre di poliestere ad elevato modulo. La resistenza minima a trazione (direzione longitudinale e trasversale) senza tolleranza a breve termine del geotessile dovrà essere non inferiore a 120 kN/m, testati secondo la norma UNI EN ISO 10319.

cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 10% in entrambe le direzioni.

Tali valori dovranno essere confermati dalle certificazioni del prodotto: marcatura CE, Dichiarazione di Prestazione (DoP) e relative certificazioni (sulla base del sistema di verifica di costanza della prestazione) ai sensi del CPR n.305/2011.

È facoltà della D.L. verificare a campione le caratteristiche dichiarate tutti i campioni di geotessile.

La resistenza caratteristica a trazione nella direzione longitudinale ed in quella trasversale, ridotta per effetto della deformazione viscosa (creep) a 114 anni, dovrà essere non inferiore a 79,0 kN/m. Il geotessile sottoposto al 50% della tensione nominale (60,0 kN/m) dovrà avere una deformazione a breve termine non superiore al 5,0%, mentre la deformazione per effetto del creep, differenza tra la deformazione a breve termine e quella a 114 anni, non dovrà superare il 1,5%. Per la dimostrazione di quanto sopra, il produttore dovrà presentare una certificazione emessa da un istituto accreditato indipendente che riporti le curve isocrone della geotessile fino alla durata di 114 anni (1.000.000 di ore).

La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di 7·10-3 m/s (UNI EN ISO 11058).

Ogni rotolo dovrà avere un'etichetta identificativa secondo la norma UNI EN ISO 10320 con relativo codice del lotto di produzione del materiale fornito.

Unitamente al prodotto, il fornitore dovrà presentare un certificato di prova di trazione, rilasciato da un laboratorio accreditato per i geosintetici e basato su 5 campioni secondo la normativa UNI EN ISO 10319, per ogni lotto di produzione fornito. In mancanza di questi certificati, l'impresa appaltante dovrà far eseguire da un laboratorio accreditato, con le stesse modalità, le prove di trazione su campioni prelevati in cantiere dietro indicazione ed in presenza della Direzione Lavori.

Il prelievo e l'onere delle prove saranno a carico dell'impresa appaltante, che dovrà mettere a disposizione i mezzi necessari ed il personale idoneo ad effettuare tali operazioni. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

Il materiale dovrà essere marcato CE in conformità alla normativa europea ed il produttore dovrà possedere la certificazione EN ISO 9001:2008.

Il geotessile tessuto dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori: l'impresa - ai fini dell'accettazione - dovrà presentare alla D.L. le certificazioni richieste per la rispondenza ai requisiti minimi, pena ritiro immediato del materiale dal cantiere e, se si rendesse necessario, demolizione delle opere costruite a totale carico ed onere dell'impresa.

#### Geogriglie

La griglia sarà realizzata con fibre di poliestere ad elevato modulo, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti. Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

Le geogriglie per il rinforzo degli strati bituminosi potranno essere di diverse tipologie.

#### **GEOGRIGLIE BIASSIALI IDONEE AD IMPIEGHI NEI CONGLOMERATI BITUMINOSI SULLE SUPERFICI SCARIFICATE**

Le geogriglie composite per il rinforzo dei conglomerati bituminosi saranno flessibili e devono essere idonee ad essere all'impiego su superfici scarificate.

La griglia di rinforzo dovrà essere realizzata in fibre di polivinilalcool ad elevato modulo e basso creep ed essere saldamente accoppiata ad un geotessile non tessuto ultraleggero in polipropilene, avente peso unitario non superiore a 30gr/

m2. Il non tessuto non dovrà presentare cuciture all'interno della maglia della griglia per evitare ostacoli che impediscono l'incastro tra gli strati bituminosi: a tale fine la resistenza al punzonamento del non-tessuto sul prodotto finito non dovrà essere maggiore di 0,14 kN secondo la norma NF G 38-019.

La griglia composita dovrà essere fornita e posata in accordo con le indicazioni progettuali e le istruzioni di posa fornite dal produttore.

La sovrapposizione minima è di circa 15 cm longitudinalmente e di circa 25 cm all'estremità del rotolo.

La griglia dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Resistenza a trazione minima (long./trasv):  $\geq 50/50$  kN/m (EN ISO 10.319)
- Deformazione massima a 50 kN/m (long./trasv):  $\leq 6/6\%$  (EN ISO 10.319)
- Tensione al 3% di allungamento (long./trasv):  $\geq 22/22$  kN/m (EN ISO 10.319)
- Resistenza griglia a temperature di posa:  $\geq 190^\circ$  C
- Dimensione della maglia: 40x40 mm

In terreni con valori di pH compresi tra 4 e 12, la geogriglia non dovrà subire alcuna riduzione della resistenza alla trazione. Tale caratteristica dovrà essere supportata da opportuni certificati di prova.

Il produttore dovrà presentare marcatura CE, Dichiarazione di Prestazione (DoP), Certificazione di costanza della prestazione oltre ai certificati di prova di trazione, rilasciati da laboratorio accreditato per i geosintetici secondo la normativa UNI EN ISO 10319, per ogni lotto di produzione fornito.

In mancanza, è onere dell'impresa appaltante far eseguire da un laboratorio accreditato, con le modalità di cui alla noerma suddetta, le prove di trazione su campioni prelevati in cantiere dietro indicazione ed in presenza della Direzione Lavori per la prima fornitura di materiale fino a 5.000 m<sup>2</sup>. Il prelievo e l'onere delle prove saranno a carico dell'impresa appaltante, che dovrà mettere a disposizione i mezzi necessari ed il personale idoneo ad effettuare tali operazioni.

La documentazione di "dichiarazione" e "certificazione" dovrà essere fornita dal produttore, che dovrà possedere certificazione EN ISO 9001:2000, e risultare anche dai Documenti Di Trasporto.

Ogni rotolo dovrà avere un'etichetta identificativa secondo la norma UNI EN ISO 10320 con relativo codice del lotto di produzione del materiale fornito.

La griglia composita dovrà comunque essere approvata dalla Direzione Lavori, alla quale l'impresa dovrà presentare le certificazioni richieste per avallare la rispondenza ai requisiti minimi, pena ritiro immediato del materiale dal cantiere e, se si rendesse necessario, demolizione delle opere costruite a totale carico ed onere dell'impresa.

## **GEOGRIGLIE BIASSIALI IDONEE PER APPLICAZIONI SU SUPERFICI IRREGOLARI**

Questa tipologia di geogriglia, avente la finalità di rinforzo dei conglomerati bituminosi, dovrà essere idonea per applicazioni su superfici irregolari, che presentino anche scanalature risultanti dalle operazioni di scarifica, su misto cementato, calcestruzzo o altre superfici irregolari.

La griglia composita per il rinforzo dei conglomerati bituminosi dovrà essere flessibile, realizzata in fibre di polivinilalcool ad elevato modulo e basso creep, saldamente accoppiata ad un geotessile non tessuto in polipropilene, avente peso unitario di circa 130 gr/m<sup>2</sup>. La griglia composita dovrà essere impregnata superiormente con emulsione bituminosa, fornita e posata in accordo con le indicazioni progettuali e le istruzioni di posa fornite dal produttore.

La sovrapposizione minima è di circa 15 cm longitudinalmente e di circa 25 cm all'estremità del rotolo.

La griglia dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Resistenza a trazione minima (long./trasv):  $\geq 50/50$  kN/m (EN ISO 10.319)
- Deformazione massima a 50 kN/m (long./trasv):  $\leq 6/6\%$  (EN ISO 10.319)
- Tensione al 3% di allungamento (long./trasv):  $\geq 22/22$  kN/m (EN ISO 10.319)
- Resistenza residua a danneggiamento meccanico:  $\geq 95\%$  (EN ISO 10.722)
- Resistenza al calore della griglia senza cambiare le caratteristiche fisiche: fino a 190° C
- Capacità di assorbimento del bitume del non tessuto: 1,8 kg/m<sup>2</sup> (EN 15.381)
- Dimensione della maglia: 40x40 mm

In ambienti alcalini, come le pavimentazioni in cemento, aventi valori di pH tra 11 e 12,5 le fibre della griglia non dovranno subire alcuna riduzione della resistenza alla trazione. Tale caratteristica dovrà essere supportata da idonei certificati di prova.

Il produttore dovrà presentare marcatura CE, Dichiarazione di Prestazione (DoP), Certificazione di costanza della prestazione oltre ai certificati di prova di trazione, rilasciati da laboratorio accreditato per i geosintetici secondo la normativa UNI EN ISO 10319, per ogni lotto di produzione fornito.

In mancanza, è onere dell'impresa appaltante far eseguire da un laboratorio accreditato, con le modalità di cui alla noerma suddetta, le prove di trazione su campioni prelevati in cantiere dietro indicazione ed in presenza della Direzione

Lavori per la prima fornitura di materiale fino a 5.000 m<sup>2</sup>. Il prelievo e l'onere delle prove saranno a carico dell'impresa appaltante, che dovrà mettere a disposizione i mezzi necessari ed il personale idoneo ad effettuare tali operazioni.

La documentazione di "dichiarazione" e "certificazione" dovrà essere fornita dal produttore, che dovrà possedere certificazione EN ISO 9001:2000, e risultare anche dai Documenti Di Trasporto.

Ogni rotolo dovrà avere un'etichetta identificativa secondo la norma UNI EN ISO 10320 con relativo codice del lotto di produzione del materiale fornito.

La griglia composita dovrà comunque essere approvata dalla Direzione Lavori, alla quale l'impresa dovrà presentare le certificazioni richieste per avallare la rispondenza ai requisiti minimi, pena ritiro immediato del materiale dal cantiere e, se si rendesse necessario, demolizione delle opere costruite a totale carico ed onere dell'impresa.

#### Biotessile

La rete sarà costituita da fibre biodegradabili naturali ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con capacità di assorbimento dell'acqua, durata e resistenza a trazione

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

#### **60.27 Prodotti verniciati, pitture, vernici e smalti**

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggiamenti non disperdibili, peli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditta produttrice e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

##### 60.27.1 Prodotti per tinteggiature - idropitture

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente.

##### Latte di calce.

Sarà preparato con perfetta diluizione in acqua di grassello di calce grassa con non meno di sei mesi di stagionatura; la calce dovrà essere perfettamente spenta. Non sarà ammesso l'impiego di calce idrata.

##### Idropitture a base di cemento.

Saranno preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%. La preparazione della miscela dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni della Ditta produttrice e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

##### Idropitture a base di silicati.

Dette anche "pitture minerali", saranno ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (legante di silicato di potassio) polveri di caolino, talco e pigmenti vari. Verranno fornite in prodotto preconfezionato e saranno accompagnate da documento di qualificazione.

##### Idropitture a base di resine sintetiche.

Ottenute con l'uso di veicoli leganti quali l'acetato di polivinile e la resina acrilica (emulsioni, dispersioni, copolimeri), saranno distinte in base all'impiego come di seguito:

*a) - Idropittura per interno:* l'idropittura non dovrà presentare distacchi o rammollimenti, né alterazioni di colore

*b) - Idropittura per esterno:* In aggiunta alle caratteristiche riportate alla lett. *a*), dovrà risultare particolarmente resistente agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovrà presentare facilità d'impiego e limitata sedimentazione.

## 60.27.2 Pitture

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto né tra le vernici trasparenti e gli smalti.

Di norma saranno costituite da un *legante*, da un *solvente* (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un *pigmento* (corpo opacizzante e colorante)

### Pitture a olio

Pitture essiccati per ossidazione, nelle quali cioè la polimerizzazione avviene per forte assorbimento di ossigeno atmosferico con l'addizione di opportuni siccativi innestati in dosi adeguate.

### Pitture oleosintetiche

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti.

Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.

### Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- **UNI 9863** - Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamiento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- **UNI 9864** - Idem per ambiente marino od industriale. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- **UNI 9865** - Idem per ambiente misto.
- **UNI 9866** - Prodotti vernicianti. Pitture di fondo. Zincati organici ad alto contenuto di zinco metallico. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- **UNI 9867** - Idem per zincati inorganici.
- **UNI 9868** - Prodotti vernicianti. Pitture di finitura su supporto di acciaio per ogni tipo di ambiente con essiccamiento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.

## 60.27.3 Vernici

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flatting grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.

## 60.27.4 Smalti

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle diverse formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonamento, anticolanti, ecc.).

Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi *per interno* e *per esterno*.

Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata, nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

## 60.28 Segnaletica stradale

### 60.28.1 Segnaletica verticale

#### Cartelli

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni)<sup>68</sup>.

<sup>68</sup> V. il D.P.R. 26 aprile 1993, n. 147, il D. Lgs. 10 settembre 1993, n. 360, la Legge 29 ottobre 1993, n. 427, la Legge 4 gennaio 1994, n. 19, il D.L. 17 maggio 1996, n. 270; il D.P.R. 16 settembre 1996, n. 610; il D.L. 4 ottobre 1996, n. 517 (conv. in Legge n. 611/96); il D.Lgs. 15 gennaio 2002, n. 9, ecc.

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni.

I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scatolatura dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco.

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di prescrizione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulle superfici della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi e ancoranti per la successiva verniciatura.

I sostegni saranno in ferro del tipo tubolare o ad arco nelle misure idonee al segnale; potranno essere forniti o messi in opera, a richiesta della D.L., sia sostegni trattati previa fosfatizzazione del grezzo con una mano di antiruggine e due mani di vernice a smalto colore grigio, sia sostegni trattati con idonea zincatura a caldo.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

#### Pellicole retroriflettenti.

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il *"Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali"*<sup>69</sup>.

In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di *adesività, di flessibilità, di resistenza all'invecchiamento accelerato, alla nebbia salina, all'impatto, al calore*, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo non asportabile. L'adesivo potrà essere del tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale.

Inoltre nel certificato di conformità dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per isimboli.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.

<sup>69</sup> Integrato e modificato con D.M. 11 luglio 2000 (G.U. n. 234/2000).

#### Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente – sistema CIE illuminante A, temperatura di colore  $T_c$  2856 K) per ogni metro quadro di pellicola.

#### Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa.

#### Utilizzo obbligatorio di determinate pellicole

A norma dell'art.79 c.12 del DPR n.495 del 16/12/1992 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada", l'utilizzo di pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto dallo stesso DPR n.495/1992 e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali permanenti di preavviso e di direzione.

Resta salva la facoltà della D.L. di ordinare l'utilizzo della pellicola di classe 2 anche per gli altri segnali per i quali si ravvisi le condizioni di cui al comma 11 del medesimo articolo 79 del DPR n.495/92 sopra citato.

#### Frangiluce

I pannelli frangiluce per barriera metallica, comunque costituiti, saranno del tipo omologato, composti da un pannello di plastica sagomato, scatolato e fessurato per consentire la resistenza al vento, su cui sono incastonati a caldo catadiottri.

Saranno completi ed inclusi nel prezzo: attacco per frangiluce su guard-rail, completo di staffa apposita e bulloneria varia per lo staffaggio, oltre apposita staffa in acciaio zincato, in ferro o con gambo per il perfetto aggancio alla barriera provvisto di certificazione di cui alla norma ISO 8256:1990 (prova di impatto) e certificazione ISO 4892-2 (prova di invecchiamento artificiale).

Ai sensi di quanto previsto dal D.Lgs n. 106/2017 e dal CPR n.305/2011, i prodotti forniti dovranno possedere marcatura CE e disporre della DoP riferite alle norme UNI EN 12676-1:2004 e UNI EN 12676-2:2002. Tale documentazione dovrà essere consegnata alla D.L. prima della fornitura per l'accettazione della stessa.

Per ottenere la completa schermatura dei raggi luminosi incidenti, l'installazione dovrà avvenire in conformità alle norme UNI EN 12676-1:2004 e UNI EN 12676-2:2002: in particolare l'interasse fra gli elementi schermanti dipenderà dalla larghezza degli elementi stessi. L'altezza è normalmente intesa di 90cm: tale valore potrà essere modificato solamente se le verifiche di rispondenza alle norme suddette – in base alle condizioni planoaltimetriche - confermano tale possibilità.

Il montaggio dovrà avvenire in modo tale che l'azione del vento non pregiudichi la stabilità degli elementi frangiluce e che non venga modificato il fattore di trasmissione della barriera frangiluce stessa. A tal proposito dovrà essere fornito il manuale d'uso e manutenzione.

Il colore del pannello e dei catadiottri sarà a scelta della D.L.

#### 60.28.2 Segnaletica orizzontale

##### Materiale elasto-plastico.

Il materiale in laminato elasto-plastico per segnaletica stradale orizzontale, che sarà fornito in rotoli di diverse altezze, nei colori bianco, o giallo, nonché in lettere per diciture a terra e frecce nelle varie misure, dovrà essere elastico, resistente agli urti all'azione del freddo e del caldo, alle dilatazioni e ai movimenti del fondo stradale e plastico perché automodellante alla conformazione del fondo, non si dovrà spaccare né crepare in superficie per rigidità o scarsa adesione; deve essere idoneo alla sua applicazione sulla pavimentazione stradale con collante a due componenti, il fissa polvere e l'avvitatore.

I laminati stessi dovranno possedere i sotto elencati requisiti:

- spessore dei segnali posti in opera compresi tra 1,5 e mm 3;
- rifrangenza e visibilità diurna, entro i limiti di seguito indicati;
- indeformabilità agli agenti atmosferici comprese le variazioni termiche;
- non infiammabilità;
- perfetta adesione al suolo;
- antiscivolosità sia nei riguardi dei pedoni che dei veicoli di qualsiasi tipo e in qualsiasi condizione di tempo;
- rifiuto dello sporco che, pertanto, dovrà eliminarsi automaticamente in occasione della pioggia;
- assenza di riflessi speculari;
- per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle particelle antisdruciollo e delle microsfere, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con speciali resine.

##### Vernice spartitraffico rifrangente

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute

nella vernice dovranno essere incolori e dovranno avere un diametro compreso tra 66 ÷ 200 micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

- **UNI EN 1436** - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

#### Caratteristiche generali

La vernice deve essere del tipo rifrangente premiscelata e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo l'essiccameto e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sulla pavimentazione stradale, la striscia orizzontale dello spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli sotto l'azione della luce dei fari.

Deve essere già pronta per l'uso ad eccezione di minima diluizione col solvente indicato dalla Ditta, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

L'Impresa rimetterà descrizione impegnativa delle caratteristiche della vernice rifrangente.

#### Condizioni di stabilità

Per la vernice rifrangente il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio. Il veicolo, o liquido portante, deve essere del tipo oleo resinoso con parte resinosa sintetica con rapporto olio resina di 1 e 4. Il fornitore dovrà indicare i solventi contenuti nella vernice. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, applicata su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere corrente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq./Kg. (Federal Test Method Standards n.141 method 4121: applicando uno spessore di film umido di 300 micron su un supporto a bande bianche e nere, il rapporto di contrasto non deve risultare inferiore a 0,98). Il peso specifico della vernice non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25°C. (ASTM-D 1475).

#### Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria di diametro maggiore del raggio delle sfere stesse, di forma sferica, e non saldate insieme per almeno il 90% del peso totale.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore al 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersione con luce al tungsteno. Le sfere di vetro dovranno resistere all'acqua, agli acidi ed al cloruro di calcio in soluzione.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 35%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria:

Setaccio A.S.T.M.	% in peso
Perline passanti per il setaccio n. 70	100%
Perline passanti per il setaccio n. 140	15-55%
Perline passanti per il setaccio n. 230	0-10%

#### Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente, piena ed uniforme, della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 5% in peso (6% in peso nel periodo invernale data la notevole viscosità della vernice alle basse temperature) e comunque la percentuale indicata dalla ditta fornitrice di cui all'art. 6.

#### Tempo di essiccameto

La vernice, quando applicata a mezzo delle normali macchine, spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,100 per ml. di striscia larga cm 12 o Kg 0,125 per ml di striscia larga cm 15 ed alla temperatura dell'aria compresa tra 15°C. e 40°C. e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente entro 60 minuti dall'applicazione, trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

### Viscosità

La vernice, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le macchine traccialinee; tale consistenza, misurata allo Stormer Viscosimeter a 25°C., espressa in unità Krebs sarà compresa fra 70 e 90 (ASTM-D562).

### Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essicciamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, accertato mediante opportuna attrezzatura. Il colore dovrà conservarsi nel tempo, dopo l'applicazione e l'accertamento di tale conservazione, che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante nel tempo di validità del contratto e dovrà determinarsi con opportuno metodo di Laboratorio.

### Residuo non volatile totale

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 65% ed il 75% in peso.

### Contenuto del pigmento

Il contenuto in biossido di titanio non dovrà essere inferiore al 12% in peso.

### Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo, insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

### Prove di rugosità su strada

Le prove di rugosità dovranno essere eseguite su stese nuove, in un periodo tra il 10° e il 30° giorno dell'inizio del traffico sulla strada interessata.

Le misure saranno effettuate con apparecchio SKID tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previsto dal R.R.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non verniciata nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pittura; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

### Certificato di origine della vernice e tolleranze ammesse

L'impiego di vernice effettuato, a fronte del presente Capitolato, dovrà essere accompagnato da una dichiarazione delle seguenti caratteristiche rilasciata dal produttore:

- a) peso per litro a 25°C.
- b) tempo di essiccazione.
- c) viscosità.
- d) percentuale di pigmento.
- e) percentuale di non volatile.
- f) peso del biossido di titanio per litro di vernice bianca .
- g) percentuale in peso delle sfere di vetro, gradazione e percentuale di sfere rotonde.
- h) tipo, quantità di solvente da usarsi per diluire nell'impiego della vernice, e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali, la vernice verrà rifiutata:

- a) peso per litro: kg. 0.03 in più od in meno di quanto indicati nell'art. 6, paragrafo b) ultimo capoverso;
- b) viscosità: intervallo di 5 unità krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro i limiti indicati nell'art. 6, paragrafo f).

Nessuna tolleranza è invece ammessa per i requisiti prescritti per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

## **CAPO VI - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

### **FASE PRELIMINARE AI LAVORI**

#### **Art. 61 – Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti**

##### **61.1 Rilievi**

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 30 giorni dalla consegna. In difetto, i dati piano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, si applica quanto specificato nella parte I del presente Capitolato.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

##### **61.2 Capisaldi**

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo.

Qualora i capisaldi non esistessero già in situ, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo quanto indicato dalla D.L. e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno essere ben visibili ed identificabili.

L'impresa dovrà inoltre fornire alla D.L. un apposito libretto corredata di tutte le informazioni utili per l'identificazione (fotografie, coordinate, etc..).

##### **61.3 Tracciati**

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

## **SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE**

#### **Art. 62 – Demolizioni e rimozioni**

##### **62.1 Generalità**

###### **62.1.1 Tecnica operativa – Responsabilità**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accettare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisionali, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

L'Impresa è tenuta a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale.

Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale, mentre nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di fabbricati, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

###### **62.1.2 Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i..

###### **62.1.3 Accorgimenti e protezioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati eventuali tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma del D.Lgs.81/08, Allegato XXXIX - Valori limite biologici obbligatori e procedure di sorveglianza sanitaria - Piombo e suoi composti ionici.

#### **62.1.4 Limiti di demolizione**

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

#### **62.1.5 Smaltimento**

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, al più presto, essere trasportati a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e nel rispetto delle normative vigenti in materia.

Il raggruppamento del materiale prima della raccolta e trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

#### **62.1.6 Diritti dell'Amministrazione**

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto, immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree indicate dalla DL, dei materiali utilizzabili e il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

### **62.2 Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

Nei casi di demolizioni parziali della pavimentazione si dovrà procedere al taglio dei bordi della zona da demolire allo scopo di non danneggiare le zone limitrofe.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela, impedendo danneggiamenti della struttura del corpo stradale, senza compromettere la continuità del transito veicolare che deve essere costantemente garantito, salvo quanto diversamente disposto, in condizioni di sicurezza a cura e spese dell'Impresa.

La fresatura della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta su automezzi.

In via eccezionale, secondo la discrezione e il giudizio insindacabile della D.L., potrà essere autorizzato l'impiego di attrezzature alternative quali ripper, escavatori, demolitori ecc..

Le attrezzature dovranno essere tutte perfettamente funzionanti ed efficienti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni preventivamente approvate dalla D.L. che ha facoltà di richiederne la sostituzione, durante il corso dei lavori, qualora non più rispondenti alle caratteristiche approvate, anche quando la granulometria del materiale di risulta sia idonea per il reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie su cui si interviene, salvo il caso di demolizione integrale della sovrastruttura, dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti e priva di polveri o materiali lapidei scolti, mediante spazzolatura ed aspirazione meccanica, nonché priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione delle nuove stese di materiale da porre in opera.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L..

Qualora questi risultassero inadeguati e comunque differenti in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al D.L. che potrà autorizzare la modifica delle quote di fresatura, senza questo parere, le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro; in ogni caso il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Il rilievo dei nuovi spessori verrà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali e dovrà essere effettuato in contraddittorio. Le pareti dei tagli dovranno risultare perfettamente verticali, con andamento longitudinale rettilineo ed esente da sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, il piano fresato e le pareti dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti, e uniformemente rivestiti da una mano d'attacco in legante bituminoso.

## Art. 63 – Scavi in genere ed opere di contenimento

### 63.1 Generalità

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al D.M. 17 Gennaio 2018 (Norme Tecniche per le costruzioni), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni legislative in vigore.<sup>70</sup>

#### 63.1.1 Trasporto e allontanamento materiali di scavo

Per la gestione delle terre e rocce da scavo vige la disciplina di cui al D.Lgs. 152/2006 e DPR n.120 del 13/06/2017; se nel progetto è presente il Piano di Utilizzo previsto dall'art.9 del DPR, quanto in esso contenuto e stabilito diviene vincolante per la conduzione del cantiere.

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili ai sensi delle suddette norme, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previe le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere in luogo tale da non procurare danni o provocare intralci al traffico e comunque nel rispetto della disciplina delle norme sopra citate.

Al fine della loro tracciabilità, i materiali da scavo che saranno trasportati dal sito di produzione al sito di deposito temporaneo e/o al sito definitivo esterno al cantiere, dovranno essere accompagnati da un Documento di Trasporto (DdT) che deve riportare necessariamente le seguenti informazioni:

- la data del trasporto;
- il quantitativo trasportato;
- il sito di provenienza e destinazione;
- le caratteristiche merceologiche;
- che nell'esecuzione dei lavori di scavo non sono state o non saranno utilizzate sostanze inquinanti;
- che l'utilizzo avviene senza trasformazioni preliminari;
- gli estremi dell'autorizzazione del progetto di utilizzo;

<sup>70</sup> Secondo l'art. 186 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo per rinterri, riempimenti, rilevati e macinati *"non costituiscono rifiuti* (e sono perciò esclusi dalla parte quarta del decreto) *solo nel caso in cui anche quando contaminati durante il ciclo produttivo da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di escavazione, perforazione e costruzione, siano utilizzati senza trasformazioni preliminari secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere dell'Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA), sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto di cui al comma 3 dello stesso art. 186.*

- che nel materiale da scavo la concentrazione di inquinanti non è superiore ai limiti vigenti con riferimento anche al sito di destinazione.

Se le terre e rocce da scavo sono qualificate come sottoprodotto, il Documento di trasporto è conforme all'allegato 7 del DPR n.120/2017, secondo quanto indicato all'art. 6 dello stesso.

La documentazione dovrà essere predisposta in triplice copia, una per l'esecutore, una per il trasportatore e una per il destinatario e conservata, dai predetti soggetti, per cinque anni e resa disponibile, in qualunque momento, all'Autorità di controllo che ne faccia richiesta. Qualora il proponente e l'esecutore siano diversi, una quarta copia della documentazione deve essere conservata presso il proponente.

Una volta completato il trasporto, il DdT sarà conservato in originale dal responsabile del sito di utilizzo e in copia dal produttore, dal proponente e responsabile del trasporto.

In caso ricorrono i presupposti, ai sensi delle vigenti normative, l'appaltatore (in quanto soggetto che attua il piano di utilizzo) dovrà inviare ad ARPAT e al comune del luogo di produzione, la Dichiarazione di Utilizzo ai sensi dell'art.21 del DPR 120/2017, conformemente all'allegato 6. La dichiarazione va inviata almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo.

Entro il termine di validità del Piano di Utilizzo o della Dichiarazione, l'esecutore deve inviare la Dichiarazione di avvenuto utilizzo ai sensi dell'art.7, con il modulo di cui all'allegato 8 del medesimo DPR. La dichiarazione va inviata all'Autorità, ad ARPA competente per il sito di destinazione, ai comuni del sito di produzione e del sito di destinazione.

### 63.1.2 Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in situ. Le terre verranno classificate secondo la norma UNI 11531-1:2014<sup>71</sup> "Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture" (ex CNR UNI 10006/02 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre").

Classificazione generale	Terre ghiaccio-sabbiose						Terre fimo-agilose				Torbe e terre organiche palustri					
	Frazione passante alb stacco 0,075 UNI 2332 ≤ 35%			Frazione passante alb stacco 0,075 UNI 2332 >35%			A4		A5		A6		A7			
Gruppo	A1		A3	A2				A4		A5		A6		A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7							A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica																
Frazione passante alb stacco																
2 UNI 2332 %	≤50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,4 UNI 2332 %	≤30	≤50	>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	
Caratteristiche della frazione passante alb stacco 0,4 UNI 2332																
Limite liquido																
Indice di plasticità																
≤6	-	N.P.	-	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	>40	>40	
≤10				≤10	≤10 max.	>10	>10	≤10	>10	≤10	>10	≤10	>10	(IP ≤ LL - 30)	(IP > LL - 30)	
Indice di gruppo	0	0	0	≤4	≤8	≤12	≤16	≤20								
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o agilosa	Limpi poco compatti	Limpi fortemente compatti	Argille poco compatti	Argille fortemente compatti	Argille fortemente compatti	Argille fortemente compatti	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre						
Qualità portanti quale terreno di sottolodo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente								Da scaricare come sottolodo				
Azione del gelo sulla qualità portante del terreno di sottolodo	Nessuna o lieve	Media	Molto elevata	Media	Elevata	Molto elevata										
Ritiro o rigonfiamento	Nullo	Nullo o lieve	Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato										
Permeabilità	Elevata	Media o scarsa	Scarsa o nulla													

In alternativa, ove richiesto, verranno classificate secondo la UNI EN ISO 14688-1 (Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione) e classificate sulla base della parte 2a della stessa norma.

### 63.2 Smacchiamento

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere, preliminarmente, al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.

<sup>71</sup> La norma contiene istruzioni utili per l'applicazione in Italia delle UNI EN ISO 14688, UNI EN 13242, UNI EN 13285 e fornisce ragguagli sulla classificazione delle terre, sulla designazione degli aggregati e delle loro miscele non legate e sui criteri per la verifica di conformità. La norma indica i valori di riferimento per le caratteristiche tecniche in relazione a ciascuna destinazione d'impiego

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

### 63.3 Scotico

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde. L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

Le terre ad alto contenuto organico, in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono di norma essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

### 63.4 Bonifiche

Qualora nel progetto siano previsti ulteriori approfondimenti dovuti a scarse qualità meccaniche e granulometriche di sedime oltre gli ordinari 30 cm di scotico, la movimentazione verrà compensata come scavo di sbancamento

Il materiale in sostituzione di quello asportato dovrà avere caratteristiche conformi a quanto previsto per i rilevati. In alternativa, si può adottare un adeguato trattamento di stabilizzazione.

L'opportunità di realizzare questo tipo di lavorazione sarà valutata sulla base di un'analisi geotecnica del problema, che ne dimostri la necessità. Qualora si rendesse necessaria la realizzazione di tale strato è indispensabile definire, sempre mediante una analisi geotecnica, le caratteristiche dimensionali dell'intervento (spessore ed estensione).

### 63.5 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%, gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelle per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi<sup>72</sup>.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che, pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

<sup>72</sup> Tali che consentano comunque l'accesso e la movimentazione di mezzi idonei alla natura e consistenza delle materie da scavare.

## 63.6 Scavi di fondazione

### 63.6.1 Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

### 63.6.2 Modo di esecuzione

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza<sup>73</sup>.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate<sup>74</sup>.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugini.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

### 63.6.3 Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

### 63.6.4 Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggrottamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

### 63.6.5 Scavi subacquei

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

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

<sup>73</sup> Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

<sup>74</sup> Fa eccezione il caso in cui, per profondità di fondazione eccedente la portata degli ordinari mezzi di scavo, sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi.

Ove situazioni contingenti e formalmente riconosciute non consentissero lo scavo a pareti verticali o nella sagoma di progetto, la Direzione Lavori adotterà le opportune varianti.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

#### 63.6.6 Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla o con palancolate tipo "Larsen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

#### 63.6.7 Paratie subalvee

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema prescritto o approvato dalla Direzione Lavori. Sarà cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile alla stessa Direzione i disegni costruttivi, di precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati. Il tutto nel rispetto delle disposizioni vigenti.

#### 63.6.8 Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

### **63.7 Scavi per acquedotti e fognature**

I cavi entro i quali si poseranno le tubazioni dovranno avere il fondo regolarmente spianato affinché i tubi gli si appoggino in tutta la loro lunghezza.

I cavi dovranno avere la profondità precisa stabilita nei rispettivi profili o quella che verrà fissata all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori comunque non inferiore a m. 0,60, misurati sulla generatrice superiore della tubazione.

Nei punti ove cadono i giunti dei tubi, si faranno delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente tutte le operazioni relative alla posa dei tubi e alla esecuzione dei giunti.

Nel pareggiamiento delle materie fuori dei cavi, si dovranno tenere separate quelle terrose e scegliere quelle che eventualmente dovranno poi essere riversate e buttate sul fianco del tubo e per almeno cm. 15 al di sopra del medesimo per difenderlo dalle rotture e rincalzarlo solidamente.

Nei tratti di cavo ricadenti per tutta la loro altezza nella roccia, le materie scelte necessarie per costruire il primo strato a protezione del tubo verranno fornite da cave di prestito senza speciale compenso oltre a quello stabilito per gli scavi per la posa in condotta.

Gli scavi da eseguire entro gli abitati o comunque in prossimità di abitazioni, dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da dare il minor disturbo ai privati e non interrompere il transito dei veicoli sulle strade.

L'Impresa dovrà provvedere ai necessari puntellamenti, ripari o sbadacchi ed ai passaggi provvisori con tavole od altro per assicurare la libera circolazione dei pedoni in piena sicurezza e l'accesso alle case fronteggianti.

In ogni modo, l'Impresa prima di procedere agli scavi per la condutture dovrà accertarsi dello stato delle fondazioni dei fabbricati latitanti sospendendo ogni lavoro quando dette fondazioni non siano in buone condizioni e si possano temere danni in occasione dell'esecuzione dei detti scavi. In tali casi l'Impresa ne informerà immediatamente la Direzione Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e frattanto essa Impresa dovrà provvedere d'urgenza ai puntellamenti e a quanto altro necessario per evitare danni.

I prezzi degli scavi per le condotte resteranno invariati anche se si dovesse modificare in tutto od in parte il tracciato delle condotte stesse.

In tali prezzi sono compresi lo spianamento del fondo, la formazione delle nicchie e buche in corrispondenza dei giunti, l'eventuale taglio degli alberi ed arbusti e della sterpaglia della striscia ove ricadono gli scavi, lo sgombero delle materie che eventualmente franassero nei cavi prima del collocamento dei tubi, gli eventuali esaurimenti di acqua comunque provenienti e comunque eseguiti sia durante l'esecuzione dei cavi che durante la posa in atto delle tubazioni e ove previsto, il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eccedenti al riempimento.

E' vietato all'Appaltatore sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature ed alla posa dei tubi prima che la Direzione lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione; lo scavo che si fosse fatto all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate sino al piano naturale e primitivo.

Per quanto riguarda i materiali di risulta provenienti dagli scavi, vale quanto specificato per il trasporto e la movimentazione dei materiali discavo.

### 63.8 Interventi di contenimento degli scavi

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti.

In ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima. Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare a suo carico le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Qualora l'Impresa ritenga necessario variare le dimensioni delle opere finalizzate alla sicurezza, fatta salva l'approvazione dell'Ufficio Direzione Lavori, gli oneri derivanti da tale variazione saranno a completo carico dell'Impresa.

## FORMAZIONE CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE

### Art. 64 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale

#### 64.1 Piano di posa dei rilevati

Prima di dare inizio alla formazione dei rilevati si procederà ai lavori necessari per aumentare la portanza del terreno mediante compattamento del piano di posa fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 20, il 90% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Sono a carico dell'Impresa, oltre gli oneri per l'umidificazione od essiccamento delle terre, anche il maggior volume di rilevato corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto del compattamento.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_d$ , determinato con piastra da 30 cm di diametro secondo la norma CNR 146/92. Il valore di  $M_d$ , misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a :

- 15 N/mm<sup>2</sup> (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti) quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è maggiore di 2,0 m;
- 20 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza tra il piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è compresa tra 1,0 m e 2,0 m;
- 30 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza tra il piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è compresa tra 0,50 m e 1,0 m;
- per distanze inferiori a 0,50 m tra il piano di posa del rilevato e il piano di appoggio della sovrastruttura stradale si applicano i requisiti richiesti per il piano di posa della fondazione.

Qualora la superficie del terreno non dovesse venire intaccata, tutte le buche dei ceppi od altre depressioni analoghe dovranno venire colmate con materiale terreo e compattate prima della costruzione dei rilevati.

Quando la base dei suddetti rilevati ricada sulla scarpata del rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

#### 64.2 Piano di posa della fondazione stradale

Nei tratti in trincea o comunque in scavo verrà predisposto un piano d'appoggio della fondazione stradale secondo i profili di progetto. Detto piano verrà realizzato mediante compattamento fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 30, il 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_d$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà tenere conto dell'abbassamento della quota del terreno a seguito della costipazione del terreno stesso, fermo restando che qualora il piano d'appoggio compattato dovesse risultare più basso di quello previsto in progetto il corrispondente maggior spessore dello strato della fondazione stradale sarà a totale carico e spese dell'Impresa.

#### 64.3 Preparazione della massicciata esistente

Nei tratti in cui il piano di posa del rilevato o della fondazione stradale ricadrà sulla massicciata della strada esistente, la superficie di quest'ultima dovrà essere scarificata per una profondità di 10/30 cm. o comunque tale da garantire la maggiore adesione possibile tra il vecchio ed il nuovo materiale.

### Art. 65 – Strati anticapillari

Si definiscono strati anticapillari quegli strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Vengono utilizzati in modo che assicurino la protezione da infiltrazioni e contaminazioni di materiali fini limi ed argille e che interrompano la risalita capillare di acqua specie in zone soggette a gelo.

Gli strati anticapillari in materiale granulare, con spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, possono essere costituiti da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino) o da materiali frantumati o riciclati con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante allo staccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante allo staccio 0,063 mm non superiore al 3%.

Nel materiale devono essere del tutto assenti componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera, con un numero minimo di tre prove. Non sono ammessi scostamenti dei valori dei passanti ai setacci rispetto a quelli previsti.

Successivamente si procederà alla rullatura con rulli statici o dinamici lisci o gommati di peso non inferiore alle 8 tonnellate fino a completa compattazione.

Sul piano di appoggio del rilevato, in associazione allo strato granulare anticapillare, può essere posto uno strato di geotessile non tessuto fornito in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego con le seguenti caratteristiche minime:

- 100% polipropilene a filo continuo, R.m.t. 9 >KN/mt agglomerato mediante il sistema dell'agugliatura meccanica, stabilizzato ai raggi UV con esclusione di collanti, resine, altri additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura.

Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, resistente agli agenti chimici, alle cementazioni naturali, imputriscibile ed atossico, avere buona resistenza alle alte temperature e dovrà comunque essere isotropo.

- Massa aerica > 125 gr./mq
- Resistenza al punzonamento > 1400 N.
- Resistenza minima a trazione >9 KN/mt
- Deformazione a rottura max 30%
- Permeabilità verticale 120-130 lt/mq x sec.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso laboratori di fiducia dell'Amministrazione, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

Il piano di stesa del geotessile deve risultare perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

Inoltre, i teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

### Art. 66 – Materiali per rilevati

#### 66.1 Rilevati stradali

Per la formazione dei rilevati si potrà ricorrere ad approvvigionamento da cave o all'utilizzo di materiale riciclato, in questo caso si fa riferimento al relativo articolo di questo Capitolato Speciale d'Appalto "Rilevati eseguiti con materiali riciclati"

Qualora si ricorra a materiale proveniente da cave saranno ammesse soltanto le terre appartenenti ai gruppi A1-A2/4-A2/5-A3 della classifica UNI 11531-1:2014<sup>75</sup> (ex CNR UNI 10006/02 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre") o in alternativa, ove richiesto, secondo la UNI EN ISO 14688-1-2.

Per l'ultimo strato di cm 30, che costituirà il piano di posa della fondazione, il materiale potrà appartenere ai soli gruppi A1, A2/4, A2/5.

<sup>75</sup> La norma contiene istruzioni utili per l'applicazione in Italia delle UNI EN ISO 14688, UNI EN 13242, UNI EN 13285 e fornisce ragguagli sulla classificazione delle terre, sulla designazione degli aggregati e delle loro miscele non legate e sui criteri per la verifica di conformità. La norma indica i valori di riferimento per le caratteristiche tecniche in relazione a ciascuna destinazione d'impiego.

Il materiale potrà provenire da cave aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché i materiali da esse prelevati siano costantemente idonei, come dovrà risultare dalla verifiche che la D.L. si riserva di fare eseguire in qualsiasi momento, e purché vengano rispettate le vigenti disposizioni in materia.

I materiali impiegati devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo. Le terre che presentano un contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

Le terre da impiegare nella formazione dei rilevati dovranno preventivamente sottoposte a prove di laboratorio per la loro classificazione secondo norme CNR UNI, determinandone inoltre, la densità secca (Proctor modificata), l'umidità ottima, il CBR saturo ed il tenore di sostanze organiche.

## 66.2 Rilevati arginali

I materiali impiegati devono avere le caratteristiche fisiche e meccaniche adeguate alle arginature, ed in particolare saranno di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6, A-7-6), con indice di plasticità inferiore a 25 e con contenuto di sabbia non inferiore al 15% per terreni tipo A-6, mentre con contenuto di sabbia non superiore al 50% per terreni di tipo A-4 (classificazione UNI 11531-1:2014); il coefficiente di permeabilità dovrà rispettare la seguente prescrizione  $K \leq 10-7 \text{ m/sec}$ .

Non si dovranno utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

I terreni di cui sopra potranno essere reperiti nei seguenti modi:

- da cave di prestito regolarmente autorizzate o attivate per questo lavoro specifico, secondo le vigenti disposizioni di legge;
- dagli scavi eseguiti nell'ambito del cantiere

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

## Art. 67 – Stabilizzazione delle terre con calce e/o cemento

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

## 67.1 Caratteristiche delle terre da stabilizzare

La stabilizzazione si esegue sulle terre che presentano le seguenti caratteristiche:

- Granulometria: la terra da stabilizzare può presentare qualsiasi granulometria, a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente in campo prova.
- Indice di plasticità: tale parametro, determinato secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-12, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.
- Contenuto di sostanze organiche: il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.
- Contenuto di solfati: il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e sulfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%, mentre in nessun caso, possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.
- Determinazione del consumo iniziale di calce: il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'2.5%.
- Contenuto di nitrati: il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%.
- Valore di blu di metilene (VB): per essere accettabile una terra deve presentare un valore di blu VB  $>200 \text{ cm}^3$ , determinato in conformità alla norma UNI EN 933-9. Il terreno, comunque, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura.

## 67.2 Leganti

### Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi
- calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi .

(L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m<sup>2</sup> o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m<sup>3</sup>).

Nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento, è preferibile utilizzare la calce viva macinata, grazie al suo effetto essiccante

#### Cemento

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland, pozzolanici o d'alto forno del tipo 32.5.

#### Acqua

Eventuale acqua di apporto

### **67.3 Progetto delle miscele**

Nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni, è compito dell'Impresa,:;

- produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati;
- realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento.

Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori, i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

Il progetto delle miscele comprende prove di carattere generale riguardanti l'identificazione dei terreni e dei leganti di apporto e prove specifiche dipendenti dall'obiettivo del trattamento per la determinazione delle formule di dosaggio. Le prove di carattere generale riguardano, in particolare:

- per i terreni: la determinazione della granulometria, dei limiti di consistenza, del contenuto di acqua naturale, dell'eventuale presenza di sostanze organiche nonché della natura mineralogica;
- per i leganti: l'accertamento dei requisiti per essi richiesti (per le calci essenzialmente la granulometria ed il tenore in calce libera). I leganti devono provenire, per quanto possibile, dagli stessi impianti di quelli che si prevede di utilizzare in corso d'opera.

#### 67.3.1 Utilizzazione in rilevato

In questo caso, le prove specifiche di dosaggio sono riferite alle proprietà che assicurino buone condizioni di posa in opera per le miscele: lavorabilità, compattabilità e sufficiente portanza immediatamente dopo costipamento, al fine di ottenere un supporto di rigidezza conveniente nella costruzione degli strati successivi.

Per esaminare la lavorabilità si deve eseguire lo studio delle variazioni dei limiti di consistenza in funzione del dosaggio in calce. Per soddisfare questo requisito occorre che il dosaggio in calce sia non inferiore a quello minimo, aumentando il quale non si hanno significative variazioni del limite di plasticità delle miscele. Per quanto riguarda la portanza, occorre ottenere sulle miscele un indice CBR immediato(\*) maggiore di:

- CBR = 10, per la stabilizzazione di terreni costituenti il piano d'appoggio del rilevato;
- CBR = 15, per gli strati di rilevato.

I dosaggi così determinati possono essere aumentati per tenere conto delle alee costruttive (spandimento, miscelazione, attese prima del costipamento), o per ridurre più energicamente il tenore in acqua del terreno in presenza di umidità naturali elevate.

(\*) Indice CBR determinato subito dopo il confezionamento dei provini, senza preventiva immersione in acqua, compattando le miscele ad energia prossima a quella dell'AASHTO standard, secondo la norma SN 670320b (5 strati, 12 colpi per strato, pestello del peso di 4,54 Kg, altezza di caduta 45,7 cm.)

#### 67.3.2 Utilizzazione in strati di sottofondo

Oltre ai requisiti richiesti per l'impiego in rilevato, in questo caso si deve tenere conto anche delle sollecitazioni trasmesse dalla pavimentazione durante l'esercizio e delle azioni dell'acqua e del gelo.

Le miscele, compattate come descritto nella nota (\*), devono presentare un indice di portanza CBR, dopo immersione di 4 giorni in acqua, maggiore di 25, al fine di garantire la necessaria portanza a breve termine.

La tenuta all'imbibizione va valutata, invece, rapportando la resistenza allo schiacciamento di provini cilindrici che nell'ultima parte del periodo di maturazione sono immersi per 7 giorni in acqua (  $R(x+7i)$  ) rispetto a quella di provini di pari età maturati per tutto il periodo di stagionatura in condizioni protette (  $R(x+7)$  ).

La resistenza all'azione dell'acqua può giudicarsi acquisita allorché detto rapporto risulta:

$$R(x+7i)/R(x+7) > 0.8$$

Per valutare la resistenza al gelo, dopo un periodo di maturazione in condizioni protette, in modo tale che il campione non perda umidità, i provini vengono immersi un giorno in acqua a 20°C e, successivamente, sottoposti a 13 cicli di gelo-disgelo (16 ore di gelo a -5°C, 8 ore di disgelo a +20°C). La resistenza all'azione del gelo è ritenuta soddisfacente, se risulta:

$$R(x+71+13g)/R(x+14i) > 0.8$$

#### 67.4 Modalità di esecuzione dei lavori

E' preferibile che i processi di fabbricazione delle miscele si svolgano nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non presenta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre, nella formazione di rilevati, bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo distabilizzazione.

In genere, il trattamento prevede le seguenti fasi operative:

- scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (non superiore a 30 cm);
- frantumazione delle zolle con erpici a disco oppure con frese (pulvimer), per rendere la superficie sufficientemente regolare, prima dello spandimento della calce;
- eventuale apporto d'acqua, qualora fosse necessario aumentare l'umidità della terra;
- spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa. Fino a quando la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante non sia stata completamente miscelata, potrà essere attraversata solo dai mezzi adibiti alla miscelazione. Le spanditrici devono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento: il quantitativo di calce, necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 2% in peso rispetto alla massa di terra da trattare;
- miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimer), o con erpici a dischi, che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato. Dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità dipenderà il numero di passate. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, fino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm per le bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati, di 30 mm per gli strati di rilevato e di 20 mm per gli strati di sottofondo. Nel caso di miscele per strati di rilevato si deve, inoltre, verificare che l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, risulti passante al staccio con apertura di 5 mm.

La compattazione del materiale trattato deve essere eseguita evitando attese eccessive che portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele.

Pertanto, l'Impresa non dovrà porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate devono essere allontanate a cura e spese dell'Impresa.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici. Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto fino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto. Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata devono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreni naturale e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7°C.

#### 67.5 Controlli di esecuzione

Il controllo in corso d'opera del dosaggio in calce viene eseguito sia valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, sia verificando lo spessore dello strato interessato dal trattamento mediante aste metalliche. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 1000 m<sup>3</sup> di miscela. La dimensione massima della zolle e la bontà della miscelazione vengono valutate mediante staccatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata viene valutata mediante l'esame della colorazione delle miscele ed, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato a differenti profondità. Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 2.000 m<sup>3</sup> di materiale trattato. L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

A discrezione della Direzione dei Lavori, sugli strati finiti possono essere effettuati prove con piastra per valutare il modulo di deformazione  $M_d$  o prove di deflessione, operando con mezzi ad elevato rendimento, che consentano la determinazione

del modulo elastico dinamico (Med): in questi casi, i valori di riferimento devono essere quelli stabiliti nel corso delle prove preliminari di campo, tenuto conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele.

## Art. 68 – Formazione dei rilevati

### 68.1 Formazione rilevati stradali

Prima di iniziare la formazione dei rilevati, l'Impresa dovrà ottenere dalla D.L. l'approvazione della preparazione del piano di posa dei rilevati stessi, dimostrando, a mezzo delle prove eseguite da un laboratorio riconosciuto, l'avvenuta ottemperanza a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale d'Appalto in riferimento a "Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale".

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata da erbe, canne, radici, e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato, in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed alla potenza e peso dei mezzi costipanti usati, in ogni caso non dovrà superare i cm. 30 di spessore sciolto e verrà stesa con la pendenza necessaria, non inferiore al 2%, ma mai superiore al 4%, onde permettere un rapido smaltimento delle acque piovane.

Qualora nella formazione del rilevato venissero impiegati materiali rocciosi o trovanti, dovranno essere stesi a strati ben livellati, disposti con la pendenza necessaria al rapido smaltimento delle acque piovane, ma non superiore al 4%, lo spessore di ogni singolo strato non potrà superare comunque i 30 cm. I materiali di più grande pezzatura verranno collocati negli strati inferiori del rilevato e nella parte inferiore di ogni singolo strato, in modo da ottenere una regolare variazione nella granulometria, procedendo dal basso verso l'alto. I vuoti esistenti tra blocco e blocco dovranno essere riempiti accuratamente con elementi più piccoli, così da ottenere per ogni strato finito una massa bene assestata, compatta e solida. Lo strato dello spessore di 30 cm. sottostante lo strato di fondazione della sovrastruttura, dovrà essere composto da detriti di dimensione non superiore ai 10 cm.

Nel caso in cui il materiale sia costituito da elementi rocciosi frammati a terra, la D.L. potrà consentire l'impiego per la formazione del rilevato a patto che gli elementi rocciosi vengano uniformemente distribuiti nella massa, e gli interstizi riempiti con materiale più minuto così da costituire strati bene assestati, densi e compatti.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alteranze di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei tipi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione di cui alla Norma UNI 11531-1/2014. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolareggiato delle lavorazioni, da presentare a cura dell'Impresa Appaltatrice, indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedersi la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali (appartenenti ad uno dei gruppi prima citati) per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

Ogni singolo strato di materiale di rilevato dovrà venire umidificato o aereato fino ad un tenore di umidità ottimo, uniforme, suscettibile di garantire il massimo costipamento, prima di venire accuratamente costipato con attrezzature approvate dalla D.L.

L'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di massa volumica, di portanza e prestazionali richiesti per gli strati finiti, nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea (rulli lisci statici, rulli lisci vibranti, rulli gommati, rulli a piedi costipanti) ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO Mod. (CNR B.U. n.69/78). L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata, per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare, secondo le modalità previste nel piano particolareggiato delle lavorazioni.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fimo e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi devono rispettare le condizioni stabilite nel suddetto programma. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa. Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

L'impiego di mezzi costipanti dovrà conferire ai singoli strati di terra un valore della densità secca uguale o superiore al 90% della densità massima AASHO modificata. Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento e di umidità richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo.

Per gli ultimi cm. 30 di rilevato, che dovranno direttamente sopportare lo strato di fondazione, si dovrà ottenere, prima che abbia inizio la stesa dello strato stesso, una densità secca non inferiore al 95% della densità massima AASHO modificata.

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di deformazione  $M_d$ , secondo la norma CNR 146/92 e determinato con piastra di cm 30 di diametro, il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento è quello specificato al precedente punto 64.2.

Per i terreni medi e scadenti l'umidità di costipamento verrà fissata di volta in volta dalla D.L. con particolare riferimento al limite di ritiro per le masse o gli strati che possono facilmente subire l'azione dannosa degli agenti atmosferici.

Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiore le migliori terre disponibili.

Nei riempimenti di cavi o canali che rimanessero a tergo o di fianco ai manufatti, il materiale da rilevato sarà costituito da materie scelte, silicee o ghiaiose, verrà posto in opera con particolare cura in strati successivi (circa 15 cm.) e costipato con attrezzo meccanico idoneo fino ad ottenere in ogni caso il 95% della densità massima AASHO modificata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere epurato delle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Nella formazione del rilevato si dovrà procedere in modo che, a lavoro ultimato, la sagoma e le livellette altimetriche risultino conformi ai disegni ed alle quote stabilite dal progetto.

L'Impresa dovrà fornire alla D.L. ogni mc. 5000 di rilevato in opera i risultati delle prove in situ relative alla umidità, densità, C.B.R., modulo di deformazione etc, risultati che dovranno essere conformi a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e che la D.L. potrà controllare in qualsiasi momento lo ritenga opportuno.

La sistematica e tempestiva protezione delle scarpate deve essere garantita mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore che andrà sistemato a strisce orizzontali e sarà opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si devono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

Si dovrà ripetere la semina fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

L'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese, qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Per tale scopo, le superfici, ben livellate e compattate, devono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%.

Qualora nei rilevati si dovessero verificare dei cedimenti differenziali dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre, lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati. In questo caso, si dovranno ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

In corrispondenza del piano di posa della fondazione stradale, qualora previsto dal progetto, dovrà essere posto un geotessile non tessuto con le seguenti caratteristiche:

- 100% polipropilene a filo continuo, R.m.t. 15 >KN/mt agglomerato mediante il sistema dell'agghiatura meccanica, stabilizzato ai raggi UV con esclusione di collanti, resine, altri additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura.

Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, resistente agli agenti chimici, alle cementazioni naturali, imputriscibile ed atossico, avere buona resistenza alle alte temperature e dovrà comunque essere isotropo.

- Massa aerica > 200 gr./mq
- Resistenza al punzonamento > 2000 N.
- Resistenza minima a trazione > 15 KN/mt
- Deformazione a rottura max 30%
- Permeabilità verticale 70 - 80 lt/mq x sec.

## 68.2 Formazione rilevati arginali

Le porzioni di rilevato arginale da realizzare in aderenza alla strada, saranno realizzate con materiale di cui all'art. 66.1, in ogni caso il valore massimo del coefficiente di permeabilità dovrà essere inferiore a  $K \leq 10-7 \text{ m/s}$ .

Campioni significativi di terreno saranno sottoposti preventivamente ad analisi di laboratorio per definire le proprietà indici e l'umidità ottima Proctor corrispondente alla massima densità ottenibile sotto una certa energia di costipamento (prova AASHO).

In particolare dovranno essere scelti ed utilizzati materiali poco suscettibili a fenomeni di rigonfiamento e ritiro.

Il materiale sarà steso per strati successivi di piccolo o medio spessore (20÷30 cm), adeguatamente costipati, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima AASHO modificata. Nel caso di utilizzo di rulli lisci particolare cura deve essere posta al contatto tra uno strato e l'altro, con l'erpicatura e/o rippatura della sommità dello strato rullato prima della stesa dello strato successivo.

Successivamente verranno effettuati controlli delle caratteristiche del terreno costipato mediante prove di densità in situ e di umidità, prove di permeabilità con permeametro a pozetto o permeametro di Boutwell, oltre ad eventuali prove di carico su piastra.

Il rilevato sarà completato con un rivestimento di terreno vegetale di una ventina di cm di spessore adeguatamente compattato e subito inseminato con essenze erbacee di rapido attecchimento e sviluppato apparato radicale. Il piano di posa della parte arginale dovrà essere sufficientemente approfondito rispetto al piano di campagna al fine di evitare fenomeni di filtrazione vicino al piano di posa del rilevato stradale e scorimenti della stessa porzione di rilevato arginale. Tutte le analisi suddette saranno a carico dell'Appaltatore

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente capitolo.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità) e l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. È totale onere dell'impresa l'installazione di non meno di n.3 assistimetri profondi, di n.3 piezometri e di n.3 inclinometri, mediante i quali sarà possibile controllare il grado di assestamento dei diversi strati, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione. L'Impresa dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per tre sezioni significative a scelta della D.L. nei punti più significativi del corpo del rilevato.

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre. Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Impresa è tenuta a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa è obbligata, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Impresa dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

## Art. 69 – Modalità di esecuzione di scarpate in rilevato e in scavo

Le scarpate dei rilevati avranno l'inclinazione indicata nelle sagome di progetto oppure quelle di diversa inclinazione che risulterà necessaria in sede esecutiva, in relazione alla natura e consistenza dei materiali coi quali saranno formati i rilevati.

Altrettanto dicasì per le scarpate previste o che risulterà necessario in sede esecutiva di assegnare, per i tratti da tagliare in trincea o a mezza costa.

Resta comunque rigorosamente stabilito che ogni variazione da apportare al progetto con riferimento alle scarpate dovrà essere prescritta di volta in volta mediante regolari ordini di servizio.

Pertanto, mentre l'Impresa resta obbligata a provvedere agli ulteriori tagli che le venissero ordinati per raggiungere l'inclinazione ritenuta più opportuna in sede esecutiva, anche se questa inclinazione fosse minore di quella eventualmente prevista in progetto, senza che essa possa accampare diritti o pretese di compensi oltre il pagamento dei maggiori tagli ordinati coi prezzi di Elenco relativi, nessuna liquidazione quantitativa e quindi nessun pagamento le verrà fatto per maggiori scavi che essa avesse eseguito arbitrariamente, senza ulteriore e diverso ordine scritto della D.L. oltre la linea di inclinazione delle scarpate prevista in progetto oppure fissata in sede esecutiva.

## Art. 70 – Massicci in terra rinforzata

Si ottengono inserendo, fra gli strati di un rilevato, elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc..).

Il rilevato in terra rinforzata sarà realizzato con paramento a vista inclinato rispetto all'orizzontale, costituito da strati alternati di geogriglia d'armatura e di terre fornite a piè d'opera con idonee caratteristiche geomeccaniche. La scarpata di tale manufatto sarà contenuta da un cassero di guida e di appoggio in rete metallica elettrosaldata e da una stuoa in fibre vegetali e/o sintetiche in grado di contenere il terreno e trattenere la semina che, germinando, renderà il paramento in vista completamente vegetato.

La compattazione di detti materiali deve rispettare quanto previsto per ciò che concerne i rilevati.

### Geogriglie

Posa in opera di geogriglie monoassiale adatta per il rinforzo dei terreni, costituita da nastri estrusi di poliestere altamente orientati. Non saranno consentiti rinforzi di tipo tessuto di nessun genere. Le geogriglie monorientate saranno costituite da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, biologica e fisica e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo. La geogriglia deve garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno. La geogriglia deve essere risvoltata sulla facciata, all'interno dei casseri guida, senza essere collegata in alcun modo a questi ultimi.

La scelta della geogriglia monorientata di rinforzo è determinata progettualmente in funzione dell'altezza del rilevato da realizzare e delle caratteristiche geomeccaniche delle terre da utilizzare. Riferendosi alla previsione progettuale le caratteristiche tecniche della geogriglia da utilizzare sono le seguenti:

- Polimero PET;
- Allungamento medio non superiore al 6%;
- Resistenza alla deformabilità del 2% e del 5% di allungamento medio non inferiore a 68 KN/m e 121 KN/m;
- Per una durata di 120 anni la geogriglia al 5% di deformazione dovrà presentare una resistenza ultima a trazione pari o superiore al 50% della resistenza nominale;
- Resistenza a trazione (valore nominale): 200 KN/m.

### Posa in opera ed elementi costitutivi della geogriglia di progetto

1. Livellamento e compattazione del piano di posa;
2. posizionamento e fissaggio di casseri metallici opportunamente sagomati costituiti da rete metallica elettrosaldata con maglia 20 cm x 20 cm e filo F8mm e correddati di distanziatori e picchetti;
3. posa delle geogriglie monorientate di rinforzo come da specifiche di progetto lasciando temporaneamente esterna al cassero la porzione di geogriglia da risvoltare della lunghezza minima di 2 m;
4. posa in opera di geocomposito di paramento con funzione di trattenimento del terreno vegetale e base di appoggio per il substrato di rinverdimento. Costituito da telo di poliestere strutturato a maglie di mm 2 x 4 addensato con fibre di polipropilene aggrottate. E' imputrescibile, atossico, stabile agli UV, agli alcali, ai batteri, alle piogge acide, non propaga la fiamma e resiste alla bruciatura delle sterpaglie (classe V2 svizzera). Massa per unità di superficie 160 gr/m +/- 5%. Resistenza a rottura > 13 kN/m;
5. Stesa del terreno di riempimento in strati di spessore di 60 cm, stesi e compattati in duplice tornata con spessore di 30 cm fino ad una compattazione non inferiore al 95% dello standard Proctor;
6. Risvolto e fissaggio al terreno della geogriglia precedentemente tenuta esternamente al cassero;
7. ripetizione delle fasi 2 e 6 fino a completamento dell'opera;
8. idrosemina della facciata.

## Art. 71 – Rilevati eseguiti con materiali riciclati

Le miscele di materiali riciclati provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, devono rispettare i requisiti indicati nella Tabella 81.1 nel caso di aggregati da costruzione e demolizione, ovvero nella Tabella 81.2 se si tratta di inerti provenienti prevalentemente da scarti di attività industriali. Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre, per ogni lotto di materiale, la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato.

Tabella 71.1 Aggregati da costruzione e demolizione per il corpo dei rilevati

Componenti	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 25% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Contenuto di altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente*	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa

Contenuto di materiali deperibili o materiali plastici cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, sostanze organiche eccetto il bitume, residui alimentari, corrugati, tubi, parti di bottiglie in plastica, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,6% in massa
Parametri	Modalità di prova	Limiti
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 6%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1:2012	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1:2012	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	≤ 25% in massa
Dimensione massima D <sub>max</sub>	UNI EN 933-1:2012	125 mm
Trattenuto setaccio 63 mm	Frantumazione	Assenza di vuoti interni

(\*) Decreto Legislativo n.152 del 03/04/2006 e successivi aggiornamenti e integrazioni.

**Tabella 71.2 - Scarti industriali per il corpo dei rilevati**

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 1% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 4%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1:2012	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1:2012	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1:2012	≤ 25% in massa
Dimensione massima D <sub>max</sub>	UNI EN 933-1:2012	140 mm

### Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. n.72 del 05/02/98 e s.m.i. (D.M. Ambiente 9.01.2003, D.M. Ambiente 27.07.2004, D.M. Ambiente 5.04.2006, n. 186 quale adeguamento alla sentenza Corte di Giustizia Ue 7.10.2004). Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti in gesso. Pertanto tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in allegato 3 del citato D.M. 5.02.98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere < 1%, se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere < 0,5%.

### Posa in opera

Il materiale deve essere steso in strati omogenei di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi.

Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre. Il rilevato deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

### **Prove di controllo sui materiali per la formazione dei rilevati riciclati**

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

Ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale steso in opera, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico – meccanica riportati nelle tabelle precedenti.

Un prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta quando l'impiego dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m<sup>3</sup> o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dalle specifiche di Tabelle precedenti, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperite in zona.

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione  $M_d$  (C.N.R. – B.U. – A.XXVI – n. 146); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sìto, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli stati finiti.

## OPERE D'ARTE E MURATURE

### Art. 72 – Malte – Qualità e composizione

#### Generalità

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso o a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedo, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie e idrauliche saranno mescolati a secco.

La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai quantitativi stabiliti alla tabella che segue;

La Direzione potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni o in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini e le colle.

Si richiamano le seguenti norme:

- **UNI EN 998-1** - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.
- **UNI EN 998-2** - Specifica per malte per opere murarie. Malte da muratura.
- **UNI EN 934-3-4-6** - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

#### 72.1 Composizione delle malte

##### 72.1.1 Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 63.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE)<sup>76</sup>. Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm<sup>2</sup>.

TAB. 62 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm<sup>2</sup>)

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m<sup>3</sup> di inerte)

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce	Calce	Cemento	Polvere	Sabbia
			spenta in pasta	idraulica in polvere			
Malta comune	Magra per murature Grassa per murature Per opere di rifinitura Per intonaci	N.	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )
		1	0,33				1,00
		2	0,40				1,00
		3	0,50				1,00*
Malta idraulica	Magra per murature Grassa per murature Per opere di rifinitura Per intonaci	4	0,66				1,00*
		5		300			1,00
		6		400			1,00
		7		450			1,00*
Malta cementizia	Magra per murature Grassa per murature Per opere di rifinitura Per intonaci	8		550			1,00*
		9				300	1,00
		10				400	1,00
		11				500	1,00*
Malta pozzolanica	Grossa Mezzana Fina Colla di malta fina	12				600	1,00*
		13	0,20		1,00	Per murature a sacco	
		14	0,24		1,00	Per murature ordinarie	
		15	0,33		1,00	Per murature in laterizi	
Malta bastarda cementizia	Media comune Energica comune Media idraulica Energica idraulica	16	0,48		1,00	Per intonaci	
		17	0,30			100	1,00
		18	0,30			150	1,00
		19		300		100	1,00
Malta per stucchi	Normale Colla di stucco	20		200		200	1,00
		21	0,50				1,00
		22	1,00				1,00

<sup>76</sup> Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106 e Regolamento UE n.305/2011, è indicato nella presente tabella (v. punto 11.9.4 delle norme tecniche).

Per garantire la durabilità delle malte è necessario che i componenti non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose.

### 72.1.2 Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di 1 : 1 : 1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE<sup>77</sup>. Si richiamano le norme:

- **UNI 8993** - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).
- **UNI 8494** - Idem. Controllo dell'idoneità (+F. A1).

### 72.1.3 Malte per iniezioni di cavi di precompressione

Dovranno rispondere alle norme di seguito riportate:

- **UNI EN 445** - Malte per cavi di precompressione. Metodi di prova.
- **UNI EN 446** - Idem. Procedimento di iniezione della malta.
- **UNI EN 447** - Idem. Prescrizioni per malta comune.

Le malte comuni saranno composte da cemento Portland, acqua e additivi. Le caratteristiche dei materiali usati dovranno essere tali che il contenuto di cloruro della malta non superi lo 0,1% di Cl- rispetto alla massa di cemento. Non è consentito aggiungere cloruri. Il cemento dovrà essere conforme al tipo CEM I; l'acqua a quanto specificato nella UNI EN 1008; gli additivi, che potranno essere utilizzati singolarmente o in combinazione, dovranno essere conformi a quanto specificato nella norma UNI EN 934-4.

Le proprietà delle malte devono rispettare le prescrizioni di cui al punto 5 della norma UNI EN 447 con riguardo alla fluidità e all'essudamento nella condizione plastica, alla variazione di volume durante l'indurimento e alla resistenza meccanica post-indurimento.

Le malte potranno essere fornite anche come prodotto industriale, in confezioni sigillate, ed essere costituite anche da altri materiali (resine, ecc.); dovranno comunque essere prive di polvere di alluminio, coke fluido ed altri agenti che possano provocare espansione liberando idrogeno, azoto, ossigeno ed altri gas. La validità dovrà essere dimostrata mediante idonea documentazione sperimentale e certificazione.

## **Art. 73 – Conglomerati cementizi**

L'esecuzione delle singole opere dovrà corrispondere ai disegni ed ai particolari forniti dall'Amministrazione per le opere o parte di opere completamente progettate, compresi i calcoli statici redatti dall'Amministrazione e verificati dall'Impresa per mezzo di un loro tecnico di fiducia fornendo apposita documentazione prima dell'inizio dei lavori, o secondo i calcoli redatti dall'Impresa attenendosi agli schemi e disegni che compongono il progetto ed alle norme che saranno in proposito impartite dalla D.L. per le altre opere.

Sugli appositi libri di cantiere dovranno figurare le date sia dell'inizio che della fine dei getti, quella del disarmo, modalità di stagionatura e nel caso di getti eseguiti in stagione invernale, le temperature minime giornaliere misurate in cantiere.

### Generalità

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 112.

### **73.1 Calcestruzzi di malta**

#### 73.1.1 Calcestruzzo ordinario

Sarà composto da 0,45 m<sup>3</sup> di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m<sup>3</sup> di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

#### 73.1.2 Calcestruzzo ciclopico

Sarà costituito dal calcestruzzo di cui al precedente punto e da pietrame annegato, nelle rispettive proporzioni di 2/3 ed 1/3. Il pietrame dovrà sempre essere accuratamente ripulito e lavato ed avere resistenza a compressione non inferiore a 90 N/mm<sup>2</sup>. Sarà impiegato in pezzatura assortita, di dimensioni mai superiori al 25% dello spessore della muratura ed in ogni caso non superiori a 25 cm per getti di fondazione ed a 15 cm per quelli in elevazione.

<sup>77</sup> Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante la classe della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non dovesse rientrare tra quelli previsti dalla norma, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, battendo con mazzeranghe ed avendo cura che disti sempre non meno di 5 cm dalle superfici esterne della struttura.

### **73.2 Conglomerati cementizi (Calcestruzzi) normali e pesanti**

#### Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 17 Gennaio 2018 il quale, al paragrafo 11.2, richiama anche la norma UNI EN 13670-1 (Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni). In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

- **UNI EN 206-1** - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI 11104** - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma del punto 11.2.2 delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 8981-1 ÷ 7 e in particolare:

- **UNI 8981-7** - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

#### 73.2.1 Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui al punto 11.2.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 60.3 del presente Capitolato.

#### 73.2.2 Inerti – Granulometria e miscele

Oltre a quanto stabilito al punto 11.2.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 60.6.2 del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluege, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.), dovrà comunque essere sempre dichiarata – ai fini dell'accettazione – prima della fornitura.

Nei calcestruzzi a prestazione garantita (punto 6.2 UNI EN 206-1:2016) i requisiti di base saranno comunque quelli al punto 6.2.2 della UNI EN 206-1).

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo coprifero, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare, fatto salvo quanto più precisamente specificato nelle tavole di progetto, dovranno essere rispettati i seguenti criteri generali [UNI EN 1992-1-1 "Eurocodice 2"]:

- dimensione massima dell'aggregato inferiore 1/4 della dimensione minima delle membrature della struttura;
- dimensione massima dell'aggregato inferiore alla distanza tra le barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature) [8.2 UNI EN 1992-1-1 "Eurocodice 2"];
- dimensione massima dell'aggregato inferiore a 1,3 volte lo spessore del coprifero (v. UNI 8981/5).

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura.

Con riferimento alla normativa UNI 8520, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm<sup>2</sup>); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza ≤ C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

#### 73.2.3 Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 60.1 del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

### 73.2.4 Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2)<sup>78</sup>.

### 73.2.5 Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 100.5 del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore<sup>79</sup>.

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

### 73.2.6 Aggiunte

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l'utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

### 73.2.7 Composizione del conglomerato

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "mix-design" che potrà essere di tipo semplice<sup>80</sup> o complesso<sup>81</sup> a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

### 73.2.8 Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione<sup>82</sup>.

Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 80) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (a/c) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di 0,35 ÷ 0,40 per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

### 73.2.9 Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica<sup>83</sup> ed il valore di riferimento<sup>84</sup>.

<sup>78</sup> V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

<sup>79</sup> I calcestruzzi con classe di consistenza  $\geq$  S4, V4, C3 o  $\geq$  F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

<sup>80</sup> Il "mix-design" è semplice quando è necessario convertire in termini di composizione del calcestruzzo i seguenti requisiti: la resistenza caratteristica, la lavorabilità, il tipo di cemento e il diametro massimo dell'inerte.

<sup>81</sup> Il "mix-design" è complesso quando oltre ai quattro requisiti di cui alla superiore nota esistono altri requisiti quali: la durabilità, il ritiro, ecc.

<sup>82</sup> Per la precisione dell'apparecchiatura di misura v. il Prospetto X della UNI 9858. Il dosaggio dei componenti (cemento, acqua, aggregati) dovrà essere garantito con una precisione del  $\pm 3\%$ ; quello degli additivi con una precisione del  $\pm 5\%$ .

<sup>83</sup> Per il calcestruzzo normale, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2000 kg/m<sup>3</sup> e non deve superare 2600 kg/m<sup>3</sup>. Per il calcestruzzo leggero detta massa deve rientrare nei valori limiti riportati nel prospetto 9 della norma. Per il calcestruzzo pesante, la massa volumica a secco deve essere maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>. Se la massa volumica è specificata come valore di riferimento, la tolleranza applicata è di  $\pm 100$  kg/m<sup>3</sup>.

<sup>84</sup> Nella sottostante classificazione non risultano riportate la classe C 30/37 (media) e le classi C 80/95, C 90/105, C 100/115 (alta resistenza) queste ultime non prese in considerazione dal D.M. 14 settembre 2005 ma contemplate dalla UNI EN 206-1.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media				molto bassa				
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyl (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna<sup>85</sup>; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

### 73.2.10 Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegate, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

### 73.2.11 Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto  $\leq C16/20$ , dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

### 73.2.12 Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti<sup>86</sup>:

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a  $10^{-9}$  cm/s prima delle prove di gelività ed a  $10^{-8}$  cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
<b>Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
<b>Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
XC1	Asciutto o sempre bagnato	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse.
XC2	Bagnato. Di rado asciutto	Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni.
XC4	Ciclicam. asciutto o bagnato.	Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
<b>Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri.
XD2	Bagnato. Di rado asciutto	Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto o bagnato	Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
<b>Corrosione indotta da acqua di mare</b>		
XS1	Esposto a salesdine di mare	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanente sommerso	Strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Esposto a spruzzi o a marea	Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
<b>Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti</b>		
XF1	Moderata saturazione d'acqua	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo.
XF2	idem con agente disgelante	Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti.
XF3	Elevata saturaz. d'acqua	In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo.
XF4	Idem con agente disgelante	Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo e all'azione degli agenti disgelanti.
<b>Attacco chimico</b>		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

<sup>85</sup> La temperatura del calcestruzzo fresco alla consegna dovrà essere di norma non inferiore a 5 °C; temperature diverse potranno essere specificate dalla Direzione dei lavori.

<sup>86</sup> Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria e salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a compressione. Il criterio trae la sua *ratio* dalla correlazione tra impermeabilità – rapporto a/c – e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 69).

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni esposte nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni<sup>87</sup>:

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con  $D_{max}$  di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con  $D_{max}$  di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	debole	moderato	forte
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO <sub>2</sub> aggressiva (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	> 100
ioni ammonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg MG <sup>2+</sup> /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3000	3000-6000
Terreno secco	XA1	XA2	XA3
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg di terreno seccato all'aria)	2000-3000	3000-12000	> 12000

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa $U_r$ del calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		●	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65%	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
satura	0	1	1	3	3
0 = rischio trascurabile			1 = rischio modesto;		
2 = rischio medio			3 = rischio alto		
● = calcestruzzo carbonatato			■ = calcestruzzo con cloruri		

TAB. 69 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

ATTACCHI REQUISITI	Classi di esposizione																
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione della armatura indotta da cloruri				Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
		Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti		XF1		XF2		XF3		XF4		XA1	XA2	XA3	
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c		0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C28/35	C35/40	C35/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28/35	32/40	35/45		
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )		300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360		
Contenuto minimo in aria (%)													3,0				
Altri requisiti											Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati		

### 73.2.13 Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 17 Gennaio 2018, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (prelievo) conformemente alla prescrizione di cui al punto 11.2.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. Le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore.

<sup>87</sup> V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto delle miscele di calcestruzzo basato sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 70 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche le norme della serie UNI 8981 (1÷8).

Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m<sup>3</sup>, ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea<sup>88</sup>. Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup>, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).

Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale, riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo; data e ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

#### 73.2.14 Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

#### 73.2.15 Prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 31,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vébé secondo UNI EN 12350-3.

La prova di omogeneità<sup>89</sup> sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del dosaggio del cemento e dell'acqua e di resa volumetrica dell'impasto verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del contenuto d'aria sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di resistenza a compressione, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

Indipendentemente dalle prove di laboratorio convenzionali, o comunque prescritte dalle norme vigenti, la D.L. si riserva di eseguire sugli impasti tutte le prove che riterrà opportune utilizzando qualsiasi tipo di apparecchiatura da essa ritenuta adatta ai fini del controllo.

Gli oneri e le spese di tutte le suddette operazioni saranno a carico dell'Impresa.

#### 73.2.16 Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Saranno, per esempio, accettabili, a seconda della lunghezza e della durata del trasporto, le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, le pompe, i nastri trasportatori; non potranno essere ammessi agli autocarri a cassone, ribaltabili o non, gli scivoli e le canale.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova delcono.

Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri<sup>90</sup>.

<sup>88</sup> Risulta quindi un controllo di accettazione (costituito da n. 6 provini) ogni 300 m<sup>3</sup> al massimo di getto. In ogni caso, sia per il controllo di tipo A che per quelli di Tipo B, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla presente tabella, dove: R<sub>m</sub> è la resistenza media dei prelievi, R<sub>1</sub> è il valore più basso della resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>) ed s è lo scarto quadratico medio.

<sup>89</sup> La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

<sup>90</sup> Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Ove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come *non conforme* e la Direzione dei lavori assumerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

### 73.3 Calcestruzzo preconfezionato<sup>91</sup>

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il sistema di gestione della qualità del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo<sup>92</sup>.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

### 73.4 Calcestruzzi speciali

#### 73.4.1 Calcestruzzo autocompattante

Definito in acronimo SCC<sup>93</sup>, dovrà rispondere a quanto prescritto dalla seguente norma:

**UNI 11040** - Calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Il calcestruzzo sarà formulato in base ai requisiti previsti dal progetto e alle esigenze di cantiere, tenendo in considerazione i tempi di trasporto e messa in opera, le modalità di quest'ultima, i tempi di scassramento e le condizioni di stagionatura.

I requisiti di specifica riguarderanno la conformità alla norma UNI 11040, la consistenza (fluidità), la classe di resistenza, la classe di esposizione e la dimensione massima nominale dell'aggregato che, di norma, non dovrà superare il  $D_{max}$  di 25 mm<sup>94</sup>.

Il rapporto tra aggregato grosso e sabbia sarà mediamente di 1:1; il contenuto in finissimo di 500÷600 kg/m<sup>3</sup> e il rapporto acqua/finissimo di 0,31÷0,36 in massa. La fluidità necessaria sarà ottenuta a mezzo di additivi superfluidificanti. Nel caso di calcestruzzi per cui è richiesta la resistenza al gelo (classi di esposizione XF2, XF3, XF4), il tenore in aria inglobata totale del calcestruzzo fresco, valutata secondo UNI EN 12350-7, non dovrà essere minore del 4,5% in volume.

Il calcestruzzo dovrà essere qualificato. La documentazione di qualifica dovrà riportare anche la sequenza di carico dei costituenti ed i tempi di miscelazione. Per le ulteriori caratteristiche si farà riferimento alla Tab. 75.

L'immissione del calcestruzzo nei casseri a mezzo di tubazione o tramoggia, non dovrà superare un'altezza di caduta di 5 m e una distanza massima di scorrimento di 10 m. Per il riempimento di colonne, onde evitare la segregazione e l'immissione di aria, sarà opportuno il riempimento a mezzo di pompa e tubazione sul fondo, curando in ogni caso un adeguato dimensionamento dei casseri. Sarà altresì opportuno impiegare un idoneo agente disarmante.

### 73.5 Conglomerato debolmente armato o non armato

Si definisce conglomerato cementizio debolmente armato quello per il quale la percentuale di armatura nelle sezioni rette resistenti è minore dello 0,1% dell'area della sezione e la quantità media in peso di acciaio per metro cubo di conglomerato è < 0,3kN (punto 4.1.11 D.M. 17/01/2018).

<sup>91</sup> Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, il produttore dovrà fornire un documento di consegna in cui siano riportate almeno le seguenti informazioni (parte delle quali potranno essere riportate in apposito catalogo tipologico da depositarsi in cantiere): nome dell'impianto di preconfezionamento, numero del documento, giorno e ora del carico ovvero ora del primo contatto tra acqua e cemento, identificativo del veicolo di trasporto, nome e ubicazione del cantiere, riferimento all'ordine, quantità di calcestruzzo in metri cubi, dichiarazione di conformità alla UNI EN 206-1, nome o marchio dell'ente di certificazione (se previsto), ora di arrivo del calcestruzzo in cantiere, ore di inizio scarico e di fine scarico ed eventuali interventi allo scarico.

Ancora, per il calcestruzzo a prestazione garantita: classe di resistenza, classi di esposizione ambientale, classe di contenuto in cloruri, classe di consistenza o valore di riferimento, dimensione massima nominale dell'aggregato. Inoltre, se oggetto di specifica: valori limite di composizione del calcestruzzo, tipo e classe di resistenza del cemento, tipi di additivi e aggiunte, proprietà speciali.

Ancora, nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

E per il calcestruzzo a composizione richiesta: dettagli sulla composizione (es. contenuto di cemento e tipo di eventuale additivo), secondo specifica, rapporto acqua/cemento oppure consistenza, espressa come classe o valore di riferimento, dimensione massima nominale dell'aggregato.

<sup>92</sup> Si richiama il punto 11.2.8. delle "Norme Tecniche" e il punto 11.1 della Circolare n° 617 del 2 Febbraio 2009. I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato dovranno indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica. Il Direttore dei lavori acquisita, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione di controllo del processo produttivo e rifiuterà le eventuali forniture non conformi.

<sup>93</sup> Gli SCC (Self Compacting Concrete) sono calcestruzzi UNI EN 206-1 che in opera si compattano senza intervento di mezzi esterni (vibratori) per effetto della sola forza gravitazionale.

<sup>94</sup> Ulteriori requisiti potranno riguardare: la massa volumica allo stato fresco; la temperatura allo stato fresco; lo sviluppo delle resistenze; l'innalzamento termico; il tempo di utilizzo (con mantenimento delle caratteristiche di autocompattabilità); il tenore di aria inglobata.

TAB. 75 - Caratteristiche dei calcestruzzi autocompattanti e valori di accettazione

Caratteristica	Intervallo di accettazione	Metodo di prova
Fluidità	>600 mm	UNI 11041
Tempo di spandimento (per raggiungere il diametro di 500 mm)	≤ 12 s	UNI 11041
Deformabilità (tempo di efflusso dall'imbuto a V)	(4÷12) s	UNI 11042
Scorrimento confinato (attraverso l'anello a J)	$\Delta\Phi \leq 50$ mm rispetto allo scorrimento senza anello	UNI 11045
Scorrimento confinato (scatola a L)	$H2/h1 > 0,80$	UNI 11043
Scorrimento confinato (scatola a U)	$\Delta h \leq 30$ mm	uni 11044
Stabilità alla sedimentazione (imbuto a V dopo 5 min)	Valore iniziale +3 s	UNI 11042

Sia il conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura, sia quello non armato, potranno essere impiegati solo per strutture semplici. Rientrando in questa categoria anche i componenti strutturali in conglomerato cementizio e non per i quali  $R_{ck}$  è inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>. Per il resto si rinvia al punto 5.1.11 delle "Norme Tecniche".

## Art. 74 – Opere in cemento armato normale

### 74.0 Generalità

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 Gennaio 2018, decreto con il quale sono state emanate le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni", già più semplicemente citate come "Norme Tecniche", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Per le opere da realizzarsi in zona sismica, è necessario il rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e cap. 7 delle superiori norme, e dovrà inoltre essere rispettato quanto specificato nella Circolare esplicativa n. 617 del 02/02/2009 da parte del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 4.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1<sup>95</sup>.

### 74.1 Classi di qualità del conglomerato

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 65).

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica  $R_{ck} < 15$  N/mm<sup>2</sup>. Per le classi di resistenza bassa ( $15 < R_{ck} \leq 30$ ) e media ( $30 < R_{ck} \leq 55$ ) la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  sarà controllata durante la costruzione.

### 74.2 Posa in opera del conglomerato

#### 74.2.1 Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

#### 74.2.2 Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 73.2.16 Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

#### 74.2.3 Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.

#### 74.2.4 Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosato a 600 kg di cemento, dello spessore di 1÷2 cm.

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

<sup>95</sup> UNI EN 13670-1 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane senza irregolarità di sorta, e tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco. In particolare, dovrà notarsi la orizzontalità e la corrispondenza dei giunti delle tavole o dei pannelli metallici nella faccia vista dei muri di sostegno, delle spalle dei ponti o di altre opere simili. Specialmente nei muri di sostegno dovrà curarsi la ripresa orizzontale dei giunti.

Anche nell'esecuzione dei giunti di dilatazione dovranno essere eseguite tutte le regole, senza trascurare il lato estetico, particolarmente importante in questo genere di lavori.

L'onere relativo ai giunti è compreso nei prezzi unitari per cui è ad esclusivo carico dell'Impresa.

#### 74.2.5 Vibrazione del conglomerato

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratori potranno essere interni (per vibratori a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro  $40 \div 80$  cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato<sup>96</sup>.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

#### 74.2.6 Temperatura del conglomerato

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.

#### 74.2.7 Getto nella stagione fredda

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseforme. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40°C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3  $\div$  5%. Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore<sup>97</sup>.

Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 74.2.8 Getto nella stagione calda

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo

<sup>96</sup> I vibratori ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.

<sup>97</sup> Tra i provvedimenti da adottarsi deve comprendersi l'impiego di casseforme isolate termicamente.

continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30°C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

#### 74.2.9 Protezione e inumidimento – Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti date a spruzzo.

In ogni caso la stagionatura<sup>98</sup> non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab.80.

TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	a/c<0,5	Cem. 42,5 R	a/c 0,5÷0,6	Cem. 42,5 R	a/c<0,5	Cem. 32,5 R	altri casi	5	10
Temperatura calceSTRUZZO > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

#### 74.2.10 Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

### 74.3 Disarmo dei getti di conglomerato

#### Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 Rck e comunque superiore a 5 N/mm<sup>2</sup>.

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 114.2.9; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

#### 74.3.1 Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella:

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archie volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Durante la stagione fredda il tempo per lo scassramento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

### 74.4 Getti in ambienti aggressivi

In aggiunta a quanto prescritto al punto 73.2.12 del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini o in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le ulteriori seguenti prescrizioni:

- La distanza minima dell'armatura dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferro maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).

<sup>98</sup> La durata della stagionatura è legata alla velocità con la quale si raggiunge una certa impermeabilità della zona superficiale (copriferro) del conglomerato. Essa è pertanto legata allo sviluppo della resistenza dello stesso (v. prospetto 12 della UNI EN 206-1).

- Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a C25/30, sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.

#### **74.5 Acciai per conglomerati normali**

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova del presente Capitolato.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

##### **74.5.1 Regole specifiche**

Il ferro per l'armatura del calcestruzzo sarà costituito da barre di acciaio ad aderenza migliorata e dovrà avere le caratteristiche di cui al D.M. vigente al momento dell'appalto. Il diametro dei ferri non potrà essere superiore a 30 mm.

Il ferro delle armature dovrà essere esente da olio, vernici, grasso, scaglie di fucinazione e ruggine sparsa o permanente al momento della posa in opera.

La posa in opera e la legatura di qualsiasi sezione dell'armatura dovrà essere approvata dalla D.L. prima di procedere alla gettata del calcestruzzo.

##### **74.5.2 Ancoraggio delle barre**

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- Sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra<sup>99</sup>.
- Saldatura, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore.
- Manicotto filettato o presso-estruso, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

##### **74.5.3 Piegatura delle barre**

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio incrudito sono vietate le piegature a caldo.

Le barre presentanti fessure o fenditure alla piegatura saranno rifiutate.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, sul documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di avvenuta Dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il luogo ed il marchio del Centro di Trasformazione.
- dall'Attestazione 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 D.L. lo richieda, l'attestazione di cui sopra, potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

##### **74.5.4 Copriferro e interferro**

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 74.4 del presente Capitolato.

Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm<sup>100</sup>. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

#### **Art. 75 - Opere in cemento armato precompresso**

Per le opere in cemento armato precompresso dovranno essere rispettate le "Norme Tecniche" richiamate nel precedente art. 74, con particolare riferimento al paragrafo 4.1.8 delle stesse norme.

Per le malte di iniezione, oltre a richiamare quanto prescritto al punto 72.1.3, si precisa in particolare:

- la fluidità della malta dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella di entrata;

<sup>99</sup> In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo dovrà essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra dovrà essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro nella sovrapposizione) non dovrà superare 6 volte il diametro.

<sup>100</sup> Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ed almeno 4 cm.

- l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- l'impastatrice dovrà essere ad alta velocità (4000 ÷ 5000 giri/min) con velocità tangenziale minima di 14m/s.

## 75.1 Classe di qualità del conglomerato

Salvo diversa specifica, per le strutture in cemento armato precompresso non sarà ammesso l'impiego di conglomerato cementizio di classe inferiore a C25/30.

## 75.2 Regole d'esecuzione

Per quanto riguarda lo spessore di ricoprimento dell'armatura, le testate di ancoraggio, la posa e messa in opera delle barre e dei cavi, le operazioni di tiro, la protezione dei cavi, le operazioni di iniezione, ecc. dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 4.1.8.3 delle "Norme Tecniche". In particolare si prescrive:

- le superfici esterne dei cavi postesi (sistema a cavi scorrevoli) dovranno distare dalla superficie del conglomerato cementizio non meno di 30 mm; in ambiente aggressivo, tale distanza non dovrà essere inferiore a 50 mm. Nel caso di armature pretese (sistema a cavi aderenti), nella testata i trefoli dovranno essere protetti da un ricoprimento di almeno 35 mm<sup>101</sup>;
- le guaine dei cavi dovranno essere completamente stagne e le giunzioni assolutamente protette; la malta sarà sufficientemente fluida;
- l'iniezione dovrà avvenire con continuità e senza interruzioni; Non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- la malta che uscirà dagli sfiati dovrà essere analoga a quella della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria;
- le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo i casi speciali;
- dopo periodi di gelo occorrerà assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o da brina, vietandosi in ogni caso il lavaggio a vapore; in periodi di gelo le operazioni di iniezione dovranno essere opportunamente concordate con la Direzione Lavori, che potrà anche sospenderle;
- se potrà avversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisognerà riscaldare la struttura e mantenerla calda per almeno 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda sotto i 5 °C.

Gli ancoraggi e tutte le loro parti dovranno portare un marchio indelebile che ne comprovi la provenienza e la conformità ai disegni depositati presso il Servizio Tecnico Centrale dei LL.PP.

## Art. 76 - Casseforme, armature e centinature – Varo

Per l'esecuzione di tali opere provvisionali, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sovra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato

Per le superfici a finitura piana, l'errore di planarità, misurato con regolo di 2,00 metri, comunque posto sulla superficie da controllare, dovrà essere non superiore a 8 mm per la qualità "A", a 12 mm per la "B" ed a 16 mm per la "C"<sup>102</sup>.

I giunti dovranno essere eseguiti con la massima cura onde evitare mancanze di allineamento, tolleranze eccessive, sbrodalamenti con conseguenti impoverimenti di malta e scolorimenti, scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Ove possibile i giunti saranno evidenziati con apposite scanalature ricavate inserendo nella cassaforma delle strisce di sigillatura in poliuretano o altro idoneo materiale, opportunamente sagomate.

<sup>101</sup> Il ricoprimento, che potrà anche essere costituito da equivalente materiale protettivo, dovrà essere accuratamente studiato e definito nelle verifiche di fessurazione per le classi ambientali.

<sup>102</sup> Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

a)-Dirette, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.  
b)-Indirette, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

A) - Alta qualità, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzati ed aggiustamenti.  
B) - Media qualità, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto ma permetteranno aggiustamenti successivi.  
C) - Bassa qualità, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

Quando fosse necessario un giunto di testa piano si dovranno impiegare degli angolari di acciaio intorno al perimetro del pannello il che, oltre a fornire uno spigolo vivo, irridirà anche il pannello e migliorerà l'allineamento. Provvedimenti analoghi saranno adottati anche nella esecuzione dei giunti terminali.

Tra due getti successivi, e per superfici piane, la differenza di altezza tra i due piani di superficie non dovrà essere superiore a 2 mm per la qualità "A", a 4 mm per la "B" ed a 6 mm per la "C". Specifiche particolari saranno comunque fissate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. L'applicazione sarà effettuata mediante oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola.

Ad applicazione avvenuta la superficie delle casseforme dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

## Art. 77 - Strutture e manufatti prefabbricati

### 77.1 Normativa di riferimento

Le strutture ed i manufatti (componenti) prefabbricati in conglomerato cementizio armato dovranno essere realizzati con l'osservanza delle disposizioni di cui ai paragrafi 4.1.10 e 11.8 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018.

Per le strutture da realizzare in zona sismica, dovrà altresì osservarsi quanto prescritto dall'art. 7 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 e quanto previsto al cap. 7 del D.M. 17 Gennaio 2018.

### 77.2 Materiali e controlli

#### 77.2.1 Manufatti di produzione occasionale<sup>103</sup>

I manufatti o componenti di produzione occasionale dovranno essere realizzati in conformità al relativo progetto e nel rispetto delle regole che disciplinano l'esecuzione delle strutture in conglomerato cementizio armato. Tale rispetto, per i componenti prodotti in stabilimento, sarà certificato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione.

Il progettista delle strutture e il Direttore dei lavori saranno responsabili dell'utilizzazione e dell'organico inserimento dei manufatti nel contesto del progetto strutturale dell'opera.

#### 77.2.2 Prodotti prefabbricati in serie<sup>104</sup>

Gli elementi strutturali prefabbricati in serie, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica europea elaborata ai sensi del Regolamento UE n.305/2011 (marcatura CE)<sup>105</sup>, saranno riferibili a due categorie di produzione: "Serie qualificata e dichiarata" e "Serie qualificata controllata".

Per serie "dichiarata"<sup>106</sup> si intende la produzione in serie, effettuata in stabilimento, dichiarata dal produttore conforme alle "Norme Tecniche" e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge n. 1086/71, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge n. 64/74. Per serie "controllata"<sup>107</sup> si intende la produzione in serie che, oltre a detti requisiti, sia eseguita con procedure che prevedano verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione come specificato al punto 11.7 delle norme.

Gli elementi prodotti in serie dovranno essere realizzati sotto la vigilanza di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di abilitazione professionale, che garantisca la rispondenza della produzione con la documentazione depositata ed il rispetto delle regole sull'esecuzione delle opere in cemento armato. Detto Direttore, unitamente al progettista, per le rispettive competenze, è responsabile della capacità portante e sicurezza del componente, anche nella fase di trasporto a piè d'opera.

<sup>103</sup> Per manufatti di produzione occasionale si intendono gli elementi prefabbricati realizzati in stabilimenti permanenti, ovvero a piè d'opera o anche in impianti temporanei, senza il presupposto della ripetitività tipologica e destinati in modo specifico ad una determinata opera e per questa progettati *ex novo* di volta in volta.

<sup>104</sup> Per manufatti od elementi prefabbricati in serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati.

<sup>105</sup> I cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale della Unione Europea.

<sup>106</sup> Rientrano in "serie dichiarata" i prodotti che appartengono ad una tipologia ricorrente compiutamente determinata, risultano predefiniti in campi dimensionali, tipi di armature, sulla base di elaborati tecnici tipologici e grafici depositati.

<sup>107</sup> Sono prodotti in "serie controllata" i componenti strutturali realizzati con materiali innovativi, ovvero analizzati con metodi di calcolo non consueti ovvero con conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > N/mm^2$ .

Le travature per impalcati di ponti e viadotti dovranno essere calcolate per strade di prima categoria in conformità al D.M. 17.01.2018 e D.M. 4.5.1990 "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali".

La D.L. accetterà i suddetti prodotti solo dopo che sarà fornita la documentazione del produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione, secondo quanto prescritto dalle norme tecniche vigenti in particolare il D.M. 17 Gennaio 2018 e s.m.i.

#### Elementi prefabbricati di rivestimento di opere di sostegno al grezzo

Saranno del tipo lastre tipo predalles in cemento armato vibrato, dello spessore di 12cm, confezionati con CLS di classe C 30/37, classe di esposizione XF1), aventi marcatura CE (UNI EN 14992), aventi larghezza standard ed altezza variabile, armati con tralicci tipo "Pittini" fuoriusciti dalla parte posteriore delle lastre, disposti in file verticali e di norma equidistanti; dovranno inoltre essere provviste di ganci tipo "DEHA" per il sollevamento e la movimentazione. L'azienda fornitrice dovrà essere dotata di sistema di qualità certificato a norma UNI-EN-ISO 9001 e garantire la conformità di tutti i componenti. E' compresa la finitura della faccia a vista rivestita in pezzame di pietra naturale dello spessore non inferiore a 2cm, o qualsiasi disegno, rilievo, scanalatura o curvatura che si rendesse necessaria, anche con l'apporto di uno spessore aggiuntivo di almeno 2cm. La tipologia di pietrame, la disposizione dello stesso e l'eventuale disegno, sarà dettata dalla D.L. su eventuale indicazione degli Enti competenti (Soprintendenza B.AA., etc...) ai fini della compatibilità paesaggistica, estetica o ambientale.

#### Blocchi in calcestruzzo per opere di sostegno

I blocchi in calcestruzzo per la realizzazione di opere di sostegno dovranno avere le specifiche costruttive di cui al punto 60.17.2; la movimentazione per sollevamento e posizionamento avverrà mediante specifico gancio di sollevamento oppure potrà essere effettuato mediante inserimento di cappio - realizzato mediante cavo di acciaio - all'interno del foro e barra di acciaio ( $\varnothing$ min 20mm) o tubolare di dimensione idonea, nel cappio attraverso il foro orizzontale.

La posa in opera dovrà essere effettuata a regola d'arte: prevedendo predisposizione del piano di posa opportunamente livellato. Su indicazione della D.L. il piano di posa potrà essere predisposto ad una quota inferiore al piano di campagna (circa 40cm) affinché i fori inferiori risultino al di sotto del piano campagna e possano così funzionare da condotta di smaltimento delle acque. Tale eventuale lavorazione è da intendersi inclusa nel prezzo.

A richiesta della D.L., se le caratteristiche meccaniche del terreno del piano di posa lo richiedono, dovrà essere eseguito un getto di calcestruzzo di fondazione di idoneo spessore al fine di ottenere una platea d'appoggio in c.a.

Nella realizzazione dell'opera, particolare attenzione dovrà essere posta al posizionamento dei blocchi in modo che ogni livello o ricorso di blocchi sia traslato di mezzo blocco rispetto alle file inferiori in modo tale che ogni blocco superiore poggi su n.2 blocchi inferiori. Partendo dal basso le file superiori possono inoltre essere traslate di n.1 dente verso monte in modo tale da arretrare il baricentro del muro e aumentare il momento stabilizzante.

Il manufatto nel suo complesso dovrà comunque essere verificato strutturalmente da tecnico abilitato.

È consentita la realizzazione di strutture con sviluppo curvilineo.

#### 77.2.3 Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie dovrà essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa e indelebile in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e relativo stabilimento, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per i manufatti di peso superiore a 80 kN (8t) dovrà anche essere indicato, in modo visibile, il peso dell'elemento.

#### **77.3 Regole pratiche e collaudo**

I dispositivi di sollevamento e movimentazione dei manufatti dovranno essere esplicitamente previsti dal progetto o da appositi piani di montaggio da predisporre a cura dell'Appaltatore e adeguatamente realizzati in rapporto agli sforzi da sostenere; lo stesso dicasi per gli apparecchi di appoggio, ove previsti, ed i vincoli, provvisori o definitivi che siano. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata all'attrito; l'appoggio dovrà consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalla normativa sismica.

Per quanto riguarda la realizzazione delle unioni, le tolleranze, i controlli ed i collaudi si rinvia ai punti 4.2.8 e 4.2.9 delle "Norme Tecniche" emanate con D.M. 17 Gennaio 2018.

### **Art. 78 - Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture**

Per le opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali ad esempio copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibratori con dosaggio di kg/mc 300 di cemento tipo CEM 42,5.

Le prescrizioni di cui agli articoli precedenti rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto.

Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato. Particolare cura verrà posta nella esecuzione delle armature per ottenere un perfetto raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

## Art. 79 - Opere, strutture e manufatti in acciaio

### 79.1 Strutture in acciaio

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e la propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore dei lavori: il progetto esecutivo e la relazione tecnica completa dei calcoli di stabilità, con le verifiche anche per la fase di trasporto e messa in opera; il progetto esecutivo delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura; il progetto delle saldature, per il quale è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.N.A), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni

#### 79.1.1 Accettazione dei materiali

Tutti i materiali in acciaio o in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme di cui agli art. 60.13 del presente Capitolato, alle prescrizioni di Elenco od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori.

L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza.

#### 79.1.2 Montaggio di prova

Per strutture o manufatti particolarmente complessi il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno; tale montaggio potrà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti.

Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

#### 79.1.3 Pesatura dei manufatti

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra Direzione Lavori ed Appaltatore.

#### 79.1.4 Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare o eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni e i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili; mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti o imperfezioni di sorta.

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benestare della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti,

ecc.), ogni opera provvisionale, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie<sup>108</sup>, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 17 gennaio 2018, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori.

#### 79.1.5 Verniciatura e zincatura

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

##### Ciclo "A"

1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

##### Ciclo "B"

1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con TiO<sub>2</sub> (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante

3° strato: mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

##### Ciclo "C"

1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1<sup>a</sup> mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

3° strato: mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.

4° strato: mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.

<sup>108</sup> Qualora l'appalto fosse scorporato, tale onere potrà essere limitato all'assistenza per tali operazioni che, nel caso, competerebbero all'Appaltatore delle opere murarie.

### Preparazione delle superfici di acciai tipo Corten

Allo scopo di ottenere una superficie integra ed uniforme atta alla formazione dello strato protettivo di ossido, tutte le superfici da esporre senza protezione di vernice dovranno essere sabbiate a metallo bianco. La sabbiaatura dovrà essere eseguita in opera a montaggio ultimato e dopo il getto della soletta.

Le superfici di acciaio destinate a non essere esposte e quindi prive di aerazione dovranno essere pulite e vernicate con un composto antiruggine in officina per evitare l'attacco corrosivo della condensa. La preparazione delle superfici da verniciare sarà effettuata mediante sabbiaatura per l'asportazione di calamina o scorie di laminazione o scorie di saldatura. Le macchie di olio o di grasso dovranno essere eliminate con adatti detergivi.

## **79.2 Elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo<sup>109</sup>**

Dovranno essere realizzati, oltre che nel rispetto delle norme relative ai due tipi di materiali, anche con l'osservanza delle particolari disposizioni contenute nel paragrafo 4.3.4.3 delle superiori "Norme Tecniche" emanate con D.M. 17 Gennaio 2018.

### **79.3 Manufatti diversi**

#### **79.3.1 Apparecchi di appoggio<sup>110</sup>**

Gli apparecchi di appoggio dovranno essere del tipo indicato nel progetto e dovranno essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. con la documentazione necessaria per il suo esame ed i criteri previsti al precedente punto 60.21: documenti di origine del produttore, relazione di calcolo e particolari costruttivi con le norme di posa in opera, firmata dall'Ingegnere progettista e dal tecnico dell'Impresa appaltatrice.

La D.L. provvederà all'accettazione dei suddetti prodotti solo dopo che sarà stata verificata la rispondenza degli stessi, sulla base della documentazione fornita dal produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione.

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere a quanto riportato al precedente punto 60.21 e comunque alle norme UNI EN 1337, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscose e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alla relativa norma europea armonizzata dalla serie UNI EN 1337, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

I carichi che devono sopportare gli apparecchi di appoggio sono quelli per le strade di prima categoria indicati nel D.M. 17 Gennaio 2018 al cap. 5 e comunque quelli indicati in progetto.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Per la posa in opera degli apparecchi di appoggio valgono le norme di cui al precedente punto 60.21 che l'Appaltatore dovrà seguire provvedendo al tracciamento degli assi di riferimento per ogni singolo apparecchio, alla livellazione dei piani di appoggio ed alla eventuale rettifica degli stessi con malta di cemento addittivata con resina epossidica. Procederà successivamente al posizionamento degli apparecchi ed al loro collegamento alle strutture, alla loro pre-regolazione, secondo prescrizione. Dovrà inoltre essere verificato il rispetto delle tolleranze previste in progetto; in difetto l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla rettifica delle superfici di appoggio delle travi.

Tutti gli apparecchi d'appoggio dovranno essere collocati in opera in modo da renderne agevole l'ispezione, la pulizia e la eventuale sostituzione. Le superfici di scivolamento (PTFT ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione; si dovranno pertanto prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone efficace fino a -35 °C.

#### **79.3.2 Giunti di dilatazione**

Dovranno essere del tipo indicato nel progetto e dovranno essere preventivamente sottoposti all'approvazione della D.L. con la documentazione necessaria per il suo esame: documenti di origine del produttore, relazione di calcolo e particolari costruttivi con le norme di posa in opera, firmata dall'Ingegnere progettista e dal tecnico dell'Impresa appaltatrice.

I giunti di dilatazione sono dispositivi atti ad assicurare la protezione dei giunti strutturali, la continuità e l'impermeabilità delle strutture in corrispondenza delle interruzioni strutturali stesse, connesse ai movimenti di dilatazione e contrazione. Potranno essere realizzati con elementi di tipo metallico, in cemento armato, in materiali sintetici o di tipo misto, conformemente alle indicazioni di progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori. L'Appaltatore sarà tenuto comunque a presentare, unitamente al progetto esecutivo dell'opera d'arte, anche il progetto esecutivo dei giunti di dilatazione che dovrà comprendere:

- il calcolo delle deformazioni previste per la struttura, esposte separatamente in rapporto ai diversi tipi di azioni (viscosità, ritiro, temperatura, ecc.);

<sup>109</sup> Per elementi strutturali in acciaio-calcestruzzo si intendono di norma le strutture costituite da travi o elementi diversi di acciaio su cui viene solidarizzata, con idonei dispositivi (chiodi Nelson, ecc.) atti a resistere ad azioni di scorrimento, una soletta di calcestruzzo armato, normale o precompresso, in modo che il sistema composto, che così ne risulta, funzioni come un unico elemento resistente.

<sup>110</sup> Per le norme di accettazione, v. il punto 100.21 del presente Capitolato.

- la determinazione delle caratteristiche di mobilità necessarie per il giunto, in funzione dei dati di cui in precedenza e di un congruo franco di sicurezza che dovrà essere espressamente indicato;
- la verifica statica delle diverse parti componenti il giunto, con particolare riferimento ai dispositivi di ancoraggio;
- le norme per la preregolazione da imprimere al momento della posa in opera, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (per le strutture in c.a.).

#### GIUNTI IN GOMMA ARMATA

dovranno rispondere alla norma CNR 10018/85, l'ancoraggio meccanico avverrà mediante barre filettate o zanche multidirezionali e tirafondi, dovranno essere dotate di scossalina di raccolta acque e di massetti di raccordo fra pavimentazione bituminosa e elementi del giunto.

I giunti di dilatazione saranno sottoposti ad accettazione da parte della D.L.

#### GIUNTI DI ROTAZIONE

Si tratta di giunti sotto pavimentazione. Sono composti da un estruso in elastomero conformato a soffietto – che costituisce il sistema di tenuta all'acqua – solidarizzato mediante vulcanizzazione a profili metallici a T, ancorati alla soletta mediante zanche opportunamente sagomate e ad interasse idoneo.

La capacità di tenuta dell'acqua delle zone contigue al giunto è ad opera di opportuni trattamenti con materiali impermeabilizzanti a cura dell'impresa ed inclusi nel prezzo.

#### 79.3.3 Barriere di sicurezza e parapetti metallici

Avranno le caratteristiche di cui al punto 60.13.4 del presente Capitolato e verranno installate, le prime lungo i tratti saltuari delle banchine nonché eventualmente lungo lo spartitraffico centrale per le strade a doppia carreggiata o delle autostrade, i secondi in corrispondenza dei cigli dei manufatti; laddove le barriere stradali sono da installare sul bordo di un'opera d'arte che sovrappastra altra viabilità, dovranno essere installate barriere con reti metalliche di idonea altezza.

Entrambi saranno installati secondo le particolari disposizioni che impartirà la Direzione Lavori, con particolare riferimento alla classifica di cui alla Tab. 32 del presente Capitolato ed all'indirizzo fornito dalla presente Tab. 82.

**TAB. 82 - Barriere di sicurezza. Classi e destinazione in rapporto al tipo di strade e di traffico**

TIPO DI STRADE	Tipo di traffico	barriera spartitraffico a (1)	barriera bordo laterale b	barriera bordoponte c (2)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I II III	H2 H3 H3-H4	H1 H2 H2-H3	H2 H3 H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I II III	H1 H2 H2	N2 H1 H2	H2 H2 H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I II III	N2 H1 H1	N1 N2 H1	H2 H2 H2

(1) Ove esistente.  
(2) Valido per opere d'arte (ponti, viadotti, muri e simili) con lunghezza superiore ai 10 metri; tutte le altre sono equiparate al bordo laterale normale (tipo b).

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale, pure metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori – laddove presenti – ad anima rinforzata.

Nel caso di barriere su opere d'arte i sostegni saranno alloggiati, per la profondità prevista da progetto o comunque dalle specifiche del manuale di installazione della barriera, in fori predisposti o da predisporre sulle opere d'arte e fissati con malta cementizia additivata con resine o con malta di resine epossidiche.

Le giunzioni saranno effettuate in modo da presentare i risalti rivolti in senso contrario alla marcia dei veicoli. I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni dovranno consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di sedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di  $\pm 2$  cm ed orizzontale di  $\pm 1$  cm.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle opere d'arte, anche le stesse barriere saranno dotate di appositi giunti di dilatazione, secondo il sistema previsto per la tipologia di barriera fornita. Il sistema di giunto di dilatazione della barriera è anch'esso oggetto di verifica da parte della D.L., ed influenza sull'accettazione della barriera stessa.

**I sistemi di dilatazione delle barriere di sicurezza stradali sono intesti inclusi nel prezzo di fornitura della barriera.**

#### 79.3.4 Barriere fonoassorbenti in materiale plastico trasparente

Le barriere fonoassorbenti saranno in materiale plastico trasparente, con struttura metallica.

La barriera è costituita da pannelli trasparenti in policarbonato, oppure polimetilmacrilato infrangibili, con altezza dal piano stradale di m 5, sostenuta da struttura in acciaio, costituita da profilati tipo HEA 160 verticali, infissi per una profondità di cm 80 in appositi alloggiamenti ricavati sulla sommità di barriere di sicurezza tipo New Jersey per contenimento laterale di altezza cm 150. La sommità della struttura sarà dotata di una struttura orizzontale in acciaio a sbalzo di cm 50 verso strada. I pannelli trasparenti potranno essere alternati a pannelli in alluminio o in lamiera di acciaio ad alta resistenza. La base di appoggio della barriera New Jersey sarà ancorata alla soletta da ponte mediante barre di acciaio a deformabilità controllata; per i tratti di strada appoggiati su massicciata, sia in rilevato che in trincea, sarà predisposta una soletta di spessore cm 25, in calcestruzzo armato nello spessore della banchina, di larghezza cm. 180 dal piede del New Jersey, ancorata nella fascia lato strada con micropalo diametro mm 150. Tale soletta sarà coperta dallo strato di conglomerato bituminoso del binder e del tappeto di usura.

Per l'accettazione da parte della D.L. le suddette barriere devono essere accompagnate dalla documentazione del produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione e controllo.

#### **79.3.5 Barriere fonoassorbenti in alluminio**

Devono essere realizzati in lega Al-Mg-Mn secondo norma UNI 9003, con buona resistenza alla corrosione.

L'alluminio non deve essere in contatto stabile con rame o sue leghe.

Lo spessore della lamiera dovrà comunque essere determinata in funzione della classe richiesta secondo quanto previsto per i requisiti acustici.

Tutti i componenti metallici dei pannelli devono essere sottoposti ad un trattamento di protezione superficiale contro la corrosione atmosferica secondo i cicli appresso indicati:

Sgrassaggio a temperatura non inferiore a 40° C e doppio risciacquo (prelavaggio e lavaggio in acque industriali)

Applicazione di uno strato filmogeno contenente polimeri necessario per la passivazione del materiale.

Successivo passaggio in forno di essiccazione ad una temperatura non inferiore a 80°C necessario per la polimerizzazione dello strato di primer.

Verniciatura finale con applicazione a spruzzo o ad immersione di smalti a base poliestere o poliuretanica (in questo caso è indispensabile un fondo epossidico), oppure con applicazione elettrostatica di polveri a base di poliestere; polimerizzazione in forno a una temperatura non inferiore a 140°C.

Lo spessore minimo locale dalla protezione, deve essere non inferiore a 60 micron. I cicli di verniciatura dovranno essere effettuati dopo tutte le lavorazioni meccaniche (foratura, piegatura, ecc.). Cicli di verniciatura diversi potranno essere adottati se preventivamente concordati.

Le superfici forate devono avere un rapporto non inferiore al 30% vuoto-pieno. Si dovranno prendere gli accorgimenti idonei a ridurre l'ingresso di acqua meteorica ed a favorirne la fuoriuscita mediante opportune aperture di drenaggio.

Per quanto riguarda il materiale fonoassorbente, esso va inserito, ove previsto all'interno della struttura metallica scatolata. Il materiale in oggetto è costituito da complessi porosi (fibrosi o schiume sintetiche) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

Per aumentare la durabilità e per evitare impregnazioni e/o ritenzioni di liquidi che possono degradare le caratteristiche meccaniche ed acustiche il materiale fonoassorbente dovrà essere protetto da una membrana microporosa ed idrorepellente. Il materiale deve risultare imputrescibile, inerte agli agenti atmosferici e non infiammabile.

I montanti, del tipo scatolato, sono formati da due elementi in acciaio S235JR (ex Fe E 360) accoppiati e collegati tramite bulloneria.

Alla base sono saldati angolari dimensionati per consentire il fissaggio a manufatti in CSL tramite tirafondi. Vengono posti ad interasse di ml. 3,00 o 4,00 ml ed hanno altezza multipla di mm. 500. Tutto il materiale in acciaio è zincato secondo UNI EN ISO 1461. Successivamente, i montanti ed eventuali telai saranno verniciati con polveri poliuretaniche alifatiche fissate in forno ad alta temperatura. Sono comprese guarnizioni, testate antivibrazione, bulloneria di serraggio, tirafondi ed eventuali cappelli di chiusura e tubo corrimano.

## **Art. 80 - Opere murarie particolari**

### **80.1 Rivestimenti e murature in sotterraneo**

Le norme generali di cui agli articoli precedenti, per le murature ed i conglomerati ordinari o armati, valgono anche per le murature ed i getti in galleria, con l'aggiunta delle prescrizioni che seguono.

L'Appaltatore non potrà eseguire alcuna muratura, né effettuare alcun getto, prima che la Direzione Lavori abbia effettuato i controlli e le verifiche necessarie. La stessa Direzione si riserva peraltro di decidere, tempestivamente, quali tratti dovranno essere rivestiti integralmente, oppure parzialmente, ovvero lasciati a nudo (pur se nei tipi di Progetto la costruzione figura completa di rivestimento), precisando tipi e spessori del rivestimento nonché, nel caso di getti, la classe o le classi del conglomerato.

La Direzione Lavori ordinerà in tempo utile la realizzazione di fori, canalette, nicchie, tracce per future iniezioni, scoli di acqua, aerazioni e l'installazione di cavi, tubazioni, ancoraggi, apparecchi, ecc., precisando nel contempo ubicazione e

caratteristiche di dette opere per le opportune predisposizioni. In tal caso il relativo onere dovrà intendersi compensato nei prezzi delle murature e dei getti di rivestimento.

Nei getti dei conglomerati dovrà essere curata con scrupolo la ripresa dei getti precedenti; in ogni caso la superficie interna dei getti di rivestimento dovrà risultare perfettamente regolare, senza risalti, gibbosità, incavi, cavernosità, sbavature, ecc., tale comunque da non richiedere intonaco né spianamenti, abbozzi o rinzazzi.

Per i getti da eseguire in presenza di acqua, l'Appaltatore dovrà adottare, a proprie spese, gli accorgimenti adeguati per captare le acque e drenarle, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi e delle malte oppure il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti, durante la presa.

Le serraglie in chiave e le incassature fra i piedritti e le calotte saranno realizzate con cura scrupolosa e costante affinché la muratura, oppure il conglomerato, colmino l'intera sezione. La Direzione si riserva di ordinare che tali serraglie vengano realizzate in muratura di mattoni forti.

#### 80.1.1 Rivestimento in calcestruzzo spruzzato (spritz-beton)

Sarà costituito da calcestruzzo proiettato in posto ad alta velocità con apposita macchina spruzzatrice ed autocompattato per effetto inerziale.

Lo spritz-beton potrà essere ottenuto mediante pompaggio di miscela umida o a secco con proiezione di aria. La tipologia e la miscela da impiegarsi saranno prescritte in elenco; di norma quest'ultima conterrà circa il 20% di materiali cementizi, il 15 ÷ 20% di aggregato grosso ed il 60 ÷ 50% di sabbia sul peso totale degli aggregati. La curva granulometrica avrà un andamento continuo.

Lo spritz-beton sarà di tipo fine (0 ÷ 4 mm) per applicazioni in volta, medio per applicazione sulle pareti, grossolano per applicazioni in orizzontale; il contenuto di cemento sarà di 450 ÷ 600 kg/m<sup>3</sup> nel primo caso e potrà scendere fino a 300 ÷ 350 nell'ultimo.

Nella posa per via secca l'impasto sarà preparato senza aggiunta di acqua; questa sarà caricata al termine della tubazione di lancio dove la miscela secca pverrà sotto la spinta di aria compressa. Nella posa per via umida la miscela, che potrà contenere anche fibre di rinforzo, sarà proiettata a mezzo lancia, sotto l'azione di aria compressa. La Direzione Lavori valuterà, in rapporto alle condizioni di posa, l'impiego o meno di additivi per la maturazione.

Nel caso fosse prevista la posa in opera di guaine impermeabili, lo strato di prerivestimento in spritz-beton dovrà essere regolarizzato e conguagliato in superficie.

#### 80.1.2 Arco rovescio

Potrà essere gettato entro 1, 5 o 3 diametri dal fronte di scavo, se prescritto, in funzione di precontenimento o contenimento. Ove gettato per primo, sarà subito seguito dal getto delle murette per fornire il necessario contrasto al rivestimento di 1a fase<sup>111</sup>.

Il tipo e lo spessore dell'arco saranno stabiliti in sede di progetto in funzione della sezione tipo adottata. Il getto sarà eseguito su rocce in posto; eventuali sovrascavi dovranno essere riempiti e risagomati con conglomerato cementizio magro.

#### 80.1.3 Rivestimento di 2a fase in conglomerato

Sarà costituito da un getto di conglomerato cementizio, semplice od armato, dato in apposite casseforme secondo le sagome di progetto. In ogni caso il calcestruzzo utilizzato dovrà essere di classe non inferiore a C20/25 N/mm<sup>2</sup>.

La Direzione Lavori, in rapporto ai controlli ed alle verifiche effettuate, avrà la facoltà di variare sia i tipi che gli spessori dei rivestimenti.

### **Art. 81 – Muratura a pietrame secco**

Dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluso quelle di forme rotonde. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a centimetri 20 di lato, e le più adatte per il maggior combaciamento per supplire così con l'accuratezza della costruzione alla mancanza di malta.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connesure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra le pietre.

La muratura in pietra e a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di malta o con un cordolo di calcestruzzo, delle dimensioni che, caso per caso, verranno fissate dalla D.L..

Negli angoli con funzione di cantonali si useranno le pietre maggiori e meglio rispondenti allo scopo. Le rientranze delle pietre dovranno essere di norma circa una volta e mezzo l'altezza e mai comunque inferiori all'altezza. A richiesta della D.L. si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini per lo scolo delle acque.

<sup>111</sup> Occorrendo, potrà essere prescritto, terminato lo scavo dell'arco rovescio, di mettere in opera puntoni di contrasto di curvatura pari a quelli di estradossa collegati alle centine, in modo da chiudere subito il rivestimento di 1<sup>a</sup> fase, prima ancora della presa del calcestruzzo.

## **Art. 82 – Muratura di pietrame con malta cementizia**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con pietre delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiori a cm. 25 in senso orizzontale, cm. 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Le pietre, prima del collegamento in opera, dovranno essere diligentemente ripulite e, dove occorra, lavate. Nella costruzione la muratura deve essere eseguita a corsi piani estesi a tutta la grossezza de muro saldando le pietre col martello, rinzepandole diligentemente con scaglie e con abbondante malta sicché ogni pietra resti avvolta dalla malta e non rimanga alcun vano o interstizio.

La muratura a Corsi regolari dovrà essere compiuta a strati orizzontali da cm. 20 a cm. 30 di altezza, con pietre disposte in modo da evitare la corrispondenza delle connessure verticali fra due corsi immediatamente sovrastanti.

Nella superficie esterna dei muri possono essere tollerate, alla prova del regolo, rientranze o sporgenze non maggiori di mm. 15.

Nelle murature contro terra verranno lasciate apposite feritoie secondo le prescrizioni della D.L. e nella faccia contro terra verranno impiegate pietre sufficientemente piane e rabboccate con malta, così da evitare cavità.

Il nucleo della muratura di pietrame dovrà essere, in ogni caso, costruito contemporaneamente agli speciali rivestimenti esterni che fossero ordinati.

La malta verrà dosata con kg. 300 di cemento di tipo 325 per ogni metro cubo di sabbia e dovrà essere confezionata meccanicamente con materiali aventi le caratteristiche già precedentemente specificate.

## **Art. 83 – Paramenti ad opera incerta per murature in pietrame**

Nei paramenti ad opera incerta il pietrame dovrà essere scelto opportunamente, la faccia a vista sarà ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello così che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 10 cm.

La sigillatura dei giunti dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle della malta, o di altre materie, lavandole con acqua e riempiendo poi le connessure stesse con nuova malta curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lasciandola con apposito ferro, al fine di ottenere un contorno dei corsi netto e senza sbavature.

## **Art. 84 – Intonaci e smalti cementizi**

### **84.1 Intonaci**

In linea generale, salvo casi eccezionali autorizzati dalla D.L. non verranno adottati intonaci, poiché le superfici di tutte le strutture dovranno presentare un aspetto regolare non sgradito alla vista.

Comunque, quando necessario, gli intonaci verranno eseguiti dopo accurata pulizia e inumidimento delle pareti.

Per gli intonaci eseguiti a mano, verrà applicato un primo strato di malta (rinzaffo) gettato con forza.

Quando il primo strato sarà completamente asciutto si procederà a stendere con la cazzuola un secondo strato, successivamente regolarizzato colfratuzzo.

La malta verrà confezionata a Kg. 400 di cemento tipo 325 per ogni metro cubo di sabbia.

### **84.2 Smalti cementizi**

Quando previsto dai disegni di progetto o prescritto dalla D.L. si dovrà stendere sull'estradosso dei volti e di eventuali altri manufatti una cappa di smalto cementizio, dello spessore di cm. 3, la malta sarà confezionata a Kg. 600 di cemento tipo 325 a metro cubo d'impasto, mc. 0,400 di sabbia e mc. 0,800 di graniglia.

Lo smalto cementizio, preceduto da accurata pulizia del tratto da rivestire, verrà steso sulla superficie ancora umida. Lo strato di malta, battuto e lasciato con spatola e fratazzo di legno, dovrà essere alla fine lasciato superficialmente con pasta di solo cemento, tirata con la cazzuola.

Dopo la posa in opera si dovrà proteggere lo strato sia dal sole che dalla pioggia, curando di mantenere opportunamente umida la superficie.

## **Art. 85 – Cordoli per marciapiedi – Manufatti lapidei stradali**

### **85.1 Cordoli in masselli di pietra**

Saranno costituiti, se non specificatamente prescritto, da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, basalti, travertini compatti ovvero da altre pietre con caratteristiche meccaniche o di resistenza agli agenti atmosferici non inferiori.

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare 15 cm (D.M. n.6792 del 05/11/2001). Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25 e verranno posati attestati e spaziati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

## 85.2 Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La messa in opera avverrà come al precedente punto 85.1; la stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

## 85.3 Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione riportate al punto 60.10 del presente Capitolato.

## Art. 86 – Opere da carpentiere

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori.

Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature o altro, in conformità alle prescrizioni della D.L.; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro.

I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolineo, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente.

Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione.

## Art. 87 – Manufatti in lamiera zincata

### Generalità

I manufatti ed i lavori in genere in lamiera di acciaio (nera o zincata), di zinco, di rame, di piombo, di ottone, di alluminio o di altri metalli, dovranno essere delle dimensioni e delle forme richieste, lavorati con la massima precisione ed a perfetta finitura.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo diversa disposizione, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, nonché completi di pezzi speciali e sostegni di ogni genere. Il collocamento in opera comprenderà altresì ogni occorrente prestazione muraria ed ancora il lavoro completo di verniciatura protettiva, da eseguire secondo prescrizione.

Le giunzioni dei pezzi saranno effettuate mediante chiodature, ribattiture, rivettature, aggraffature, saldature o con sistemi combinati, sulla base di quanto disposto in particolare dalla Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione. L'Appaltatore avrà anche l'obbligo di presentare, a richiesta della stessa Direzione, gli esecutivi delle varie opere, tubazioni, canalette di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli di verifica e di apportarvi, se necessario, tutte le modifiche eventualmente richieste in sede di preventiva accettazione.

## 87.1 Tombini tubolari in lamiera

I tombini tubolari in lamiera zincata saranno realizzati con i materiali di cui al punto 100.13.4 del presente Capitolato ed avranno spessori non inferiori ai tabulati forniti dallo stabilimento produttore in funzione dell'altezza dei rilevati e dei sovraccarichi accidentali. Le condizioni di equilibrio statico dovranno comunque venire verificate con gli ordinari metodi della scienza delle costruzioni. Sarà ritenuta valida la formula di Spangler.

### 87.1.1 Modalità di posa in opera

La posa in opera delle condotte portanti di acciaio per tombini dovrà essere effettuata nell'esatto rispetto delle istruzioni di montaggio e di installazione che il fabbricante sarà tenuto a consegnare a corredo stesso della fornitura. In ogni caso vale quanto segue.

Le condotte portanti potranno essere installate in trincea o in piano. Nel primo caso occorrerà sagomare opportunamente il suolo; nel secondo caso sotto il quarto inferiore della condotta si dovrà compattare accuratamente il materiale di riporto. Il letto di posa sarà in ogni caso costituito da uno strato, di spessore variabile in funzione della natura del terreno e comunque non inferiore a 20 cm, di materiale arido ben compattato, privo di zolle erbose, radici, terreno gelato o di origine vegetale. Il terreno sottostante, se roccioso o peraltro incoerente, dovrà essere bonificato. La compattazione dovrà effettuarsi con mezzi meccanici o, per lavori di limitata entità, con pestelli.

Il materiale per il rinterro dovrà essere permeabile, arido, omogeneo, dovendosi evitare terreni inidonei o contenenti pietre di diametro oltre 7 cm. Il materiale di rinfianco dovrà essere posto contemporaneamente da ambo le parti della condotta, a strati non superiori a 15 cm; il costipamento potrà essere effettuato utilizzando anche i normali mezzi per i rilevati salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Il grado di compattazione dovrà corrispondere al 95% della densità massima ottenuta con il metodo AASHO modificato.

Le parti terminali dei manufatti potranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

#### **87.1.2 Accorgimenti particolari**

In caso di rilevati particolarmente pesanti occorrerà dare, al centro della condotta, una monta pari allo 0,5 ÷ 0,7% della larghezza della condotta. Nelle condotte ad elementi imbullonati tutti i bulloni dovranno essere serrati con gradualità fino a raggiungere una coppia finale pari a circa 25 kgm; detto valore dovrà essere controllato con chiavi dinamometriche.

Nel montaggio di strutture di notevoli dimensioni occorrerà porre dei tiranti orizzontali, costituiti sia da barre tese da tenditori a doppia vite, sia da cavi metallici posti in corrispondenza dell'asse orizzontale. Tenditori e cavi si allenteranno gradualmente con l'applicazione del rinterro. Per sezioni ellittiche e grandi rilevati sarà consigliabile l'applicazione di puntoni in legno con tappi di compressione in legno dolce; archi e tubi a sezione ribassata non dovranno comunque essere puntellati.

### **Art 88 – Drenaggi - Gabbioni**

#### **88.1 Drenaggi**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessarie saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, saranno stabilite la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza di m 2 a 3, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi.

Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 centimetri secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento.

Il materiale sarà disposto a mano con i necessari accorgimenti, così da evitare futuri assestamenti. Si dovrà impiegare, per gli strati inferiori, il materiale di maggiori dimensioni e per l'ultimo strato superiore, materiale più fine (ghiaia e pietrisco) per evitare che la terra sovrastante possa facilmente penetrare nel drenaggio e, otturando gli interstizi fra le pietre, comprometterne la funzione drenante.

Dovendo ricoprire il drenaggio con terra, questa dovrà essere convenientemente pigiata sull'ultimo strato di pietrisco o ghiaia, così da creare uno spessore di maggiore impermeabilità e consistenza.

#### **88.2 Tubi perforati per drenaggi**

Quando previsto dai disegni progettuali, o comunque se richiesto dalla D.L., i drenaggi verranno eseguiti con tubi forati d'acciaio zincato ondulato, immersi in misti aridi drenanti.

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoida. L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore di mm 1,2 - con tolleranza U.N.I. (Norme UNI EN 10051) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 24 kg/mm<sup>2</sup>, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme UNI EN ISO 1461 e UNI EN 10240, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato. L'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (toleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

### 88.3 Microdreni

I microdreni sono realizzati mediante perforazione a distruzione in cui viene inserito un tubo in PVC microfessurato, rivestito da una calza in tessuto non tessuto atto ad evitare l'intasamento dei fori.

Nel caso in cui le pressioni dell'acqua siano elevate, vengono utilizzati dei dispositivi che impediscono la fuoriuscita di acqua prima dell'inserimento del tubo drenante. In questa situazione, si opera posando prima un tubo di attesa di diametro superiore su cui si collegherà un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione in modo da evitare fenomeni di sifonamento e tale da permettere la chiusura rapida del foro. In tale caso la perforazione sarà eseguita con rivestimento per impedire la chiusura del foro e con punta a perdere. Terminata la perforazione si inserirà all'interno del rivestimento un tubo drenante forato o finestrato. I drenaggi saranno posti a formare un'aureola drenante esterna al profilo dello scavo oltre il fronte (posizionarli sul fronte costituirebbe un grave errore per il richiamo di acqua che aumenterebbe proprio sul fronte stesso).

L'installazione di dreni suborizzontali si articola secondo le seguenti fasi:

- Esecuzione delle perforazioni rivestite come sopra descritto nel rispetto delle posizioni degli assi di perforazione;
- Introduzione nei perfori rivestiti di tubi drenanti aventi i requisiti sopra descritti;
- Messa in opera di ciascun dreno.

Nel caso di drenaggi sotto falda ad elevata pressione, si prevedono le seguenti operazioni:

- Recupero del tubo di rivestimento del foro per una lunghezza pari a quella del tratto di dreno attivo più la lunghezza del sacco otturatore in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del perforo;
- Gonfiaggio del sacco otturatore tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola mediante doppio otturatore inseriti da bocca – foro all'interno del tubo drenante. Raggiunto un valore di pressione prestabilita (alcuni bar), quest'ultimo dovrà essere mantenuto per un congruo intervallo di tempo per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco. In caso di calo di pressione si procederà con successive iniezioni fino al raggiungimento della pressione prestabilita. Non appena la malta cementizia ha fatto presa nel sacco otturatore, si procederà alla estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore;
- Rottura della membrana interna in corrispondenza del sacco otturatore mediante l'introduzione nel dreno di una normale asta rigida;
- Verifica del corretto funzionamento dei dreni.

Al termine della terza fase i dreni risultano attivati alla captazione dell'acqua in avanzamento sugli scavi. Tale preconsolidamento potrà rimanere attivo a lungo termine durante la fase d'esercizio per cui si dovrà provvedere alla raccolta dell'acqua proveniente dai dreni mediante un collettore apposito onde evitare la dispersione e la formazione di infiltrazioni nocive alla stabilità dell'opera.

I drenaggi saranno sovrapposti per una lunghezza pari ad almeno il diametro della galleria in modo da ottenere più punti drenanti per sezione ed avranno una lunghezza di almeno 3 diametri della stessa.

Nel caso di ammassi in cui le pareti del perforo rimangono stabili, per tutta la lunghezza, il tubo microfessurato rivestito dal filtro in tessuto non tessuto, inserito nel foro, sarà semplicemente cianfrinato e sigillato e l'acqua captata intubata ed opportunamente allontanata dal fronte dello scavo.

Questo intervento è consigliabile nel caso di gallerie sotto falda in cui sia possibile abbattere parzialmente o totalmente il livello della falda stessa.

La realizzazione di fori drenanti al contorno del cavo permette di minimizzare l'apporto idrico nella zona del nucleo del fronte dello scavo impedendo alle caratteristiche del terreno di decadere per effetto dell'acqua e consente contemporaneamente un consolidamento del nucleo stesso; inoltre la presenza di una zona di maggior permeabilità al contorno del cavo consente un abbattimento delle pressioni interstiziali che potrebbero compromettere la stabilità dello scavo.

Le attrezzature di perforazione debbono essere idonee ad effettuare perforazioni del diametro e della lunghezza previsti con rivestimento continuo per tutta la lunghezza del foro.

Il tubo di rivestimento risulta in genere costituito dalla batteria di aste tubolari impiegate nella perforazione.

In fase di perforazione, dovrà essere assicurata la perfetta tenuta a bocca-foro predisponendo, eventualmente, sul fronte di avanzamento, in corrispondenza dell'asse di ciascuna perforazione, un raccordo tubolare munito di premistoppa interno al quale si accoppia a tenuta il tubo di perforazione ed una boccali deflusso esterna onde consentire il rifluimento controllato del materiale di spurgo.

I raccordi tubolari dovranno essere rigidamente fissati al tampone in spritz-beton preventivamente realizzato sul fronte.

Tali attrezzature debbono avere inoltre caratteristiche tali da impedire che, nella fase di scavo e nelle successive fasi di posa in opera del tubo drenante all'interno del rivestimento e di estrazione di quest'ultimo dal terreno, possano verificarsi rifluimenti incontrollati di acqua e/o particelle di terreno all'interno del tubo di rivestimento.

#### **88.4 Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dei rilevati**

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

##### **88.4.1 Posa in opera**

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili. Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevanti, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati. L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di m 0,50 circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di m 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo.

Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti. Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme A.A.S.H.O. m 36-37 e M 167-57.

##### **88.4.2 Drenaggi in non tessuto**

Nei terreni particolarmente ricchi di materiali fini, i drenaggi, potranno essere realizzati con filtro nontessuto, che, nei sormonti dei teli, andrà cucito con spago imputrescibile, oppure con sovrapposizione di almeno 50 cm.

La parte inferiore a contatto con il terreno e per un'altezza di 20 cm per ogni lato, il geotessuto andrà impregnato con bitume a caldo per almeno 2 kg/mq, o a freddo ma reso fluido con solventi che non abbiano effetti sul geotessuto stesso. Il telo andrà provvisoriamente chiodato al terreno ai lati dello scavo, quindi riempito con materiale lapideo trattenuto al crivello 10 mm U.N.I. e con pezzatura massima di 70 mm.

Ultimato il riempimento, il risvolto dei teli andrà sovrapposto da ambo i lati al materiale lapideo appena immesso nel cavo, e quindi il cavo verrà riempito con terra pressata per un'altezza variabile a giudizio della Direzione dei lavori.

##### **88.4.3 Drenaggi sottostanti la fondazione stradale**

Gli eventuali drenaggi per il prosciugamento dello strato sottostante la fondazione stradale verranno realizzati con tubi forati o a giunti aperti e strati di sabbia e ghiaia di determinata granulometria; secondo le particolari prescrizioni che all'atto esecutivo saranno impartite dalla D.L.

#### **88.5 Gabbioni**

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circ. Min. LL.PP. n. 2078 del 27 agosto 1962 con riferimento alle norme UNI EN 10223-3:2014 e delle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", di cui al Parere n.69 del 2/07/2013 della Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (in sostituzione della Circolare del CSLPP n. 2078 del 27/8/1962, relativa alle "Norme da inserire nei Capitolati di lavori idraulici per la zincatura dei gabbioni di filo di ferro per difese e sistemazioni montane" e le precedenti "Linee guida per la redazione di capitoli per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" – Maggio 2006).

I gabbioni metallici per la esecuzione di opere di consolidamento o sbancamento saranno di forma prismatica e costituita da maglie esagonali a doppia torsione della dimensione di cm 8 o 10. Le dimensioni del filo, il peso e la capacità dei gabbioni verranno precisati di volta in volta dalla Direzione dei lavori.

I fili metallici costituenti la rete saranno zincati, ben galvanizzati e atti, a prova di analisi, a resistere per lunghissimo tempo (circa 25 anni) all'effetto della ossidazione.

Nel prezzo al kg sono compresi tutti gli oneri per la fornitura della rete del filo zincato di conveniente spessore per la rilegatura degli spigoli, la formazione dei tiranti, e quanto altro occorresse per il montaggio ed il riempimento dei gabbioni.

Il pietrame di riempimento dovrà avere dimensione minima non inferiore a 12 cm, massa degli elementi non inferiore a 10 kg e dovrà essere compatto, non sfaldabile, né alterabile all'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in generale. Il

pietrame sarà sistemato a mano, con le fronti in vista lavorate come nella muratura a secco. La chiusura delle bocche sarà effettuata con legature di filo zincato delle stesse caratteristiche di quello impiegato per la gabbia.

I piani di posa superiori ed inferiori dei gabbioni dovranno risultare perfettamente spianati. Il collocamento in opera avverrà per filari continui e paralleli, curando lo sfalsamento delle connesse tra file adiacenti o sovrastanti. Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riunenti le opposte pareti e quelli riunenti le testate con le pareti.

### **Art. 89 - Fanghi di bentonite**

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo di palificate e di trincee per l'esecuzione di paratie e di muri, o comunque per il sostegno delle pareti di un cavo, dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8 o 16 kg di bentonite asciutta per 100 litri di acqua, salvo la facoltà della Direzione di ordinare una diversa dosatura. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

La scelta del tipo di bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

#### Preparazione dei fanghi betonitici

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite in acqua chiara di cantiere conforme ai requisiti indicati nella seguente tabella con eventuale impiego di additivi non flocculanti:

DESCRIZIONE	LIMITI DI ACCETTABILITÀ'
Contenuto dei solfati (come SO <sub>3</sub> )	≤ 20 mg/l
Contenuto di cloruri (Ione CL)	≤ 20 mg/l
Sostanze sospese	≤ 20 g/l

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

- dosatori;
- mescolatori automatici ( è ammesso l'impiego di mudhopper );
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero
- dissabbiatori
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà attenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere
- bentonite in polvere
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone...)

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata per la perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore. Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1.10 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh: compresa fra 30" e 60"
- temperatura: > 5° C
- pH : 9-11

### **Art. 90 - Pali di fondazione – ancoraggi**

#### Generalità

In linea preliminare si richiamano, per le zone sismiche, le "Norme Tecniche" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **90.1 Scelta del tipo di palificata**

Il tipo di pali da adottare, il diametro, il numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori sulla base dei dati di progetto e di quelli che fornirà l'Appaltatore a seguito delle indagini geotecniche e geologiche che lo stesso potrà essere incaricato di effettuare.

In ogni caso si dovrà tener conto dei vari aspetti che possono influire sull'integrità e sul comportamento dei pali quali la distanza relativa, la sequenza di installazione, i problemi di rifluimento e sifonamento per i pali trivellati, l'addensamento del terreno nel caso dei pali battuti, l'azione del moto di una falda idrica o di sostanze chimiche presenti nell'acqua o nel terreno sul conglomerato gettato in opera, la connessione dei pali alla struttura di collegamento. Dovranno comunque essere rispettate le disposizioni di cui al paragrafo 6.4 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018.

Resta comunque inteso che all'atto esecutivo potranno essere prescritti tipi di fondazione diversi da quelli di progetto senza che per questo l'Appaltatore possa trarne motivo per accampare diritti di sorta o pretendere speciali compensi.

## 90.2 Calcolo della resistenza

Il calcolo della resistenza, occorrendo, sarà effettuato mediante formule dinamiche o statiche opportunamente valutate in rapporto al tipo di palo, alle caratteristiche del terreno, ai risultati delle prove preliminari di carico e all'entità dell'opera da realizzare. In particolare la resistenza di calcolo "Rd" del palo singolo potrà essere determinata con:

- a) metodi di calcolo analitici, dove Rd viene calcolato con riferimento ai parametri del terreno, ottenuti da prove sperimentali, oppure tramite metodi empirici che utilizzano direttamente il risultato di prove in situ (prove penetrometriche, ecc.);
- b) risultati di prove di carico statico su pali di prova;
- c) metodi di calcolo basati sull'osservazione del comportamento dei pali durante la battitura.

Con riferimento ai pali battuti dovrà comunque tenersi presente che il rifiuto si intenderà raggiunto quando, con determinata volata del maglio, l'affondamento non risulterà superiore al limite stabilito in rapporto alla portanza richiesta. A tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione lavori, fermo restando che in alcun caso l'Appaltatore potrà recidere il palo senza preventiva autorizzazione.

Anche per i pali trivellati vale quanto riportato alle precedenti lettere a), b) e c). Stabilita la resistenza caratteristica Rk, il valore della resistenza Rd sarà pari al rapporto  $Rk/R$ , con  $R$  riportata nella Tab. 6.4.II delle "Norme Tecniche". La verifica della capacità portante dell'insieme palo-terreno dovrà comunque essere sempre accompagnata dalla verifica del palo quale componente strutturale. I pali dovranno essere verificati anche nei riguardi di eventuali forze orizzontali.

## 90.3 Stabilità dei pali in gruppo

Nel caso di impiego dei pali in gruppo saranno applicati dei coefficienti di riduzione alle portanze dei singoli pali, supposti isolati.

L'efficienza del gruppo sarà calcolata quantomeno mediante la formula di Converse-Labarre che comporta, per interassi pari a 3 diametri, riduzioni del 10% per impiego di due pali e fino al 20% per impiego di 10 o più pali monofilari. Nel caso di più file la riduzione potrà avvenire fino a circa il 40%. Dovrà inoltre verificarsi che al di sotto del piano di base dei pali, e per una profondità alla quale i carichi sono ancora sensibili, non vi siano strati di terreno molto compressibili la cui stabilità possa essere compromessa dal carico della palificata, né che esistano possibilità di attrito negativo per effetto di compressibilità del terreno attraversato o di consolidamento.

A tali verifiche sarà subordinata la determinazione dell'interasse dei pali, che in ogni caso non sarà inferiore a tre diametri (5 diametri nel caso di palificate sospese).

Per i pali resistenti alla punta dovrà accertarsi il raggiungimento dello strato resistente e l'approfondimento, in detto strato, per una misura non inferiore a tre diametri e, in ogni caso, non inferiore a 1 m.

## 90.4 Pali di prova

La costruzione della palificata potrà essere preceduta dall'esecuzione di pali di prova per i quali la Direzione Lavori fisserà il numero<sup>112</sup>, l'ubicazione, le caratteristiche e le modalità di carico. Sui pali di prova i carichi dovranno essere spinti possibilmente fino a rottura (stato limite oltre il quale il palo affonderà nel terreno sotto carico costante, senza stabilizzazione né ritorno elastico) e ciò specialmente in presenza di terreni plastici o plasticizzabili.

In ogni caso i carichi di prova non saranno mai inferiori a 2 volte i carichi di esercizio (2,5 volte per opere interessanti comunque linee ferroviarie e 3 volte per opere in zone sismiche).

### 90.4.1 Prove di carico – Collaudo

Il collaudo dei pali costituenti la palificazione verrà effettuato con prove di carico che la Direzione Lavori potrà richiedere nel tempo e nel numero che riterrà opportuno, a cura ed a carico dell'Appaltatore, e prima della realizzazione delle strutture che gli stessi saranno destinati a sopportare.

Il carico di prova sarà non inferiore ad 1,5 volte il carico di progetto; il carico di contrasto dovrà essere percentualmente superiore al carico di prova onde garantire con sicurezza il raggiungimento di quest'ultimo. I flessimetri dovranno essere sistemati ad opportuna distanza dall'asse del palo, di norma non inferiore a 2,00 m, e costituiranno i vertici di un triangolo

<sup>112</sup> Per le opere di notevole importanza e quando, per le caratteristiche dei terreni, i risultati delle indagini non consentano di esprimere giudizi affidabili sul comportamento dei pali, tale numero sarà non inferiore all'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

equilatero di cui un lato starà su un diametro del palo. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media dei valori registrati.

Il carico finale di prova dovrà essere raggiunto con incrementi successivi ed uguali <sup>113</sup>, per ciascuno dei quali si effettueranno letture ai flessimetri, la prima immediatamente, le altre entro i primi trenta minuti, le successive ogni trenta minuti fino alla stabilizzazione. Raggiunto il carico previsto esso sarà mantenuto immutato per almeno tre ore, salvo che la Direzione Lavori non ritenesse opportuno prolungare tale durata. Nella fase di scarico, i decrementi avranno valori identici agli incrementi adottati nella corrispondente fase di carico.

La seconda fase di carico avverrà con le stesse modalità della prima, partendo con i flessimetri dalla precedente posizione di scarico (cedimento permanente) e pervenendo fino al carico di rottura nel caso di pali di prova o al carico di prova nell'entità precedentemente fissata. Raggiunto il massimo carico, si manterrà lo stesso per non meno di 24 ore e successivamente, salvo diversa disposizione, lo si riporterà a zero con le modalità già descritte. Sarà buona norma eseguire durante la prova una serie di scarichi (almeno tre di cui uno al carico di esercizio) per potere leggere il ritorno elastico.

La esecuzione preliminare dei saggi per l'accertamento delle caratteristiche geognostiche, la redazione dei calcoli e la esecuzione delle prove statiche, non escludono la piena e completa responsabilità dell'Impresa in ordine alla stabilità delle fondazioni.

Sono altresì a carico dell'Impresa tutti gli oneri per l'esecuzione di indagini non distruttive (ultrasuoni, impulsi elettrici) richieste dalla D.L. per verificare la continuità e consistenza raggiunta nel getto dei pali. Restano a carico dell'Amministrazione i compensi da corrispondere ai laboratori per l'esecuzione delle prove.

#### 90.5 Registro delle annotazioni

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati il numero ed il tipo dei pali eseguiti, la profondità raggiunta da ciascun palo, i materiali impiegati, le modalità esecutive e per i pali battuti, il peso del maglio, il numero dei colpi, l'altezza di percussione ed il rifiuto.

Su tale registro verranno altresì verbalizzate le prove di carico che saranno in particolare corredate dai seguenti elementi:

- la pianta della fondazione con l'indicazione del palo sottoposto a prova;
- la natura e la stratigrafia del terreno attraversato con l'indicazione del livello delle acque freatiche;
- la dimensione e la natura del palo e, per i pali in c.a., il tipo e la data di fabbricazione, il dosaggio del calcestruzzo, l'armatura di ferro e la forma della puntazza; per i pali gettati in opera, il diametro del tubo, la forma ed il consumo di calcestruzzo;
- il risultato dell'infissione del palo, il rifiuto per ogni serie di colpi al minuto, il peso del maglio e la caduta, il peso del cuscinetto ammortizzatore, il tipo di battipalo impiegato;
- il giorno e l'ora di inizio della prova e le relative condizioni atmosferiche;
- i dati relativi al martinetto idraulico, ai flessimetri e loro posizione, al manometro, alle curve di taratura ed allo schema delle prove;
- il diagramma carichi-cedimenti costruito in base alle letture effettuate durante la prova ed il diagramma tempi-cedimenti;
- le tabelle cronologiche riportanti le letture al manometro, il carico in tonnellate, le letture ai singoli flessimetri e la relativa media;
- le eventuali osservazioni circa i fatti anormali avvenuti durante la prova.

#### 90.6 Diagrammi delle prove di carico – Cedimenti

Eseguite le prove di carico dovrà porsi riguardo che l'analisi e l'interpretazione degli elementi raccolti non venga limitata alla portata dei singoli pali, ma venga studiata l'intera fondazione nel suo insieme tenendo presenti le caratteristiche dei terreni e le condizioni generali di progetto. Comunque, ove fosse stato determinato con sufficiente sicurezza il carico di rottura su pali di prova, il carico ammissibile (o di esercizio) non dovrà essere superiore al 50% del valore determinato.

Per quanto concerne i cedimenti dei pali si potrà far riferimento a quanto previsto nel progetto esecutivo al fine di valutare l'ammissibilità o meno degli stessi.

#### 90.7 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa 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.

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 dei Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

<sup>113</sup> Di norma non superiore a 50 kN per il palo da 40 cm di diametro, salvo il caso di elevate portate e diametri maggiori per cui potrà avversi un incremento proporzionale al quadrato dei diametri.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa 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.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa 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 dei Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

## 90.8 Pali in legno

### 90.8.1 Caratteristiche del materiale

Il legname per i pali dovrà essere di essenza forte o resinosa (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano) ed immune da difetti. Soltanto pali per fondazioni sempre sommerse, perture, opere provvisorie, potranno essere di essenze inferiori, sempreché privi di difetti gravi che ne indeboliscano notevolmente la resistenza.

I pali dovranno essere preventivamente trattati con sostanze antisettiche (creosoto, cloruro di zinco, solfato di rame, ecc.) che li proteggano da carie (da funghi), insetti e molluschi. L'iniezione potrà farsi per semplice immersione a caldo o a freddo o per compressione meccanica in vaso chiuso ad alta temperatura (metodo Rüping).

### 90.8.2 Preparazione e infissione

I pali dovranno essere foggiati a punta, saranno diritti e scortecciati e, se ordinato, saranno muniti ad una estremità di opportune cuspidi di acciaio o di ghisa. La testa invece, spianata e regolarizzata, sarà sempre munita di ghiera metallica di protezione.

I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata (non inferiore a 40 kN/m e non superiore a 70 kN/m). Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata) non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo dovrà offrire<sup>114</sup>.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione, o deviasse, dovrà essere rimosso e surrogato da altro palo a cura e spese dell'Appaltatore. Le ultime volate dovranno essere sempre effettuate in presenza di un assistente della Direzione e l'Appaltatore non potrà in ogni caso recidere alcun palo senza la preventiva autorizzazione.

## 90.9 Pali in calcestruzzo costruiti fuori opera

### Generalità

I pali in argomento potranno essere o del tipo a sezione piena (circolare o poligonale), opportunamente vibrati in forme verticali, o a sezione cava centrifugati. In ogni caso saranno realizzati con la più scrupolosa osservanza delle norme sui cementi armati, avranno alto dosaggio di cemento (pozzolanico o d'alto forno), resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>, armatura idonea alle condizioni di impiego (con copriferro di almeno 3 cm) e saranno dotati, all'estremità inferiore, di robuste puntazze metalliche saldamente ancorate al conglomerato.

L'infissione dei pali dovrà essere effettuata sino a rifiuto con idoneo battipalo<sup>115</sup>, curando al massimo la cerchiatura della testa con ghiera di acciaio e interposizione di idoneo ammortizzatore<sup>116</sup> tra testa e maglio onde evitare rotture e lesioni. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito dell'infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo dovrà offrire<sup>117</sup>.

Nei terreni ghiaiosi o sabbiosi la prima parte dell'affondamento potrà farsi, oltre che con la battitura, anche con l'ausilio di acqua in pressione, attraverso fori realizzati lungo l'asse del palo o con tubo metallico. Occorrerà registrare il numero di colpi necessario all'affondamento dei pali per ciascun tratto di 50 cm finché la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5 ÷ 2 cm; ove la resistenza risulti maggiore, la registrazione sarà effettuata per ciascun tratto di 10 cm. Sul fusto dei pali saranno pertanto riportate tacche di graduazione, a partire dalla punta, con interdistanza di un metro o inferiore. Qualora durante l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni o deviazioni d'asse non tollerabili, i pali dovranno essere rimosso e sostituiti.

### 90.9.1 Pali in cemento armato vibrato a sezione piena

Avranno dimensione laterale minima non inferiore a 30 cm per lunghezze inferiori a 10 m ed a 40 cm per lunghezze fino a 15 m. Per pali molto lunghi la rastremazione dovrà essere dell'ordine dell'1÷1,5%.

<sup>114</sup> Il regolamento tedesco DIN 1054 prescrive per i pali in legno, infissi in terreno ordinario per almeno 5 m ed appoggiati su uno strato resistente, un carico massimo di 30-35-40 t rispettivamente per pali di diametro medio di 30-35-40 cm, sempre che il rifiuto medio dell'ultima serie di 10 colpi sia inferiore a 2 mm.

<sup>115</sup> Nel caso di impiego di battipalo con maglio a caduta libera, il peso di quest'ultimo sarà dell'ordine di 20 ÷ 40 kN e comunque non inferiore al peso del palo mentre l'altezza di caduta non dovrà superare i 2,50 m.

<sup>116</sup> L'ammortizzatore sarà costituito di norma da un doppio bicchiere in fusione di acciaio con anima (cuscinetto) in legno duro o legno e gomma fondellati con dischi dilamiera.

<sup>117</sup> L'onere dei pali di saggio risulta a carico dell'Appaltatore.

L'armatura longitudinale sarà compresa tra il 2 ÷ 4% della sezione del palo; la staffatura sarà possibilmente a spirale, con frettaggi di rinforzo alle estremità.

#### **90.9.2 Pali in cemento armato centrifugato**

Avranno sezione cava, forma tronco conica rastremata, e saranno confezionati in appositi stabilimenti con conglomerato di alta qualità ed acciaio con carico di rottura non inferiore a 735 N/mm<sup>2</sup>.

In rapporto alla lunghezza dei pali, da 6 a 18 m ed anche oltre, dovranno inoltre aversi le seguenti caratteristiche minime: diametro in punta da 22 a 24 cm; spessore medio delle pareti da 6 a 10 cm; numero di tondi longitudinali da 8 a 16; diametro dei tondi da 8 a 12 mm. I pali saranno muniti in testa di anelli di rinforzo adeguati.

### **90.10 Pali in calcestruzzo costruiti in opera**

#### **90.10.1 Pali battuti o pressati**

I pali in argomento, del tipo Simplex e derivati, Franki e simili, saranno eseguiti conficcando nel terreno, con uno dei sistemi in uso o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo in esecuzione, fino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo dovrà sostenere, quale risulterà dai calcoli o dalle prove effettuate.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di punzette metalliche o di cemento armato, atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi in opera.

Ultimata l'infissione del tubo-forma, verrà realizzato a mezzo di maglio cadente entro lo stesso, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo, con basso rapporto acqua-cemento e classe non inferiore a Rck 25 N/mm<sup>2</sup>; con lo stesso criterio verranno realizzati la canna ed i bulbi intermedi, curando che il materiale sia versato tratto a tratto, in volumi modesti e pressato o battuto in modo da espandersi nelle masse terrose circostanti..

L'introduzione del calcestruzzo nel tubo-forma avverrà mediante una tubazione convogliatrice immersa nel precedente getto o mediante benna speciale automatica. Durante il getto verrà evitato con ogni mezzo (incamiciatura o altro), il dilavamento del calcestruzzo per eventuali falde freatiche o correnti subalvee. Il tubo-forma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo<sup>118</sup>.

Eventuali armature metalliche, interessanti in tutto o in parte la lunghezza del palo, verranno collocate prima dell'inizio del getto nel tratto interessato adottando poi ogni precauzione per garantirne stabilità di posizione e di forma.

Qualora il palo non fosse completamente armato, in testa allo stesso, per il collegamento con le strutture soprastanti, verranno annegati dei ferri longitudinali, costituiti da un minimo di 5 Ø 16 (e comunque di sezione complessiva non inferiore al 5% della superficie della testa del palo), annegati nel palo per una lunghezza pari a quattro diametri dello stesso ed emergenti per una lunghezza pari a 40 diametri dei tondi impiegati. Tali ferri saranno staffati con spirale Ø 8 di passo non superiore a 20 cm.

Ultimata l'esecuzione ed eseguite le dovute prove di carico, sotto le strutture di collegamento delle testate dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro di spessore non inferiore ad 1/5 del diametro del palo ed in ogni caso non inferiore a 15 cm. Lo stesso dicasi per i pali di cui al seguente punto 130.10.2.

#### **90.10.2 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.  
Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro.
- la perforazione "a fango" non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-finì previa autorizzazione scritta della D.L. ma in questo caso restano a carico dell'impresa tutti gli oneri derivanti dall'utilizzo di tale tecnologia.

Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo-forma), con elemento di estremità fornito di ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo, oppure per mezzo di speciali trivelle o sonde di percussione. Il tubo metallico, ove non fosse di un solo pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione e coassialità del palo.

La posa in opera del calcestruzzo e dell'armatura metallica e il sollevamento del tubo-forma avverranno con i criteri descritti al punto precedente. Il cemento sarà di tipo pozzolanico o d'alto forno; la classe del calcestruzzo non inferiore a Rck

<sup>118</sup> Si avrà cura in particolare che l'estremità inferiore del tubo-forma rimanga sempre almeno 100 cm sotto il livello superiore raggiunto dal conglomerato.

25 (N/mm<sup>2</sup>). Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire un copriferro di 5 cm.

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 attrezature fresanti.

L'uso di queste attrezature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciamento del tratto di palo interessato con un controtubo di lamierino leggero. Con particolare cura saranno poi evitate soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo (per "tappi" o inclusioni di materiale teroso) e ciò specialmente all'atto dello sfilamento del tubo.

La realizzazione del fusto con sistema "Prepakt" o simili sarà ritenuta idonea solo a saturazione totale dei vuoti tra gli inerti, mediante iniezioni, da controllare con apposito manometro.

La rasatura delle teste dei pali dovrà essere eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti nei quali le caratteristiche del conglomerato non dovessero rispondere a quelle previste. In tal caso l'Appaltatore sarà tenuto a procedere a sua cura e spese al prolungamento del palo sino alla quota del plinto.

#### Armature metalliche

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali o in alternativa da staffe secondo i disegni esecutivi di progetto.

Le armature saranno pre-assemblate 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.

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 cm.

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 potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso. L'Impresa esecutrice 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.

#### 90.10.3 Pali a grande diametro

Se non diversamente disposto, potranno essere realizzati con qualunque tipo di attrezzatura (a rotazione, a percussione, a roto-percussione) e con contemporaneo impiego di tubo-forma, purché venga garantita la perfetta calibratura dello scavo e venga posta la massima cura atta ad evitare frammenti delle pareti del foro. Per i pali realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tubo-forma lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione, a seconda della natura del terreno. I fanghi avranno il dosaggio prescritto dalla Direzione Lavori e potranno essere statici o a circolazione inversa.

Il fusto del palo, in rapporto alle prescrizioni, potrà essere realizzato con conglomerato cementizio di classe Rck 30 (N/mm<sup>2</sup>), con sistema "prepakt" o con malta colloidale ("colgrout"). Con gli ultimi due sistemi, da impiegarsi di norma in presenza di acqua, si introducirà nel pilone di scavo l'aggregato (ghiaia o pietrisco) e s'inerterà quindi sotto pressione una malta cementizia di particolari caratteristiche antidilavanti<sup>119</sup>.

<sup>119</sup> In condizioni normali per un metro cubo di ghiaia (con il 40% di vuoti) occorreranno 400 litri circa di malta. Questa, con il sistema "prepakt", sarà composta da 200 kg di cemento tipo 425, 100 kg di additivo speciale siliceo (tipo Alfesil) e 300 kg di sabbia (passante al 2 UNI 2332); nel tipo colloidale si

#### 90.10.4 Pali tipo Raymond

Per i pali previsti con tubo-forma metallico perduto, lo scavo dovrà avvenire, per adeguata lunghezza, senza asportazione di terreno e l'infissione del tubo sarà effettuata con percussione in sommità oppure per trascinamento, mediante apposito mandrino, a seconda che si tratti di elemento in lamiera liscia oppure corrugata elicoidalmente. In quest'ultimo caso, il mandrino sarà battuto con maglio di inerzia non inferiore a 2,5 tm per ogni colpo.

I rifiuti che si verificheranno durante l'infissione saranno registrati e formeranno base di riferimento per il calcolo di portanza del palo.

Particolare cura dovrà essere posta perché siano evitate rotture sia alla base che sulle superfici laterali del tubo. Ove ciò dovesse avvenire, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al riempimento del tubo ed alla conseguente sostituzione. Il getto pertanto, che sarà effettuato con le modalità in precedenza descritte, non potrà essere eseguito prima che la Direzione Lavori abbia verificato l'integrità del tubo-forma.

#### **90.11 Micropali**

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\leq 250$  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.

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.

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'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL 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 rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, 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 (Cu) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$cu \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

---

otterrà invece centrifugando, in appositi miscelatori, la sabbia con il cemento in presenza di acqua, nel rapporto in peso sabbia/cemento da 1/1 a 3/1 (secondo prescrizione).

## 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 DL;
- 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:  $\pm 5 \text{ cm}$ ;
- lunghezza:  $\pm 5 \text{ cm}$ .

## Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Si ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

## Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio di caratteristiche meccaniche pari a quelle previste da progetto, senza saldatura longitudinale.

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'inezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8 \text{ mm}$ ) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5 \text{ mm}$ , 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 coprifero minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

## 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 altoforni, 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'Impresa 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 :

$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \geq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1  $\text{m}^3$  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 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

acqua	:	300 kg
cemento	:	600 kg
additivi	:	5 ÷ 10 kg
inerti	:	1100 ÷ 1300 kg

#### Formazione del fusto del micropalo

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 <sup>3</sup> 10 m<sup>3</sup>/min
- pressione 8 bar.

Completata la perforazione e rimossi i detriti, 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 <sup>3</sup> 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 sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscelazioni con il fluido di perforazione. Si dovrà accettare 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.

## **90.12 Pali speciali**

### 90.12.1 Pali di sabbia

Avranno per scopo il drenaggio e il consolidamento accelerato dei terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati e si eseguiranno perforando con tubo-forma il terreno, senza asportazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla, e successivamente riempiendo la cavità con sabbia pulita vagliata, monogranulare e della granulometria prescritta.

I pali di sabbia saranno collegati in sommità da uno strato di sabbia non inferiore a 50 cm, da estendersi al di fuori del piede del terrapieno e della fondazione.

### 90.12.2 Pali di costipamento (vibroflettazione)

Avranno per scopo il costipamento superficiale di terreni incoerenti, sabbiosi o ghiaiosi, e comunque anche di terreni coerenti, di natura essenzialmente argillosa, molto plastici, torbosi, ad alto contenuto di acqua.

La formazione del palo (o compattazione in colonna) avverrà per mezzo di uno speciale vibratore meccanico (vibroflet) di potenza non inferiore a 25 kw, dotato di una massa eccentrica tale da sviluppare, in rotazione, una forza centrifuga non inferiore a 100 kN (10 t). La macchina funzionerà con forte getto di acqua in pressione nella pare terminale dell'attrezzo; l'affondamento avverrà per la vibrazione e la simultanea saturazione della sabbia con acqua. Il cratere formantesi in superficie dovrà essere alimentato continuamente con sabbia o ghiaia fino a saturazione.

### 90.12.3 Pali di consolidamento (jet grouting)

Saranno costituiti da colonne consolidate di terreno ottenute mediante perforazione dello stesso senza asportazione di materiale e successiva iniezione ad elevata pressione, a mezzo di aghi rotanti perforati, di miscele consolidanti rispondenti ai requisiti di progetto ed approvate dalla Direzione Lavori. La stessa dovrà peraltro approvare l'intero procedimento realizzativo con particolare riguardo ai seguenti parametri: qualità, dosaggio e pressione delle miscele consolidanti; rotazione e tempo di risalita delle aste di iniezione; modalità di controllo dei parametri stessi, eventuale impiego di armature. A tal fine l'Appaltatore dovrà predisporre un opportuno campo prove.

Per la realizzazione del jet-grouting<sup>120</sup> saranno utilizzate delle aste di perforazione con valvola elettrica all'estremità inferiore dotata di uno o più ugelli ( $\varnothing 1,5 \div 3$  mm); le fasi del trattamento saranno:

- andata o perforazione, in cui le aste saranno inserite fino alla profondità richiesta;
- ritorno o estrazione e contemporanea iniezione ad altissima pressione (300  $\div$  600 bar) della miscela<sup>121</sup>.

La sospensione cementizia avrà un rapporto cemento/acqua pari a 0,5  $\div$  1, da determinare in base a: granulometria; permeabilità o grado di umidità delle formazioni coesive a bassa permeabilità. La portata di iniezione sarà di norma di 1  $\div$  3 litri/s e il volume di miscela iniettata di 200  $\div$  350 litri/s corrispondente al 60  $\div$  70% del volume di terra trattato. Le aste avranno velocità di risalita di 25  $\div$  50 cm/min. e velocità di rotazione di 10  $\div$  20 giri/min secondo prescrizione.

Il campo prove, mirato alla definizione dei parametri di iniezione, sarà costituito da n. 10<sup>122</sup> colonne, realizzate fino ad una profondità di 4,00 m ed a interasse di 1,00 m, ottenute variando la pressione di iniezione, il diametro e la disposizione degli ugelli, la composizione della miscela di iniezione e gli altri parametri.

Su tali colonne verranno eseguite le seguenti prove:

- prove in situ mediante carotaggio continuo, di tutte le colonne e per l'intera loro lunghezza;
- prove in laboratorio su campioni significativi, di dimensioni rispondenti alle norme sui calcestruzzi;
- prove di rottura a compressione semplice, con rilievo della curva sforzi-deformazioni, da eseguire dopo 28 giorni di maturazione della miscela per terreni incoerenti, dopo 40 giorni per terreni coesivi;
- prova di trazione brasiliana;
- prova triassiale.

Il controllo sistematico dei parametri di lavoro (pressione, portata, quantitativi di miscela immessa) dovrà essere attuato mediante opportune apparecchiature di registrazione e controllo automatico.

Le colonne di prova saranno portate alla luce previa asportazione del terreno circostante, quindi ispezionate, misurate e fotografate. I campioni carotati dovranno presentare una resistenza caratteristica non inferiore a 10 N/mm<sup>2</sup>; le colonne un diametro non inferiore a 60 cm.

I risultati del campo prove dovranno essere raccolti in un rapporto tecnico dove saranno rappresentati i parametri e le modalità di lavoro ed i risultati ottenuti.

### 90.13 Ancoraggi

#### Generalità

Saranno di norma differenziati in relazione al tipo di armatura impiegata ed alle modalità di lavoro della stessa<sup>123</sup>. Qualunque sia in ogni caso il tipo di ancoraggio, questo dovrà essere realizzato nel rispetto delle prescrizioni di cui al paragrafo 6.6 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018 e, per quanto non incompatibile, nel rispetto delle "Raccomandazioni" pubblicate dall' AICAP sull'argomento, tenendo peraltro presente che l'esecuzione dei tiranti dovrà essere preceduta da "prove di verifica" così come prescritto al comma 4, punto 6.6.4 delle norme citate.

In ogni caso lo studio dell'ancoraggio richiederà una valutazione preventiva della resistenza limite a trazione, cui dovrà seguire una conferma sperimentale con prove di trazione in sito. Tali prove dovranno essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno e saranno in numero che stabilirà la Direzione Lavori in rapporto all'estensione degli ancoraggi e alla uniformità o meno delle caratteristiche del sito di impianto<sup>124</sup>.

La prova di collaudo consisterà in un ciclo semplice di carico e scarico nel quale l'ancoraggio sarà sottoposto ad una forza pari ad 1,2 volte il previsto sforzo di esercizio.

Gli ancoraggi, in generale, sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni

<sup>120</sup> Il jet-grouting potrà essere prescritto in qualunque terreno che richieda un miglioramento delle proprietà meccaniche, in particolare in terreni incoerenti e debolmente coesivi. Potrà essere applicato anche sotto falda in presenza di moti di filtrazione con velocità dell'ordine di 0,1 cm/s, con l'utilizzo di particolari miscele. Nei terreni così trattati la permeabilità finale dovrà risultare nulla.

<sup>121</sup> Stabilità la portata in base al diametro degli ugelli ed alla pressione, la velocità di risalita sarà data dal volume specifico di miscela da iniettare.

<sup>122</sup> N. 10 colonne, se non diversamente prescritto dalla Direzione Lavori.

<sup>123</sup> Questa potrà essere costituita da una normale barra di acciaio alettato, da una barra diwidag o da un tubo di acciaio del tipo Tubfix (chiodi e bulloni di ancoraggio) o, infine, da barre, fili o trefoli di acciaio armonico (tiranti di ancoraggio).

<sup>124</sup> Si richiamano, sull'argomento, le prescrizioni di cui al punto 6 delle Raccomandazioni AICAP.

- Chiodi.

#### 90.13.1 Tiranti di ancoraggio

Sono costituiti da elementi orizzontali o suborizzontali di collegamento tra strutture di calcestruzzo semplice ed armato (verticali o variamente inclinate: muri di contenimento, di controripa, diaframmi, pareti perimetrali di fondazioni. ecc.) ed il terreno retrostante. Hanno lo scopo di assorbire le spinte da monte, per consolidamento di opere preesistenti o in opere da costruire, laddove le conseguenti sollecitazioni non possono essere trasmesse alla base del muro.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

I tiranti sono costituiti da nuclei d'acciaio ad elevato limite elastico tipo c.a.p. - formati con fili, trecce, trefoli, barre – alloggiati in appositi fori dove sono avvolti da boiacca ed ancorati saldamente al terreno mediante la parte terminale (bulbo): sono sottoposti ad adeguata tensione preventiva attraverso l'apposita testa d'ancoraggio

Gli acciai impiegati nei tiranti dovranno essere conformi alle specifiche legislative relative agli acciai da c.a.p.

Gli apparecchi di testata e gli altri particolari costruttivi alle specifiche di cui alla circolare superiormente citata. Tutti i materiali dovranno comunque provenire da unico produttore ed essere marchiati.

Le miscele di malta cementizia dovranno avere un tempo di percolamento, al cono di Marsh, compreso tra 20 e 30 secondi; miscele speciali potranno venire ammesse solo se certificate dal produttore che dovrà anche depositare un protocollo di impiego.

Le guaine dovranno essere di polietilene o polipropilene; potrà essere ammesso l'uso di PVC purché sia garantita l'esclusione di emissione di ioni cloro. I condotti di iniezione dovranno avere una pressione di scoppio non inferiore ad 1 MPa (1 N/mm<sup>2</sup>); i tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili e resistenti alla pressione di iniezione.

#### Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di ±2°;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

#### Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il perforo potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature. Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni scolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, la fase finale del lavaggio sarà eseguita con sola aria.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scamanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

#### Connessione al terreno

Il riempimento dell'intercapedine tra tubo guaina in acciaio ed il foro con la miscela, dovrà essere eseguito entro e non oltre le 12 h dall'ultimazione delle operazioni di perforazione; le fasi di iniezioni saranno effettuate in accordo a quanto previsto successivamente.

##### ----- Iniezione semplice

Si eseguirà il riempimento con la miscela, sia dell'intercapedine tra la guaina ed il foro, che di tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante; tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto disfato.

L'iniezione semplice è adatta: in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti ed osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finché interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione sia rispettata.

##### ----- Iniezione ripetuta in pressione

È adatta in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 500 MPa. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezione residue di 0,8-1,5 MPa, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante e ad instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.

#### 90.13.2 Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

##### Tolleranze geometriche

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio.

##### Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio. Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ( $\Phi \leq 80 \div 100$  mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

##### Connessione al terreno

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio, sia per le iniezioni di 1<sup>a</sup> fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

#### 90.13.3 Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

##### Tolleranze geometriche

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio.

##### Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio.

##### Connessione al terreno

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio.

#### 90.13.4 Tesatura

La tesatura degli ancoraggi attivi procederà in conformità al programma di progetto (gradini di carico, di norma pari ad un quarto del tiro finale di progetto, tempi, misure e registrazioni con una tolleranza del  $\pm 5\%$  rispetto ai valori nominali<sup>125</sup>). La pretensione sarà effettuata solo dopo sufficiente maturazione del bulbo di ancoraggio (28 giorni o meno dall'ultima iniezione secondo il tipo di miscela). In caso di cedimenti all'atto del tiro, saranno sospese le operazioni per riprendere le iniezioni del bulbo di ancoraggio.

L'ultimo passo della tesatura potrà essere sovradimensionato per tenere conto delle successive perdite nel cavo stesso; in subordine, esaurite le perdite, il cavo dovrà essere ritesato in modo da riportarsi al valore finale di progetto.

#### 90.13.5 Collaudo

Il numero degli ancoraggi da sottoporre a collaudo, come pure l'ubicazione, verrà concordato con la Direzione Lavori lasciando accessibili le teste d'ancoraggio.

#### 90.13.6 Rapporto tecnico

Per ciascun ancoraggio devono essere compilati i rapporti relativi alla varie fasi esecutive dove saranno annotate almeno le seguenti informazioni: tipologie di perforazione adottate e caratteristiche dei terreni attraversati; composizione del tirante e protezioni; modalità esecutive delle iniezioni e tipologia della miscela; fasi di taratura e modalità di controllo delle misurazioni.

I rapporti saranno compilati su moduli indicativamente conformi a quelli riportati al punto 3.9 delle Raccomandazioni AICAP.

### **Art. 91 - Palancole – diaframmi di pali – diaframmi continui**

#### **91.1 Palancole**

##### 91.1.1 Palancole in legno

Saranno formate da tavole di faggio o abete di prima qualità, di dimensioni minime 8 x 25 cm con giunzioni lavorate a incastro o a battente; i pannelli saranno delimitati da pali in legno ogni 2,00 m, controventati orizzontalmente. L'infissione avverrà come per i pali in legno.

##### 91.1.2 Palancole metalliche

Potranno essere a "U" (tipi Larssen-Carnegie), ad "S", a "Z" (tipo Krupp-Hoesh) o a sezione chiusa tubolare, in rapporto alle prescrizioni; dovranno rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego, elevata protezione contro le corrosioni.

##### 91.1.3 Palancole in cemento armato

Usate come diaframmi in opera definitivi, potranno essere, al pari dei pali, prefabbricate fuori opera o formate in opera (tipo Franki, ecc.); in ogni caso avranno spessore ed armatura adeguati alle sollecitazioni di lavoro e giunzioni ad incastro rese impermeabili, per il tipo prefabbricato ed infisso, da apposite iniezioni di cemento.

L'infissione o la formatura in opera con casseformi estraibili avverrà con le procedure e le cautele in particolare riportate per i pali al precedente art. 64.

#### **91.2 Diaframmi**

##### 91.2.1 Diaframmi di pali trivellati

Saranno costituiti da pali realizzati in accostamento, nel tipo Wolfsholz o similari, costipati con aria compressa. L'esecuzione dovrà avvenire con particolare cura; il getto del calcestruzzo di un palo dovrà essere fatto dopo avere già infisso il tubo-forma del palo successivo.

Se per la natura del terreno (ciottoli grossi, trovanti, ecc.) non si riuscisse ad affondare nel terreno i due tubi-forma a perfetto contatto, dovrà opportunamente cementarsi, con adeguate iniezioni, la zona di terreno interposta tra i due pali.

##### 91.2.2 Diaframmi continui eseguiti con impiego di fanghi di bentonite

Saranno costituiti da vere e proprie pareti di calcestruzzo, di spessore e profondità rapportati alle esigenze di impiego, armate o meno, a sezione costante, continua e monolitica fra giunto e giunto, formate in opera.

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi bentonici e con procedure e mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso. Per il getto del conglomerato e le

<sup>125</sup> In particolare il cantiere sarà dotto di un manometro campione, di recente taratura, con possibilità di montaggio in parallelo con quello di servizio.

eventuali armature si procederà come per i pali realizzati con analogo sistema. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti si da garantire la più assoluta impermeabilità.

Sarà altresì cura dell'Appaltatore presentare in tempo utile, alla Direzione, i calcoli e i disegni esecutivi precisando, nel contempo, le modalità di esecuzione per tutte le fasi del lavoro. Il numero e le dimensioni dei singoli pannelli, come pure l'ordine di realizzazione degli stessi, potranno essere comunque fissati o variati dalla Direzione Lavori, senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto ad alcun speciale compenso.

Eventuali manchevolezze che venissero a scoprirsi per l'apertura degli scavi dovranno essere eliminate a cura e spese dell'Appaltatore con i provvedimenti che riterrà opportuno il Direttore dei lavori.

## Art. 92 - Cappe sui volti e impermeabilizzazioni in genere

### Generalità

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. Il piano di posa delle opere murarie dovrà essere ben livellato ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni.

I materiali da impiegare nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui all'art. 60.23 del presente Capitolato. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale).

Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide <sup>126</sup> in particolare. Tale protezione dovrà possedere tra l'altro i seguenti requisiti:

- essere inattaccabile dalle soluzioni saline normalmente impiegate;
- possedere una aderenza al manufatto (se impiegata direttamente sotto pavimentazione) non inferiore a quella dei conglomerati bituminosi;
- offrire ai superiori strati di pavimentazione un'aderenza non inferiore a quella che gli stessi avrebbero in assenza di protezione;
- avere caratteristiche di plasticità e/o di elasticità tali da assorbire senza danni (fino a -15 °C) le compressioni e le vibrazioni indotte dal traffico;
- avere sufficiente consistenza da sopportare, senza danni, le successive operazioni di cantiere ed in particolare la stesa ed il successivo rullaggio del conglomerato bituminoso a caldo (circa 140 °C).

### 92.1 Cappe

#### 92.1.1 Cappe in cemento

Lo smalto da distendersi sull'estradossa e sui rinfianchi dei volti sarà costituito con un impasto formato da una parte di malta cementizia a 500 kg di cemento e da due parti di pietrischetto e graniglia 10/15 e 5/10. Lo smalto sarà posto in opera su superficie ben pulita e lavata e verrà disteso quando la stessa fosse ancora umida.

Raggiunta sufficiente consistenza lo smalto verrà estradossato con fine malta cementizia, opportunamente protetta in fase di essiccamiento. A lavoro ultimato, lo spessore totale della cappa dovrà risultare non inferiore a 5 cm.

#### 92.1.2 Cappe in asfalto naturale

La cappa asfaltica per impermeabilizzazione di qualsiasi superficie avrà di norma uno spessore non inferiore ad 8 mm e sarà applicata su apposito massetto di sottofondo, costituito come in precedenza o, nel caso di strutture in conglomerato cementizio, direttamente sulla superficie da trattare, opportunamente regolarizzata, asciutta e depolverata o, se prescritto, intonacata con malta cementizia. Ove le strutture da trattare fossero in metallo o in conglomerato cementizio, sarà conveniente interporre tra il manto e la superficie uno o più strati di cartonfeltro bitumato (o velo di vetro), ancorato con bitume liquido o emulsione bituminosa basica.

La malta asfaltica per l'impermeabilizzazione sarà ottenuta dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice di rocce asfaltiche di cui al punto 60.23.2 del presente Capitolato o di polvere di roccia asfaltica di cui al punto 2 della UNI 4377 con bitume. Per l'applicazione la malta dovrà comunque presentare i requisiti prescritti al punto 2 della norma UNI 5660.

L'applicazione della malta sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte e depolverate, la cui pendenza, fatta eccezione per i raccordi, non dovrà risultare superiore al valore dell'8%. La malta, previamente scaldata a temperatura non superiore a 180 °C ed energicamente mescolata, sarà applicata a temperatura compresa tra 140 ÷ 150 °C, facendo in modo che vengano evitate occlusioni d'aria o di vapori in genere. La malta sarà distesa a strisce parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio di opportune guide metalliche; sarà quindi compressa e spianata con spatole di legno. Particolare cura dovrà

<sup>126</sup> Soluzioni che dette acque formano con i cloruri normalmente impiegati come antigelo nella stagione invernale.

essere posta nelle giunture dei pannelli onde realizzare, con l'impiego di malta a più alta temperatura, la perfetta saldatura tra gli stessi.

A protezione ed integrazione della cappa asfaltica sopra descritta, potrà essere steso un successivo strato composto dal 60  $\div$  45% di mastice d'asfalto, dal 35  $\div$  45% di sabbia e graniglia e dal 5  $\div$  10% di bitume. Si avrà cura che in questo caso la stesa del materiale avvenga in senso normale a quello seguito per il primo strato.

## 92.2 Impermeabilizzazioni con membrane bituminose

### Generalità

La posa delle membrane sarà effettuata in condizioni atmosferiche favorevoli su superficie liscia, asciutta, depolverata e priva di asperità.

La posa dei teli delle membrane potrà avvenire in senso ortogonale alla pendenza, partendo dal punto più basso, o in senso parallelo, partendo dal punto più alto, secondo prescrizione; nel caso di supporto piano, partendo dai bocchettoni di scarico. I giunti trasversali dovranno avere uno sfalsamento di almeno 30 cm. Nel caso fosse prevista la posa di un secondo strato, questo verrà collocato a cavallo delle sormonte dello strato inferiore e sarà posato in completa aderenza.

### 92.2.1 Posa in opera delle membrane – Tipologie

Le modalità di posa previste per le membrane potranno essere di tre tipi: in aderenza, in semiaderenza e in indipendenza. La scelta sarà devoluta al progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori.

La posa in aderenza, consistente nel totale incollaggio delle membrane al supporto, sarà preceduta dall'applicazione sul supporto di un "primer" essa avverrà, dopo perfetta essiccazione dello stesso, a mezzo di apposito bruciatore a gas la cui fiamma sarà diretta tra membrana e superficie di posa; il tempo di fusione del film esistente sulla faccia inferiore regolerà la velocità di avanzamento.

La posa in semi-aderenza, consistente in un incollaggio parziale delle membrane al supporto, sarà effettuata interponendo, tra membrane e supporto uno strato di separazione perforato e provvedendo all'incollaggio per punti (chiodi di bitume). Le superfici perimetrali, comunque, e quelle particolari di cui alle generalità, saranno trattate in completa aderenza; in tali zone evidentemente non si darà luogo alla posa dello strato perforato. Nel caso di posa con pendenza superiore al 20% le membrane verranno fissate meccanicamente in testa.

La posa in indipendenza, consistente nella eliminazione di ogni collegamento tra membrane e supporto, richiederà per queste una protezione pesante sulla parte superiore ed uno strato di scorrimento (idoneo ad evitare interazioni chimico fisiche con il supporto) nella parte inferiore. Il fissaggio perimetrale, da effettuarsi in ogni caso, potrà essere realizzato a caldo o a mezzo di viti o chiodi galvanizzati a testa larga muniti di piastre di ripartizione e idonee guarnizioni, secondo prescrizione. Le teste dei chiodi saranno coperte con pezzi di membrana incollate.

### 92.2.2 Saldatura dei giunti

Sarà effettuata secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione tenendo conto, in rapporto al materiale impiegato, degli eventuali prodotti integrativi o delle particolari istruzioni fornite dal produttore. Di norma comunque le sormonte saranno trattate a mezzo di saldatura termica effettuata con bruciatore; ulteriori tecniche potranno essere l'impiego di bordi autosaldanti (per le membrane appositamente predisposte) e l'uso di adesivi e/o nastri biadesivi.

Con il sistema termico (alla fiamma), le sormonte laterali (larghezza non inferiore a 10 cm) e quelle di testa (larghezza non inferiore a 15 cm) saranno realizzate fondendo i bordi delle membrane fino ad ottenere, all'atto della sovrapposizione, la fuoriuscita del "compound" fuso; tale materiale, mantenuto caldo, sarà spalmato con idonea cazzuola fino a costituire nastro di sigillo.

Con il sistema autosaldante a freddo, la saldatura avverrà per semplice sovrapposizione e rullatura, previa rimozione del nastro protettivo dal bordo predisposto e leggero rinvenimento con diluente del bordo della membrana sottostante. Il giunto sarà poi completato con sigillante siliconico e nastro di protezione.

Con il sistema, infine, che prevede l'uso di adesivi e/o nastri biadesivi, l'incollaggio sarà effettuato secondo le particolari prescrizioni del produttore, con i materiali dallo stesso forniti a corredo, curando in ogni caso, con alcol o altri sgrassanti idonei, la perfetta pulizia delle superfici da giuntare.

## 92.3 Impermeabilizzazioni con membrane polimeriche di tipo sintetico

### Generalità

Nelle impermeabilizzazioni in argomento lo strato di tenuta sarà costituito di norma da una membrana di tipo plastomerico (armata o meno) o elastomerico i cui requisiti dovranno essere conformi a quanto prescritto al punto 60.23.4 del presente Capitolato, con la specificazione che lo spessore dovrà risultare, salvo diverso disposto, non inferiore ad 1,5 mm e, in ogni caso, non inferiore ad 1 mm.

### 92.3.1 Posa in opera delle guaine

In rapporto alla pendenza della superficie di posa nonché ad altri fattori strutturali e di impiego condizionanti, la posa in opera delle guaine potrà essere effettuata in completa aderenza, in semi-aderenza o in indipendenza. In tutti e tre i casi comunque la posa sarà preceduta, salvo diverso disposto<sup>127</sup>, dalla applicazione sulla superficie di supporto, di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo previo trattamento con "primer" (strato di separazione).

La posa in aderenza sarà effettuata con incollaggio mediante l'impiego di bitume ossidato a caldo (180 ÷ 200 °C) in ragione di 1,3 ÷ 1,5 kg/m<sup>2</sup>; qualora non fosse disposto lo strato di separazione, la spalmatura di bitume sarà preceduta dal trattamento con "primer". La posa in semi-aderenza sarà effettuata come in precedenza, ma con l'interposizione di uno strato perforato a base imputrescibile. La posa in indipendenza<sup>128</sup> avverrà semplicemente posando le guaine sull'eventuale strato di separazione e provvedendo agli opportuni ancoraggi nelle testate terminali a mezzo di adesivi idonei o di bitume a caldo o di speciali elementi metallici di pressione e sigillatura.

Sia nella fase di stendimento che in quella di eventuale ancoraggio, le guaine non dovranno essere sottoposte a tensioni. La saldatura dei lembi sarà eseguita con gli adatti adesivi forniti o indicati dalle ditte produttrici, previa pulizia con idoneo solvente (benzina, eptano, ecc.) delle superfici da sottoporre a collaggio.

I raccordi verticali, i profili di coronamento ed altri punti particolari, ove non fosse possibile eseguirli risvoltando con continuità le stesse guaine, saranno rivestiti con strisce dello stesso materiale, con sovrapposizione orizzontale di non meno di 30 cm di larghezza, di cui almeno 15 cm da interessare alla saldatura con il sottostante manto. La parte verticale sarà fissata con idonei adesivi e protetta con scossaline metalliche e/o con sigillanti in rapporto ai particolari costruttivi.

## 92.4 Trattamento con resine epossidiche

### 92.4.1 Caratteristiche dei materiali

Le resine epossidiche da impiegare per la protezione ed impermeabilizzazione di manufatti stradali ed opere d'arte in genere dovranno essere assolutamente impermeabili (anche sotto pressione d'acqua di 100 kPa (1 bar) per 24 h) ed inoltre inattaccabili da acidi, olii, carburanti e lubrificanti. Particolarmenete nell'impiego sotto pavimentazione non dovranno essere attaccate da benzina, kerosene, soluzioni di NaCl, CaCl<sub>2</sub>, acque ammoniacali, sostanze chimiche per il disgelo e soluzioni al 15% di HCl ed H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Inoltre dovranno resistere perfettamente alle acque marine ed alle nebbie saline.

Le prove verranno eseguite in funzione delle caratteristiche richieste, con le modalità che di volta in volta saranno specificate. Tra queste potranno prescriversi:

- a) Prova di trazione pura: sarà eseguita su un provino di resina pura dopo 11 giorni di stagionatura. Dovrà ottersi una resistenza non inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> (2 N/mm<sup>2</sup> in caso di saturazione della resina con granulato).
- b) Prova di adesione al calcestruzzo: sarà eseguita mediante trazione su due provini di conglomerato cementizio (dosaggio 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento AR) attaccati con sezione di incollaggio di almeno 200 cm<sup>2</sup>. La prova avverrà dopo 24 h dall'incollaggio e il distacco non dovrà verificarsi lungo il piano di attacco.
- c) Prova di adesione tra acciaio e calcestruzzo: sarà eseguita per sfilamento di due tondini di acciaio Ø 20 immersi in calcestruzzo (15 cm di diametro x 20 cm di altezza) per almeno 1/3 dell'altezza; dei due provini uno sarà rivestito con resina. La prova sarà ritenuta positiva se lo sfilamento avverrà, in linea di precedenza, sul tondino non rivestito.

### 92.4.2 Modalità di posa in opera

Le resine epossidiche dovranno essere applicate su superfici pulite, compatte, asciutte e, nel caso di calcestruzzi, perfettamente stagionate. A tal fine le superfici potranno essere trattate, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, o con acido cloridrico diluito al 10% e successivo lavaggio, o con spazzolatura e successiva soffiatura, o con sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato, in maniera uniforme e continua, preferibilmente a spruzzo. Ove fosse previsto l'impiego di sabbia quarzifera la stesa dovrà avvenire in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato.

La resina ed il catalizzatore dovranno essere mescolati, all'atto dell'impiego, nel rapporto di 1:1 salvo diversa prescrizione o l'impiego di resine in soluzione. Di norma potranno essere richiesti i seguenti tipi di trattamento minimo:

- impermeabilizzazione di superfici non soggetti a traffico: 0,3 ÷ 0,5 kg/m<sup>2</sup> di resina e catalizzatore;
- idem di superfici sottostanti agli strati della sovrastruttura: 0,7 ÷ 0,8 kg/m<sup>2</sup> di resina e 1,2 dm<sup>3</sup> di sabbia di quarzo ben lavata ed asciutta;
- idem di superfici da sottoporre a diretto traffico: 1,5 ÷ 2,0 kg/m<sup>2</sup> di resina e, 2,6 dm<sup>3</sup> di sabbia.

La stesa della resina non si effettuerà per temperature inferiori a 2 °C, mentre i tempi di essiccameto saranno di non meno di 4 ore per temperature di 20 °C, di 24 ore per temperature di 10 °C e di 48 ore per temperature vicine a 2 °C. A polimerizzazione avvenuta la resina dovrà risultare perfettamente aderente al supporto, anche per contrazioni o dilatazioni dello stesso; non dovrà inoltre subire alterazioni o fessurazioni anche dopo la stesura di eventuali manti a caldo.

<sup>127</sup> Nel caso di impiego di foglie di PVC plastificato lo strato separatore a contatto con le guaine non dovrà assolutamente contenere catrami o bitumi. Lo strato sarà perciò costituito da cartonfeltro (120 gr/m<sup>2</sup> minimo) o altro idoneo materiale applicato a secco e con sovrapposizione di almeno 15 cm.

<sup>128</sup> Vietata nel caso di posa sotto pavimentazione.

## 92.5 Trattamento con materiali compositi

L'impermeabilizzazione delle solette e di impalcato e simili potrà essere eseguita anche mediante la stesa di un manto di natura sintetica, costituito da speciali catrami selezionati, additivati con elestomeri in alta percentuale e legante epossidico. Il materiale dovrà essere fornito da ditta qualificata e idoneamente certificato; in ogni caso dovrà presentare:

- assoluta impermeabilità<sup>129</sup>;
- perfetta adesione al supporto<sup>130</sup>;
- idonea resistenza meccanica alla punzonatura<sup>131</sup>.

Il materiale sarà dato in opera, previa pulizia del supporto come al precedente punto 132.4.2, in unica soluzione e mediante spruzzo con idonee apparecchiature, in ragione di minimo 3 kg/m<sup>2</sup><sup>132</sup>. La cappa impermeabile sarà saturata successivamente con inerti di natura quarzifera e di idonea granulometria, così da ottenere uno spessore globale finito di almeno 4 mm<sup>133</sup>.

## 92.6 Impermeabilizzazioni in sotterraneo

Saranno eseguite con i materiali e le tipologie previste in progetto o particolarmente prescritte dalla Direzione Lavori. Di norma saranno disposte tra il prerivestimento in jet-grouting ed il rivestimento in calcestruzzo e consisteranno in uno strato di compensazione ed in uno strato impermeabile.

Lo strato di compensazione sarà costituito da un feltro di materiale sintetico non infiammabile, di peso non inferiore a 500 g/m<sup>2</sup>. Lo strato impermeabile da una membrana a base plastomerica (PVC) o elastomerica per le cui caratteristiche di accettazione si rinvia ai punti 100.23.4 del presente Capitolato, di spessore comunque non inferiore a 2 mm.

Nel caso di impiego di membrana in PVC, sono previsti i seguenti magisteri:

- la captazione di eventuali venute di acqua, mediante impiego di tubi drenanti di materiale plastico, protetti da uno strato di lana di vetro; i tubi saranno fissati con malta di cemento e accelerante, ricoperti da uno strato di gunite fine e collegati col drenaggio al piede del rivestimento impermeabilizzante;
- l'eliminazione delle parti metalliche sporgenti, quali teste di ancoraggio, reti metalliche, ecc.;
- la regolarizzazione con gunite (avente lo spessore minimo di 5 mm) del prerivestimento esistente per raccordare eventuali punte e cavità della roccia e parti metalliche quali centine, catene, bulloni di armatura, ecc.;
- la fornitura e la posa dello strato di compensazione;
- la fornitura e la posa di dischi e/o listoni in PVC semirigido fissati al prerivestimento mediante chiodi a sparo o mediante tasselli ad espansione (con funzione di ancoraggio dello strato di compensazione e di sostegno dello strato impermeabile) nel numero di 4 dischi/m<sup>2</sup> oppure di 1 listone/m;
- la fornitura dello strato impermeabile e la sua posa in opera con opportuna ricchezza;
- il fissaggio dei fogli di PVC ai dischi e/o listoni di ancoraggio mediante termosaldatura;
- la saldatura dei fogli di PVC mediante sovrapposizione dei lembi tra i giunti contigui e/o tra gli elementi di supporto da realizzare con opportuni sistemi che dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L.;
- la formazione del drenaggio al piede della impermeabilizzazione, con fornitura e posa in opera di tubo in materiale plastico forato e sistemato in apposita canaletta ricavata nel calcestruzzo della "muretta" e collegato ai pozetti di raccolta del marciapiede.

<sup>129</sup> Impermeabilità: il prodotto, steso per uno spessore di 3 mm su lastra di cemento, a completa polimerizzazione (7 giorni a 23 °C e 65% U.R.) dovrà sopportare per almeno 24 ore un battente d'acqua di 10 m (1 bar)

<sup>130</sup> Adesione al supporto: un provino, sottoposto a prova di strappo con apparecchiatura Adhesion Tester, dovrà staccarsi dal supporto di cemento per uno sforzo normale alla superficie di incollaggio non inferiore a 1,2 N/mm<sup>2</sup> (0,9 N/mm<sup>2</sup>) su provino previamente sottoposto a shock termico di 30 min ad 80 °C e 30 min a 20 °C, in aria, per 10 cicli).

<sup>131</sup> Resistenza alla punzonatura: un provino, sottoposto a punzone sferico del diametro di 20 mm avanzante con velocità di 0,75 mm/min, dovrà resistere senza rottura della pellicola ad uno sforzo di 350 N alla temperatura di 23 ± 2 °C, e di 200 N alla temperatura di 40 ± 2 °C. Lo stesso dicasi per un provino sottoposto a shock termico.

<sup>132</sup> La Direzione Lavori, in rapporto alle particolari istruzioni del fabbricante, potrà modificare tali valori.

<sup>133</sup> La Direzione Lavori, in rapporto alle particolari istruzioni del fabbricante, potrà modificare tali valori.

## SOVRASTRUTTURA STRADALE

### Art. 93 – Fondazione stradale in misto granulare

#### Generalità

Gli strati di fondazione delle sovrastrutture stradali devono essere realizzati con misti granulari non legati costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego.

Possono essere utilizzati, se non disponibili i materiali di cui sopra, inerti granulari riciclati trattati in impianto regolarmente autorizzato.

Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla D.L.

Le miscele potranno essere formate da materiale idoneo oppure da correggersi mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche, eseguita con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi al fine di migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

#### 93.1 Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego

Il materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. la granulometria, avvenuta l'eventuale stabilizzazione, dovrà essere rappresentata da una curva compresa nel seguente fuso, ad andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 – 100
Crivello 25	60 – 87
Crivello 10	35 – 67
Crivello 5	25 – 55
Setaccio 2	15 – 40
Setaccio 0.4	7 – 22
Setaccio 0.075	2 – 10

Tabella 1

3. il rapporto tra il passante allo 0.075 ed il passante allo 0.4 dovrà risultare inferiore a 2/3;
4. l'indice di plasticità, valutato secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-12, sarà considerato ammissibile fino al 4%;
5. la perdita in peso, eseguita con la prova Los Angeles sulle singole pezzature, dovrà essere inferiore al 30%;
6. l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM dovrà risultare compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà essere eseguito anche per il materiale prelevato dopo il costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali con equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la D.L. richiederà in ogni caso la verifica dell'indice di portanza CBR, di seguito indicata, anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati ;
7. l'indice di portanza CBR, da eseguire sul materiale passante al crivello 25 dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà risultare non inferiore a 50. Inoltre, tale condizione dovrà risultare 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 spigolo vivo, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti 1,2, 4, 5, 6, salvo il caso in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### 93.2 Caratteristiche di materiale da impiegare – Aggregati riciclati

Il misto granulare per strati di fondazione costituito da aggregati riciclati dovrà possedere i requisiti di composizione indicati nella seguente tabella:

Requisiti di composizione dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Componenti	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente ( * )	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,1% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
(* ) Decreto Legislativo n.152 del 03/04/2006 e successivi aggiornamenti e integrazioni.		

Per gli elementi dell'aggregato grosso (l'aggregato grosso è quello di dimensione  $d \geq 1$  mm e  $D > 2$  mm, dove con  $d$  si indica la dimensione dello staccio inferiore e con  $D$  quella dello staccio superiore) devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella:

Requisiti dell'aggregato grosso dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	$\leq 30$	$\leq 30$	$\leq 35$	$\leq 40$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63	63	63	63
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$
Indice diappiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$
Sensibilità al gelo ( 1 )	UNI EN 1367-1	%	$\leq 20$	$\leq 20$	$\leq 30$	$\leq 30$
( 1 ) In zone soggette al gelo						

L'aggregato fine (è quello di dimensione  $d = 0$  e  $D \leq 6,3$  mm) deve essere costituito da elementi che possiedono le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Requisiti dell'aggregato fine dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	N.P.	N.P.	$\leq 6$
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	$\leq 25$	$\leq 25$	$\leq 35$	$\leq 35$
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 6$

Nelle tabelle di cui sopra il livello di traffico da intendersi per il tipo di strada da realizzare è il livello PP.

I materiali riciclati devono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. n.72 del 5.02.98 e s.m.i. (D.M. Ambiente 9.01.2003, D.M. Ambiente 27.07.2004, D.M. Ambiente 5.04.2006, n. 186 quale adeguamento alla sentenza Corte di Giustizia Ue 7.10.2004). Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti in gesso. Pertanto tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in allegato 3 del citato D.M. 5.02.98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Il contenuto

totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere  $\leq 1\%$ , se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere  $\leq 0,5\%$ .

La miscela di aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

Requisiti granulometrici della miscela di aggregati riciclati

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
63	100
31.5	75/100
16	50/82
10	35/70
4	22/50
2	15/40
0.5	8/25
0.125	5/15
0.063	2/10

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato finito ed il rapporto tra il passante allo staccio UNI EN 0,063 mm ed il passante allo staccio UNI 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR, determinato secondo quanto previsto dalla UNI EN 13286-47:2012 *"Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento"*, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante allo staccio UNI EN 20 mm), non deve essere minore di 30. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + o - 2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

### 93.3 Accettazione delle miscele

La composizione delle miscele da adottare dovrà essere comunicata dall'Impresa alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato; la documentazione deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione attestanti il possesso dei requisiti elencati all'art. 60.6.3 del presente Capitolato.

Le caratteristiche di accettazione dei materiali vanno verificate prima dell'inizio dei lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza del materiale naturale o i lotti omogenei dei materiali riciclati.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, in forma scritta, fonti di approvvigionamento, tipo di lavorazioni che intende adottare, tipo e consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli in corso d'opera dalla D.L., prelevando campioni di materiale in situ già miscelato, prima e dopo il costipamento.

### 93.4 Modalità esecutive

La fondazione avrà spessore secondo progetto, o secondo quanto stabilito dalla D.L. in relazione alla portanza del sottofondo.

La stessa avverrà per strati successivi ciascuno dei quali non dovrà risultare di spessore finito superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata ed un modulo di deformazione secondo le norme CNR n° 146/92 nell'intervallo di pressione compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup>, non inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup> al primo ciclo di carico.

Lo strato di fondazione, avente anche funzione anticapillare, sarà formato da misti aridi il cui valore C.B.R. saturo non sia inferiore al 50% ed il cui indice di plasticità sia inferiore od uguale a 4.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare con riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la D.L. può prescrivere l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR 146/92) per la determinazione dei Moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$ . La determinazione del Modulo  $M_d'$  al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. Il rapporto tra il valore  $M_d'$  al secondo ciclo di carico e il valore del Modulo  $M_d$  al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore a 2.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, e comunque approvata dalla D.L. e dovrà interessare la totale altezza dello strato di fondazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm. 1, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore finito dovrà essere quello prescritto nei disegni con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La densità ottenuta dopo il costipamento sarà verificata con la frequenza prevista all'articolo seguente per lo strato di base, a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della D.L.

Lo spessore dello strato di fondazione ultimato non dovrà differire di più di cm. 1 dallo spessore indicato nei disegni.

Subito dopo il costipamento finale dello strato di fondazione, lo spessore e la densità dovranno essere rilevati in uno o più punti di ogni singolo tratto di m. 300 di opera completata.

La campionatura dovrà essere fatta a mezzo di fori di prova o altri metodi approvati. I punti prescelti per dette misurazioni dovranno essere indicati dalla D.L. per ogni tratto di m. 300, secondo il sistema di campionatura a caso allo scopo di evitare qualsiasi sezione regolare di tali punti di prelievo ed avendo cura di toccare svariati punti della sezione trasversale. Qualora le operazioni non denunciassero scarti di spessore eccedenti le tolleranze, l'intervallo tra le prove potrà venire aumentato a discrezione della D.L. fino ad un massimo di m. 1.000 con prove saltuarie effettuate a intervalli più ravvicinati. Qualora le misure comprovassero scarti di spessore superiori alle tolleranze indicate nei disegni, misure supplementari dovranno essere effettuate ad intervalli approssimativi di m.50 fino a riportare detti spessori nei limiti di tolleranze prescritti. Qualsiasi area le cui misure non fossero in detti limiti di tolleranza dovrà essere riportata ai valori prescritti tramite eliminazione o aggiunta del necessario materiale di base sagomato e costipato secondo quanto prescritto.

L'esecuzione dei sondaggi di prova e la loro colmatura con materiale opportunamente costipato dovrà essere fatta dall'Impresa a sue spese e sotto la supervisione della D.L..

Qualora venisse prescritto di effettuare il controllo della sezione trasversale tipo indicata nei disegni a mezzo di una sagoma del colmo stradale e di un regolo di ml. 3 a spigoli vivi, rispettivamente applicati ad angolo retto e parallelamente all'asse della strada, lo scarto registrabile tra due contatti superficiali non dovrà in nessun caso superare cm. 1,5 e cm. 1 rispettivamente per detta sagoma del colmo stradale e per il regolo a spigoli vivi. Qualora l'Impresa decidesse di produrre e di accumulare materiali inerti prima della loro posa in opera sulla strada, detti materiali dovranno essere accumulati secondo i volumi ed i luoghi indicati dalla D.L.. Prima di procedere a questa operazione detti luoghi dovranno essere decespugliati, puliti e spianati.

## Art. 94 – Strati di fondazione o base in misto cementato

### Generalità

Gli strati di misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento ed acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Possono essere utilizzati, se non disponibili i materiali di cui sopra, inerti granulari riciclati trattati in impianto regolarmente autorizzato.

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

### 94.1 Materiali inerti

#### 94.1.1 Caratteristiche dei materiali – Aggregati lapidei di primo impiego

Saranno impiegati: frantumati di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (nella misura minima del 50% in peso totale della miscela), ghiaie, sabbie. La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito a condizione che la miscela presenti resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni uguali a quelle di seguito indicate: tale risultato potrà ottersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0.075 mm.

I materiali avranno i seguenti requisiti:

- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite riportate nella seguente tabella:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE TOTALE IN PESO %
Crivello 40	100
Crivello 25	60-80
Crivello 15	40-60
Crivello 25	35-50
Crivello 5	25-40
Setaccio 2	15-30
Setaccio 0,4	7-15
Setaccio 0,18	0-6

- coefficiente di frantumazione dell'aggregato non superiore a 160;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI-EN 1097-2 inferiore o uguale al 30%;
- equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60;
- indice di plasticità non superiore a 6 determinato (materiale non plastico).

L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami a discrezione della D.L. Verrà ammessa una tolleranza di + o - 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di + o - 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

#### 94.1.2 Caratteristiche dei materiali – Aggregati riciclati

Il misto granulare riciclato per la formazione del misto cementato dovrà essere costituito da aggregati riciclati in possesso dei requisiti di cui alla seguente tabella:

**Requisiti di composizione degli aggregati riciclati per la formazione di misti cementati**

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente (*)	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc. (**)	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa

(\*) Decreto Legislativo n.22 del 05/02/1997 e successivi aggiornamenti e integrazioni.

(\*\*) La massa dei materiali deperibili, gravata di un fattore amplificativo 5, deve essere assegnata alla categoria delle rocce degradabili per il rispetto dei requisiti riportati nelle seguenti Tabella 3.4 e Tabella 3.5

Per gli elementi dell'aggregato grosso (definito come all'articolo relativo alla fondazione stradale) devono essere soddisfatti i requisiti indicati in tabella seguente:

**Requisiti dell'aggregato grosso dei misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati**

Indicatori di qualità	Parametro	Normativa	Unità di misura	Livello di traffico			
				PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40	
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	30	30	30	
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
(*) In zone considerate soggette al gelo							

Per gli aggregati fini (definiti come all'articolo relativo alla fondazione stradale) i requisiti sono invece:

**Requisiti dell'aggregato fine dei misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati**

Indicatori di qualità		U. M.	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 35	≥ 35	≥ 30	≥ 30
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	N.P.	≤ 6	≤ 6
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25

Nelle tabelle di cui sopra il livello di traffico da intendersi per il tipo di strada da realizzare è il livello PP.

I materiali riciclati devono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. 5.02.98 n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti in gesso. Pertanto tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in allegato 3 del citato D.M. 5.02.98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere  $\leq 1\%$ , se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere  $\leq 0,5\%$ .

La miscela di aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

**Requisiti granulometrici della miscela di aggregati riciclati per misti cementati**

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
31.5	100
20	70/100
14	55/78
10	45/65
4	28/42
2	18/30
0.5	8/18
0.125	5/13
0.063	2/10

#### 94.1.3 Legante

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

La percentuale media di legante, di norma cemento tipo A 32,5 portland, pozzolanico o d'alto forno, sarà compresa tra il 3% ed il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti all'art. 100.3 del presente capitolato.

#### 94.1.4 Acqua

Dovrà corrispondere alle caratteristiche dell'art. 100.1 del presente capitolato. La quantità di acqua nella miscela dovrà risultare non superiore al 6% circa e prossima all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro + o - 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### 94.1.5 Miscela - Prove di laboratorio e in situ

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

#### 94.1.6 Resistenza

Le miscele adottate dovranno possedere i requisiti indicati nella seguente tabella:

**Requisiti meccanici dei misti cementati**

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 168 ore	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 168 ore (Prova Brasiliana)	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a  $7,5 \text{ N/mm}^2$ .

#### 94.1.7 Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

#### 94.1.8 Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci o rulli gommati (statici o vibranti), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinati dalla D.L. su una stesa sperimentale usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a  $0^\circ \text{C}$ . e superiori a  $25^\circ \text{C}$ . né sotto pioggia battente. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperatura compresa tra i  $25^\circ \text{C}$ . e i  $30^\circ \text{C}$ . In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di  $15^\circ \text{C}/18^\circ \text{C}$ . ed umidità relative anch'esse crescenti; 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 del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'esterno di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

#### 94.1.9 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg./mq. in relazione al tempo ed all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

#### 94.1.10 Norme di controllo ed accettazione

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllata a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore. La densità in situ non dovrà essere inferiore al 97% della densità di progetto (95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza). Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa con cadenza stabilita dalla D.L. e comunque prima dell'indurimento.

Il controllo di densità potrà essere anche effettuato sullo strato finito con almeno 10-20 giorni di stagionatura, su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a  $105-110^\circ \text{C}$  fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino: in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% di quella di progetto.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità

necessaria per il confezionamento di 6 provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei tre provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri due dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + o - 20% e, comunque non dovrà mai essere inferiore a 2.5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

### Art. 95 – Banchine – pavimentazione di strade secondarie

Per la formazione delle banchine e per il risanamento e il rifacimento di strade secondarie, deviate o spostate, verranno impiegati detriti di cava leggermente plastici (indice di plasticità compreso fra 6 e 12) aventi la granulometria prevista per lo strato di fondazione. I suddetti detriti di cava, dopo essere stati approvati dalla Direzione dei Lavori, saranno compattati al 90% della densità massima della prova AASHO modificata. Gli spessori dovranno corrispondere ai disegni di progetto. I controlli e le verifiche riguardanti granulometria, spessori e densità saranno effettuati con le modalità definite dalla D.L.

### Art. 96 – Strato bituminoso di misto bitumato, base, binder, tappeto d'usura

La miscela destinata al misto bitumato e al binder dovrà essere composta di materiale naturale debitamente modificato per ottenere la granulometria richiesta degli inerti.

La miscela del tappeto di usura sarà composta di materiale inerte grossolano, di materiale inerte fine, di materiale di riempimento e di materiale bituminoso.

Le svariate pezzature dovranno essere debitamente graduate, avere una granulometria uniforme ed essere mescolate in proporzioni tali da ottenere miscele conformi alle caratteristiche granulometriche del corrispondente strato previsto dal presente Capitolato. A dette miscele di materiale inerte (considerato come 100% in peso) sarà aggiunto bitume entro i limiti percentuali stabiliti.

#### 96.1 Caratteristiche di accettazione dei materiali inerti da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi

Gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4, anno 1953, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Sia i conglomerati bituminosi, sia quelli con resine sintetiche, che i materiali loro componenti avranno caratteristiche diverse a seconda che vengano impiegati nella stesa degli strati di BASE, di COLLEGAMENTO (BINDER), di RISAGOMATURA, di USURA, o di RINFORZO TRANSITABILE.

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE N.305/2011 (CPR) sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

#### Aggregati naturali

##### 1 - Aggregato grosso

Per l'aggregato grosso si fa riferimento all'art. 60.6.6 del presente capitolo ma comunque rispondente ai seguenti requisiti:

##### Per strati di BASE:

- Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103<sup>134</sup>.
- Coefficiente di frantumazione (ex norme CNR, Fasc. IV/53), ove richiesto, non superiore a 160.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.
- Equivalente in sabbia (prove AASHO T 176/56 – CNR, B.U. 27/92 – UNI EN 933-8), maggiore di 45.
- Limiti di liquidità (LL – ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM) inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

##### Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):

- Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR – Fasc. IV/1953).
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 25%.
- Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 – UNI EN 1097-3).
- Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- Materiale non idrofilo.

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI UNI	mm	MISCELA	
		Passante totale in peso %	
Crivello	2334	40	100
"	"	30	80 ÷ 95
"	"	20	65 ÷ 90
"	"	10	45 ÷ 70
"	"	5	28 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 32
"	"	0,4	6 ÷ 18
"	"	0,18	4 ÷ 8
"	"	0,075	0 ÷ 4

<sup>134</sup> Ove non diversamente prescritto. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà facoltà di prescrivere fusi granulometrici diversi tra cui, ad esempio, le miscele 0/56 o 0/63, categoria G<sub>a</sub>, della norma UNI EN 13285.

**Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:**

- Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2).
- Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953)<sup>135</sup>.
- Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).

Si precisa inoltre:

- che i pietrischetti e le graniglie, devono provenire dalla frantumazione di (materiale litoide) rocce ignee, di natura preferibilmente silicea, costituiti da granuli duri, non lamellari o lenticolari, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, non idrofili, puliti da sostanze estranee ed esenti da polveri (comunque sostanzialmente uniforme, compatto ed esente da parti alterate); Le caratteristiche dell'aggregato grosso dovranno essere tali da assicurare la realizzazione di superfici di transito resistenti allo slittamento dei pneumatici degli autoveicoli in qualsiasi condizione ambientale e meteorologica: tale caratteristica dovrà essere mantenuta entro limiti di sicurezza accettabili per almeno 5 anni.
- che i pietrischetti e le graniglie devono inoltre essere costituiti da elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi e superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei;

**Per strati di USURA di tipo GAP GRADED:**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con  $D$  minore o uguale a 45mm e con  $d$  maggiore o uguale a 2mm, dove con  $D$  si indica la dimensione dello staccio superiore e con  $d$  quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografica diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica e spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella tabella sottostante.

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	$LA_{20}$
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza algelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	$F_4$
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	$f_1$
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	$Fl_{20}$
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	$Sl_{15}$
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	$PSV_{50}$

Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2mm, deve essere ≥ 50.

**Per strati di USURA di tipo DENSEGRADED:**

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con  $D$  minore o uguale a 45 mm e con  $d$  maggiore o uguale a 2 mm, dove con  $D$  si indica la dimensione dello staccio superiore e con  $d$  quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 82.1. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50.

<sup>135</sup> L'indice dei vuoti "e" (rapporto tra il volume dei vuoti, compreso quello occupato dall'acqua, ed il volume dei granuli) e la porosità "n" (rapporto tra il volume dei vuoti e quello totale) sono legati dalla relazione:  $n = e/(1 + e)$ .

**Tabella 82.2 Requisiti dell'aggregato grosso per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	$\leq 20$	$LA_{20}$
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza algelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 4$	$F_4$
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	$f_1$
Indice diappiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	$Fl_{20}$
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	$\leq 15$	$Sl_{15}$
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	$\geq 50$	$PSV_{50}$

## 2 - Aggregato fine

### Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%.

### Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto precedente; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%.

### Per strati di USURA di tipo GAP GRADED:

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella seguente.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV  $\leq 50$ .

### Requisiti dell'aggregato fine

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 80$	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 3$	$f_3$

### Per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 82.2. Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV  $\leq 50$ .

**Tabella 82.2 Requisiti dell'aggregato fine per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 80$	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 3$	$f_3$

### 3 - Additivi minerali (fillers)

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asfaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM<sup>136</sup>.

Per fillers diversi da quelli indicati dovrà essere richiesta preventiva approvazione della D.L..

#### **Per strati di USURA di tipo GAP GRADED:**

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo gap graded deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella seguente.

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R&B}8/16$

#### **Per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:**

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve soddisfare i requisiti indicati in tabella 82.3.

**Tabella 82.3 Requisiti del filler**

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R&B}8/16$

### 4- Bitumi

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi sarà rispondente alle prescrizioni indicate all'art. 60.23.1 del presente capitolo.

Per gli strati d'usura e di rinforzo transitabile saranno impiegati attivanti di adesione nella proporzione ottimale risultante dalle prove di laboratorio. In tal caso l'attivante dovrà essere aggiunto all'atto del travaso del bitume nella cisterna di deposito ed opportunamente mescolato fino ad ottenere una perfetta omogeneità di miscelazione. L'onere dell'impiego dell'attivante sarà a totale carico dell'Impresa.

#### Attivanti di adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione bitume – aggregato ("dopes" di adesività), utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio – generalmente tra lo 0,3% e lo 0,6% del bitume da trattare – va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nella tabella 82.1, 82.6. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Per verificare che l'attivante sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato, la Direzione Lavori ha facoltà di prelevare - in contraddittorio con l'Impresa - un campione di bitume additivato che dovrà essere provato su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei etc. od artificiali tipo ceramico od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione

<sup>136</sup> Per i requisiti dei fillers v. anche il punto 5 della norma UNI 13043.

di miscele bitume-aggregato eseguita secondo le modalità della norma A.S.T.M- D 1664/80, procedimento 8.4: la prova si riterrà soddisfatta per risultati di spogliazione max del 5%.

In alternativa si potrà valutare la riduzione di resistenza meccanica (DELTA %) a rottura e di rigonfiamento del conglomerato bituminoso mediante la prova Marshall secondo le norme CNR BU 149/1992.

#### Bitume o resine modificate

Per applicazioni impegnative e, comunque, per modificare le caratteristiche reologiche dei leganti bituminosi, a giudizio della D.L., al fine di incrementare le prestazioni dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi opportunamente additivati con polimeri.

Ciò determina, nei bitumi modificati, un aumento dell'intervallo di plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica, un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. Conseguentemente nei conglomerati tale modifica del legante comporterà una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed una migliore resistenza a fatica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- Bitume con modifica "MEDIUM" ;
- Bitumi con modifica "HARD".

Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammolimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Il produttore deve, inoltre, indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nella tabella seguente:

Requisiti dei bitumi con modifica MEDIUM e HARD per conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni

Bitume				
Parametro	Normativa	unità di misura	Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	50/70
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 10	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa·s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Variazione del punto di Rammolimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3	≤ 3
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Volatilità	UNI EN 12607	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammolimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5

In questo caso sul bitume base modifica devono essere controllati almeno i valori del punto di rammolimento P.A. e della penetrazione a 25°C.

#### Bitumi con modifica MEDIUM

I bitumi tal  
conglomerati

I bitumi  
conglomerati  
riportati ne

Bitumi  
Per con-  
Il rappre-  
Le cara-

**Tabella 4.4 Requisiti dei bitumi con modifica HARD per manti di usura tipo gap graded**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023
<i>Requisiti essenziali</i>			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	45 - 80 Classe 4
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65 Classe 5
Force Ductility Test a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	≥ 3 Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%
	Incremento del punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C
	Variazione di massa	-	%
Flash Point	UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250 Classe 2
<i>Altre proprietà</i>			
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15 Classe 7
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 80 Classe 2
<i>Ulteriori richieste tecniche</i>			
Intervallo di elastoplasticità	UNI EN 14023	°C	≥ 80 Classe 3
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm
			≤ 9 Classe 2

quando i  
azioni dei  
sopra.

!azione di  
i risultati

### Bitumi per strati di USURA di tipo DENSE GRADED:

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 82.4.

Per confezionare i conglomerati a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

**Tabella 82.4 Requisiti dei bitumi con modifica HARD per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 14023
<b>Requisiti essenziali</b>			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	45 - 80 Classe 4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65 Classe 5
Force Ductility Test a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm <sup>2</sup>	≥ 3 Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	% ≥ 60 Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C ≤ 8 Classe 2
	Variazione di massa	-	% ≤ 0,5 Classe 3
Flash Point	UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250 Classe 2
<b>Altre proprietà</b>			
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15 Classe 7
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 80 Classe 2
<b>Ulteriori richieste tecniche</b>			
Intervallo di elastoplasticità	UNI EN 14023	°C	≥ 80 Classe 3
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C ≤ 5 Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm ≤ 9 Classe 2

### Certificazione

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori "Certificati in Qualità" che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9001, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996).

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti, comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste. I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE N.305/2011 (CPR) sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata da marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

### 96.2 Composizione delle miscele

La miscela degli aggregati, per conglomerati con legante di tipo tradizionale, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una granulometria compresa nel fuso di cui alla tabella seguente. La percentuale di legante riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella:

**Requisiti granulometrici delle miscele di aggregati**

Serie stacci UNI (mm)	Base	Binder	Usura	
			A	B
Staccio	31.5	100	-	-
Staccio	20	70 – 95	100	100
Staccio	16	-	70 – 100	-
Staccio	12.5	45 – 70	65 - 90	90 – 100
				100

Staccio	8	35 – 58	50 – 73	70 – 90	70 – 90
Staccio	4	27 – 45	35 – 55	40 – 55	40 – 60
Staccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38
Staccio	0,5	7 – 21	11 – 21	12 – 21	12 – 21
Staccio	0,25	4 – 15	6 – 16	9 – 16	9 – 16
Staccio	0,125	4 – 10	4 – 10	6 – 11	6 – 11
Staccio	0,063	4 – 8	4 – 8	6 – 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,5	4,5 – 6,0	4,8 – 6,3	5,0 – 6,5

(Il fuso A è per strati di usura con spessori superiori ai 4 cm; il fuso B per spessori compresi tra 3 cm e 4 cm).

#### Requisiti granulometrici della miscela per conglomerati per strati di usura tipo gap graded

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 75
Staccio	2	19 – 29
Staccio	0,5	11 – 19
Staccio	0,25	9 – 17
Staccio	0,125	8 – 14
Staccio	0,063	8 – 12
Percentuale di bitume		7% – 8%
Spessore (mm)		≥ 30

Per migliorare la stabilità del mastice bituminoso la miscela deve essere additivata mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Gli strati di usura tipo gap graded devono avere uno spessore minimo di 30mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella di cui sopra.

La quantità di bitume di effettivo impiego, per tutti i tipi di conglomerato bituminoso, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico; in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall. Nelle tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche che devono possedere le miscele in queste due casistiche:

Requisiti delle miscele di conglomerato tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico

METODO VOLUMETRICO	Strato pavimentazione				
	Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione				1,25° ± 0,02	
Velocità di rotazione		Rotazioni/min		30	
Pressione verticale		kPa		600	
Diametro del provino		mm	150	100	100
Risultati richiesti					
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14	
Vuoti a 100 rotazioni <sup>(*)</sup>	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6	
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2	
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$					

#### Requisiti granulometrici della miscela per conglomerati per strati di usura tipo dense graded

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 82.5. La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 82.6.

**Tabella 82.5 Requisiti granulometrici della miscela per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 85
Staccio	2	40 – 55
Staccio	1	25 – 35
Staccio	0,5	15 – 23
Staccio	0,25	10 – 17
Staccio	0,125	6 – 12

Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di bitume (riferita al peso degli aggregati)		5,5% – 6,5%
Spessore (mm)		≥ 30

**Tabella 82.6 Requisiti della miscela per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded studiata con metodo volumetrico**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI <sup>137</sup> a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***)(UNI EN 12697-12)	%	≥ 80

(\*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8  
 (\*\*) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D<sub>6</sub>  
 (\*\*\* ) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

**Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura, binder e base di conglomerato bituminoso tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico**

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (*) (**) (CNR 97/84)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C (*) (**) (CNR 97/84)	N/mm <sup>2</sup>	>50	>70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25
(*)**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria			

$$^{137} \text{ Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm<sup>2</sup>

D = diametro del campione espresso in mm

D<sub>c</sub> = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

**Requisiti delle miscele per strati di usura di conglomerato bituminoso tipo gap graded studiate con metodo volumetrico**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	12 – 16
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	6 – 8
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI <sup>13</sup> a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8 (**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub> (***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

**Requisiti delle miscele di conglomerato tradizionale studiate con metodo Marshall**

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	9	10	11
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3–4,5	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>				

**Requisiti delle miscele di conglomerato ad elevate prestazioni studiate con metodo Marshall**

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	11	11	12
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3–4,5	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>				

**Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura di conglomerato tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo Marshall**

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7	> 0,8
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C <sup>138</sup>	N/mm <sup>2</sup>	> 70	> 80

<sup>138</sup> Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot D \cdot R_t / D_c$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

D<sub>c</sub> = deformazione a rottura

R<sub>t</sub> = resistenza a trazione indiretta



**Requisiti dei bitumi con modifica MEDIUM e HARD per manti di usura speciali**

Bitume				
Parametro	Normativa	unità di misura	Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	50/70
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 10	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa·s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Variazione del punto di Rammolimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3	≤ 3
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Volatilità	UNI EN 12607	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammolimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In alternativa ed in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall. Le caratteristiche da rispettare per le miscele di conglomerati bituminosi drenanti, come riportate nelle tabelle seguenti:

**Requisiti delle miscele per C.B. drenante studiate con metodo volumetrico**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0,02
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 20
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	≥ 16
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 50
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**))	N/mm <sup>2</sup>	> 0,4
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C (**))	N/mm <sup>2</sup>	> 30
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) ) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**)) Suprovini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

**Requisiti delle miscele per C.B. drenante studiate con metodo Marshall**

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
<b><u>Costipamento</u></b>	50 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	kN	> 5
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,0
Vuoti residui (*)	%	> 18
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,4
Coefficiente di trazione indiretta 25°C	N/mm <sup>2</sup>	> 30
(*) ) La massa volumica Marshall viene indicata nel seguito con $D_M$		

È facoltà dell'Amministrazione accettare composizioni delle miscele diverse da quelle sopra riportate qualora

l'efficacia e le prestazioni delle nuove miscele proposte siano comprovate da studi effettuati con risultati adeguati e/o da prove o realizzazioni che abbiano dimostrato ottime prestazioni di quanto proposto.

### 96.3 Accettazione delle miscele

Almeno quindici giorni prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, per ciascun cantiere di produzione, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi); tali prove devono essere eseguite presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della Amministrazione un registro, vidimato dalla D.L., in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L., in contraddittorio ed a spese dell'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stessa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

#### Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi i seguenti scostamenti delle singole percentuali:

- aggregato grosso
  - $\pm 5\%$  per lo strato di base
  - $\pm 3\%$  per gli strati di binder ed usura;
- aggregato fine
  - $\pm 2\%$ ;
- passante allo staccio UNI 0,063 mm
  - $\pm 1,5\%$ .
- Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$ .

Ove si riscontra che la curva granulometrica è uscita dai limiti, sia superiori sia inferiore, del fuso prescritto, si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali. Si sommano tutte le differenze di percentuale corrispondenti ai vari setacci ove la curva è uscita dal fuso. Il totale va moltiplicato per il coefficiente 1,5 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario. La suddetta detrazione è ammessa solo se il totale della differenza di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà inferiore al valore di 20 punti percentuali. Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in situ, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Gli scostamenti predetti si riferiscono anche alle miscele proposte ed accettate dalla D.L.

### 96.4 Esecuzione dei lavori

#### 96.4.1 Confezionamento delle miscele

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essicciamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se e laddove è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra  $90^{\circ}\text{C}$  e  $110^{\circ}\text{C}$ .

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata

allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata: inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predicatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160 °C e 190 °C e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

#### 96.4.2 Preparazione delle superfici di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in tabella sottostante, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in tabella sottostante, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in tabella sottostante dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella a seguito per ciascun tipo di emulsione.

#### **Preparazione superficie di stesa per manti di usura Dense Graded**

Prima di iniziare la stesa del manto di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 84.7 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 82.8 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella 82.7 e tabella 82.8 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

**Tabella 82.7 Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani d'attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

**Tabella 82.8 Requisiti delle emulsioni bituminose modificate per mani d'attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm <sup>2</sup>	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

#### **96.4.3 Posa in opera delle miscele**

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica 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 devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni: inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto, inoltre la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima di stendere il conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, al fine di garantire l'ancoraggio dei due strati, si dovrà procedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso: nel caso di stesa in doppio strato, essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### **96.5 Controlli**

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

##### **96.5.1 Controllo delle forniture**

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, (vedi art. 60.23.1 del presente capitolo) anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, su campioni prelevati in campioni prelevati direttamente dalla cisterna per il bitume, in impianto prima della miscelazione e sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 82.9.

**Tabella 82.9 Controllo delle forniture**

TIPO DI CAMPION	UBICAZION E	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella (es. 82.4)
Aggregato grosso	Impianto	Tabella (es. 82.1)
Aggregato fine	Impianto	Tabella (es. 82.2)
Filler	Impianto	Tabella (es. 82.3)

#### 96.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato nella tabella sottostante. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- la quantità di attivante d'adesione mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.
- mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a:
  1. prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23).
  2. determinazione della sensibilità all'acqua dei provini bituminosi (EN 12697-12);
- a discrezione della D.L. potranno essere effettuate anche le seguenti prove (ad es. in via sostitutiva della Pressa Giratoria) secondo il metodo Marshall per le seguenti determinazioni:
  1. massa volumica (DM), stabilità e rigidezza (prEN 12697-34);
  2. percentuale dei vuoti residui (prEN 12697-8);
  3. resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana, EN 12697-23).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui in precedenza.

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, potrà essere controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm<sup>2</sup>/(daN\*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10<sup>6</sup> e 26 x 10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/(daN\*s).

Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

STRATO	TIPO DI CAMPION	UBICAZION E	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura e Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	- J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm <sup>2</sup> /(daN*s) - Jp a 40 °C compreso tra 14 x 10 <sup>6</sup> e 26 x 10 <sup>6</sup> cm <sup>2</sup> /(daN*s).

#### 96.5.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato in tabella seguente.

Sulle carote verranno determinati:

- Lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui;
- a discrezione della D.L., il modulo complesso E (UNI EN 12697-26).

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% (rispetto a quello di progetto). Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della massa volumica in situ.

#### Controlli prestazionali sugli strati finiti

STRATO	TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di fascia distesa*	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote vuoti in situ	Pavimentazione	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di fascia distesa*	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%
Base, Binder, Usura	Prove di portanza	Sito	Ogni 250 m <sup>2</sup> di fascia stesa	E > E di progetto o E > 6000 MPa
Usura	Aderenza e tessitura	Sito	Su tratte di almeno 200 m per un totale pari al 10% della lunghezza complessiva di ogni corsia	HS ≥ 0,4 mm (media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m)

\* all'occorrenza – a Discrezione della D.L. - potranno essere incrementate fino a 1 ogni 2000 m<sup>2</sup> di fascia di stesa.

#### Portanza

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico dinamico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con attrezzature di tipo F.W.D; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante una campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze indicate dalla D.L..

Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenne aventi frequenze di 0.6 GHz e 1.6 GHz.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

A - Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati :

A1: Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm) :

le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2: Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base ≥ 10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo ≥ 4 cm);

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

B - Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta

B1: Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti > 4 cm);

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 giorni precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione, mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L. Il valore del modulo calcolato dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C secondo curve di correzione proposte dalla D.L. o determinate sperimentalmente sulla stessa pavimentazione.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B.1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate (dopo la sua realizzazione) per il contributo offerto dagli strati aggiunti o rinnovati. Confrontando le rigidezze nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A.2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidezze nelle due condizioni sarà possibile calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35 °C evitando, nell'avanzata primavera e nella stagione estiva, le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde. Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. I valori dei moduli calcolati non potranno essere inferiori ai valori limite dichiarati nello studio di progetto della miscela o a quelli indicati in progetto quando questi ultimi siano superiori. In assenza di precise indicazioni, il valore del modulo elastico dinamico del pacchetto di strati legati a bitume non dovrà essere inferiore a 6000 MPa.

### Caratteristiche superficiali

#### **Parte generale**

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotessitura superficiale dello strato di usura con le frequenze indicate dalla D.L.. tenendo in considerazione quanto nella tabella sottostante

- Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente), eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4 (CNR 105/85), dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) uguali o maggiori di 60;
- la tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia UNI EN 13036-1 (CNR 94/83), deve essere maggiore o uguale a 0.4 mm.

#### **Per conglomerati GAP Graded e Dense Graded**

Per conglomerati GAP GRADED per strati di usura:

- e misure di aderenza (resistenza ad attrito radente), eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4 (CNR 105/85), dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) uguali o maggiori di 65.
- la tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia UNI EN 13036-1 (CNR 94/83) dovrà essere maggiore o uguale a 0.6mm.

**Tabella Controllo delle caratteristiche superficiali**

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI	REQUISITI RICHIESTI Gap graded e Dense Graded
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN $\geq$ 60	BPN $\geq$ 65
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS $\geq$ 0,4 mm	HS $\geq$ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 $\geq$ 0,22	F60 $\geq$ 0,22
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S <sub>P</sub> $\geq$ 45 km/h	S <sub>P</sub> $\geq$ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotessitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature dovranno essere ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata<sup>139</sup>. I valori dell'IFI (F60, SP) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti riportati nella Tabella suddetta.

<sup>139</sup> Nel caso di misure di BFC eseguite con skidometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S<sub>P</sub>) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

Le misure di aderenza e di macrotessitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata almeno per il 50% della lunghezza complessiva della stesa.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici. Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella seguente.

**Tabella**

Lunghezza d'onda $\lambda$ (mm)	Livello di tessitura $L_{tx}$ (dB)
63,0	$\leq 38,0$
50,0	$\leq 39,5$
40,0	$\leq 40,5$
31,5	$\leq 41,0$
25,0	$\leq 42,0$
20,0	$\leq 43,0$
16,0	$\leq 44,0$
12,5	$\leq 45,0$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\leq 47,0$
6,30	$\leq 48,0$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 44,0$
3,15	$\geq 43,5$
2,50	$\geq 42,0$
2,00	$\geq 41,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 100. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in tabella 82.14.

**Tabella Controllo delle capacità difonoassorbimento**

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\leq 0,10$						

#### Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso sull'intera carreggiata;

$$\frac{50}{S_P} \cdot \frac{0,17 \cdot V - 60}{0,8} \cdot \frac{1}{0,8} = 1,8$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_P = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure di profilo longitudinale dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando un profilometro laser e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

#### Rumore (CPX)

Il Close Proximity Method è il metodo più diffuso per valutare l'emissione di rumore generato dall'interazione pneumatico-pavimentazione. Principio e sistema di misura sono descritti nella norma tecnica ISO/DIS 11819-2.

Il metodo si basa sull'acquisizione dei livelli sonori nell'intervallo di frequenze 315 – 5000 Hz, utilizzando due o più microfoni posizionati in prossimità del punto di contatto pneumatico/pavimentazione. Tale metodo è stato ampiamente utilizzato nella valutazione prestazionale delle pavimentazioni utilizzate nell'ambito del Progetto Regionale LEOPOLDO, i cui risultati sono stati approvati con DGR 157 del 11/03/2013.

Il metodo CPX prevede l'esecuzione di campagne di misura dopo la messa in opera della pavimentazione in oggetto, con opportuna tempistica delle campagne per verificare l'efficacia dell'intervento di risanamento secondo quanto indicato dalla DGR n.490 del 16/06/2014.

In sede di misure post operam è necessario individuare una pavimentazione da utilizzare come riferimento per valutare il beneficio della stessa oggetto di studio tramite un criterio differenziale. La pavimentazione di riferimento dovrà presentarsi priva di buche, fessurazioni, avallamenti o comunque deterioramenti evidenti e pronunciati che possono indurre un incremento della rumorosità.

Il metodo e l'algoritmo di calcolo per ottenere i risultati si basa sull'acquisizione dei livelli in banda di terzi d'ottava 315 - 5000 Hz, della velocità di percorrenza e dello spazio percorso.

Per ottenere risultati statisticamente robusti è necessario prevedere un numero sufficiente di ripetizioni a tre velocità di riferimento, considerando i limiti di velocità e le caratteristiche geometriche della strada.

Per ogni ripetizione è necessario associare una velocità media di percorrenza per ogni segmento, così come definito dalla norma o secondo quanto stabilito e opportunamente giustificato dall'operatore (ad esempio è possibile utilizzare segmenti pari a 3 giri ruota, ovvero circa 5 m per aumentare la definizione spaziale dei dati di emissione di rumore di contatto ruota/pavimentazione). Ad ogni segmento è inoltre necessario associare un livello sonoro per ciascuna banda di terzi d'ottava nell'intervallo di frequenze di interesse. Secondo quanto descritto nella norma, la media energetica dei livelli di ciascun microfono, ottenuti dalla somma energetica dei rispettivi livelli sonori nelle bande di terzi d'ottava pesati secondo la curva di ponderazione A, restituisce il livello  $L_{CPX}$ .

Il risultato finale della misura è il livello  $L_{CPX}$  alle velocità di riferimento previste e mediato su tutto lo spazio percorso. Il valore medio spaziale si ottiene come media aritmetica dei livelli  $L_{CPX}$  alle velocità di riferimento ottenuti su ciascun segmento. Per ottenere il livello  $L_{CPX}$  alla velocità di riferimento per ogni segmento, è possibile:

- mediare aritmeticamente i risultati di ciascuna ripetizione effettuata alla velocità di riferimento (correggendo le variazioni di velocità secondo quanto previsto dalla norma);
- stimare il valore dalla regressione lineare ottenuta con le misure effettuate a differenti velocità di percorrenza.

Oltre al livello  $L_{CPX}$ , è necessario calcolare l'incertezza associata, che tenga conto dell'incertezza di misura e della variabilità spaziale della pavimentazione oggetto della misura (fissato un opportuno livello di confidenza atteso).

Per quanto riguarda le misure con il metodo CPX, condotte ai fini della verifica di efficacia dell'intervento di risanamento acustico dopo la stesa, il valore medio di  $L_{CPX}$  alle velocità di riferimento, deve sempre essere inferiore di 2 dB rispetto al sito di riferimento.

#### **Tolleranze sui risultati e Penali**

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti nel presente articolo verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o  $F_{60}$ , come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione dell'7% per ogni 0,01 unità di  $F_{60}$  in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità approssimata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una solacorsia.

Per valori di medi di HS o SP, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità approssimata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotessitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 55

$F_{60}=0,15$

HS = 0,4 mm

Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o  $F_{60}$ ) o di macrotessitura (HS o SP), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati nella "Tabella Controllo delle capacità di fonoassorbimento" sopra riportata.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Per quanto riguarda le misure con il metodo CPX, condotte ai fini della verifica di efficacia dell'intervento di risanamento acustico dopo la stesa, il valore medio di  $L_{CPX}$  alle velocità di riferimento, deve sempre essere inferiore di 3 dB rispetto al sito di riferimento. Valori inferiori saranno ritenuti non accettabili e comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'impresa.

**Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.**

## ACQUEDOTTI, FOGNATURE, CAVIDOTTI

### Art. 97 – Scavi e rinterri

Si rimanda, per tale categoria di lavoro riferita principalmente agli scavi in genere ed opere di contenimento, alle particolari prescrizioni riportate al precedente punto 63.7 e 63.9.

## Art. 98 - Tubazioni

### 98.1 Generalità

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo.

Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il "Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.

### 98.1.1 Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco Prezzi.

La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere

formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

#### 98.1.2 Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinate).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

#### 98.1.3 Preparazione del piano di posa – Massetto

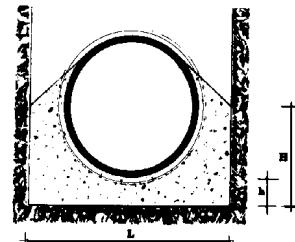
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10$  cm (essendo "D" il diametro esterno del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo<sup>140</sup>.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

TAB. 84 - Tubazioni interrate. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI	Diametro esterno del tubo (cm)												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea (h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfianco (H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

FIG. 20



#### 98.1.4 Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

#### 98.1.5 Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

#### 98.1.6 Posa in opera dei tubi

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in

<sup>140</sup> In corrispondenza dei giunti dovranno essere scavate delle nicchie onde evitare che la tubazione resti appoggiata sui giunti stessi. Le nicchie verranno costruite dopo ultimato lo scavo a fondo livellato e dovranno avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e di incasso del giunto.

cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

#### 98.1.7 Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto o a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate.

#### 98.1.8 Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova che in anticipato esercizio e fino a collaudo.

#### 98.1.9 Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette in uno dei modi specificati al punto 60.13.5 del presente Capitolato; se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo, così come indicato al punto 60.14.

La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederne al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

#### 98.1.10 Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione.

In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

#### 98.1.11 Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

#### 98.1.12 Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotte di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori.

L'immissione di grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovrà essere ripetuta tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

#### 98.1.13 Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m<sup>141</sup>, restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisionali di ogni genere.

La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%.

Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi.

Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

#### 98.1.14 Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni.

Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno  $1,5 \div 2$  volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreche detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio  $P_e + 2$  (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo  $P_c$ .

Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta<sup>142</sup>.

Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione<sup>143</sup>.

#### 98.1.15 Rinterro dei cavi

Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno o entrambi i lati degli stessi, o a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato rincalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro.

Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranghe, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti.

Di norma, fatte salvo diverse indicazioni di progetto o disposizioni della D.L., l'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a: 0,60 m ove il tracciato interessi terreni inculti, boschi, strade

<sup>141</sup> Per le condotte non in pressione, nel caso in cui lungo la linea vi fossero dei pozzetti d'interruzione o di ispezione (condotte fognanti) le tratte da assoggettare alla prova saranno quelle situate tra due pozzetti consecutivi.

<sup>142</sup> Per durata della prova di 15 min i quantitativi di acqua massimi che potranno essere perduti dai vari tipi di canalizzazione, misurati in  $l/m^2$  di superficie utile, dovranno essere non superiori a  $0,50 \div 0,20$  per canalizzazioni di conglomerato cementizio semplice di diametro da 30 ad oltre 100 cm, a  $0,15 \div 0,10$  per canalizzazioni di conglomerato cementizio armato di pari diametro ed a 0,20 per canalizzazioni di grès di qualunque diametro. Per durate di prova superiori, l'esito sarà ritenuto negativo ove si riscontrasse gocciolamento di acqua dai giunti o se per eccessiva permeabilità delle pareti non si riuscisse a mantenere la pressione se non con frequenti interventi di pompaggio.

<sup>143</sup> Vedi, ad esempio, la norma UNI 7516: "Prove in opera a pressione per condotte di amianto-cemento".

pedonali; 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero; 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza o inidoneità delle protezioni.

## 98.2 Tubazioni di acciaio

### 98.2.1 Accettazione e stoccaggio – Sfilamento

I tubi di acciaio dovranno rispondere, per i rispettivi tipi, alle norme di accettazione di cui al punto 60.13.5 del presente Capitolato.

I tubi protetti con rivestimenti bituminosi dovranno essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sopra o sottostanti; tra i vari strati si dovranno quindi interporre dei listoni di legno di protezione o meglio dei materassini di paglia.

Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento<sup>144</sup>.

### 98.2.2 Montaggio delle condotte

Potrà essere effettuato, in rapporto alle condizioni locali ed alle disposizioni della Direzione Lavori, secondo le due modalità di seguito esposte:

a) Montaggio prevalentemente fuori scavo: da adottare di norma in tratti consentiti dalla planimetria del terreno e per lavori di grande produzione, consisterà in:

- formazione di colonne (lunghe 50 ÷ 500 m) mediante saldatura o montaggio (nel caso di giunto a vite o manicotto) di più elementi previa revisione ed eventuale riparazione dei rivestimenti;
- precollaudo ad aria a 6 bar e rivestimento delle zone di giunzione degli elementi;
- posa nello scavo, esecuzione delle murature di ancoraggio e di contrasto, del rinterro parziale e prova drauli-ca di tenuta (per colonne sufficientemente lunghe). Quindi completamento del rinterro con eccezione dei punti di giunzione tra le colonne;
- esecuzione delle giunzioni tra le colonne e quelle relative alle interruzioni per attraversamenti;
- prova idraulica generale, rivestimento delle ulteriori zone di giunzione e completamento del rinterro.

b) Montaggio nello scavo: da adottare di norma su tratti con terreno accidentato o con ostacoli nel sottosuolo (reti di gas, fognatura, ecc.) e per basse produzioni, consisterà in:

- posa dei singoli tubi previa revisione e riparazione del rivestimento di fabbrica;
- saldatura dei giunti o montaggio, previa esecuzione di idonee nicchie;
- esecuzione del rinterro parziale e delle murature di ancoraggio e di contrasto;
- prova idraulica di tenuta, rivestimento delle zone di giunzione e completamento del rinterro.

### 98.2.3 Giunzioni a piombo

Qualora ammesse, saranno limitate unicamente alle tubazioni di scarico e verranno effettuate con le modalità di cui al successivo punto 98.2.4.

#### 98.2.4 Giunzioni saldate<sup>145</sup>

Potranno essere del tipo con giunto a sovrapposizione<sup>146</sup> e con giunto di testa. In tutti i casi i tubi dovranno essere accoppiati in asse, in modo che la saldatura si verifichi in posizione corretta.

Per la migliore riuscita delle giunzioni saldate, di norma all'arco elettrico, l'Appaltatore dovrà studiare, in accordo con la Direzione Lavori, quale sia il numero più conveniente degli strati di saldatura (passate) per ogni cordone, il calibro più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature. In ogni caso le saldature dovranno essere eseguite da personale di provata capacità, qualificato per i lavori del genere e provvisto di tutte le attrezzature necessarie.

<sup>144</sup> Prima di calare i tubi nello scavo si dovrà procedere ad una accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti e/o danni. La riparazione si eseguirà asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume. Successivamente, a vernice asciutta, si applicherà uno strato di bitume fuso e si ricoprirà con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume.

<sup>145</sup> La realizzazione dei giunti saldati in cantiere sarà ottenuta, di regola, per fusione ed apporto di acciaio al carbonio, o a bassa lega, normalmente con saldatura manuale all'arco elettrico con elettrodi rivestiti. Nel caso di tubi di piccolo spessore ( $\leq 4$  mm) e di piccolo diametro ( $\leq 100$  mm) potrà essere prescritto il procedimento al cannello ossiacetilenico.

<sup>146</sup> Le giunzioni con saldatura a sovrapposizione saranno di norma adottate nelle tubazioni per condotte d'acqua. Appartengono a questo tipo i giunti a *bicchiere cilindrico* (costruito di norma per tubi fino a DN 350), a *bicchiere sferico* (DN 150 ÷ 900) ed a *bicchiere sferico con camera d'aria* (realizzato per consentire la giunzione con saldatura anche per i tubi dotati di rivestimento interno). Il giunto sferico sarà particolarmente impiegato per tubazioni di medio e grande diametro e su tracciati movimentati, consentendo di realizzare, all'atto del montaggio, deviazioni fino a 5°.

Le estremità dei tubi da saldare dovranno essere accuratamente tenute libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, tracce di bitume, grassi, scaglie ed impurità varie in modo da presentare il metallo perfettamente pulito. Lo spessore delle saldature dovrà essere di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con sovrametallo variante da 1 a 1,5 mm) e ben raccordato col materiale di base. La sezione della saldatura dovrà essere uniforme e la superficie esterna regolare, di larghezza costante, senza porosità od altri difetti apparenti. Gli elettrodi dovranno essere del tipo rivestito, di qualità e caratteristiche corrispondenti alla UNI 5132.

Nel caso di giunti a sovrapposizione (bicchiere cilindrico o sferico) il numero delle passate per saldature normali di tenuta e resistenza non sarà mai inferiore a 2 per tubi fino a DN 150 e non inferiore a 3 per DN superiori. Il diametro degli elettrodi sarà di norma di 3,25 mm per tubi fino a DN 150; per tubi con DN superiori sarà di 3,25 mm per la prima passata e di 4,00 mm per le successive.

Nelle giunzioni con saldatura di testa, le estremità dei tubi dovranno essere preparate a lembi retti o a lembi smussati. La preparazione varierà con lo spessore dei tubi.

Per l'esecuzione ed il collaudo delle giunzioni saldate si potrà comunque fare riferimento alle "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali, mediante saldatura, dei tubi di acciaio per condotte d'acqua" elaborate dalla Sottocommissione Saldatura Tubi in Acciaio dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria (ANDIS).

Oltre ad essere prodotta la marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP) degli elementi giuntati, dovrà essere certificato il processo della classe di esecuzione (EXC1-2-3-4) in base a: classe di conseguenza, classe di produzione, classe di servizio, ai sensi della norma UNI EN 1090 e UNI EN 5817. In mancanza di specifiche progettuali la classe di esecuzione proposta dovrà essere accettata dalla Direzione Lavori.

#### 98.2.5 Giunzioni flangiate

Potranno essere del tipo a flange libere con anello d'appoggio saldato a sovrapposizione, del tipo a flange saldate a sovrapposizione o del tipo a flange saldate di testa.

Le giunzioni a flange, qualunque fosse il tipo prescritto, verranno realizzate con l'interposizione di opportune guarnizioni di tenuta e verranno impiegate, di norma, per il montaggio sulle tubazioni delle apparecchiature di manovra. Le flange dovranno essere del tipo unificato e rispondere alle prescrizioni delle relative norme UNI.

#### 98.2.6 Giunzioni a vite e manicotto

Saranno particolarmente impiegate per diramazioni di piccolo diametro (interrate o esterne) degli acquedotti e delle condotte a gas.

#### 98.2.7 Giunzioni speciali

Potranno essere del tipo Victaulic, Gibault o altre brevettate per la cui esecuzione si farà riferimento alle particolari prescrizioni fornite dalle ditte produttrici e dalla Direzione Lavori.

#### 98.2.8 Giunzioni isolanti

Saranno realizzate con l'impiego di appositi pezzi speciali (giunti isolanti), resine e guarnizioni isolanti e potranno essere del tipo a manicotto (di norma per  $DN \leq 2"$ ) e del tipo a flangia (di norma per  $DN \geq 40$ ) ottenuto quest'ultimo interponendo tra flange, dadi, rondelle e bulloni guarnizioni di tenuta e manicotti elettricamente isolanti.

I giunti isolanti dovranno essere idonei alle sollecitazioni cui sarà soggetta la tubazione e saranno inseriti (secondo le disposizioni della Direzione che ne approverà anche il tipo) in punti opportuni delle condotte allo scopo di sezionarle elettricamente e di regolarne le correnti vaganti o di protezione. In ogni caso saranno poi inseriti:

- dove le tubazioni saranno collegate ad altre condotte metalliche da non comprendere nel sistema di protezione o a strutture metalliche a contatto diretto o indiretto con il terreno (stazioni di pompaggio, serbatoi, pozzi, ecc.);
- in corrispondenza di tutte le derivazioni ed utenze metalliche.

I giunti isolanti dovranno essere installati in manufatti edilizi o in camerette accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione. Nel caso di giunti interrati, se ammessi, i giunti stessi dovranno essere opportunamente rivestiti ed isolati dall'ambiente esterno.

#### 98.2.9 Protezione dalla corrosione

La protezione dalla corrosione delle condotte interrate o meno potrà essere sia "passiva", ottenuta cioè mediante l'uso di particolari rivestimenti ed accorgimenti esecutivi, sia "attiva", ottenuta mediante l'impiego aggiuntivo di sistemi elettrici o elettro-chimici.

Per una efficace protezione passiva si dovrà provvedere, in linea preliminare, ad un accurato studio e controllo del tracciato delle condotte in modo da evitare, per quanto possibile, terreni con alta corrosività specifica ed inoltre parallelismi ravvicinati ed incroci con ferrovie e tranvie elettrificate a.c. e con tubazioni protette catodicamente.

In secondo luogo, ed in linea esecutiva, si dovrà provvedere ad eliminare ogni soluzione di continuità nei rivestimenti, intervenendo accuratamente nelle zone di giunzione dei tubi o su tutte le parti nude a diretto contatto con il terreno

(saracinesche tipo sottosuolo, staffe, collari, flange, pezzi speciali, gruppi di prova, ecc.). Infine si dovrà provvedere all'installazione di giunti isolanti oltre che nei casi previsti al precedente punto 98.2.8, anche in punti opportuni delle condotte, individuati a mezzo di apposito studio che l'Appaltatore sarà tenuto a predisporre, allo scopo di regolare le correnti vaganti e le eventuali correnti di protezione.

La protezione attiva (catodica) dovrà essere realizzata ogni qualvolta non fossero ritenuti sufficienti i rivestimenti protettivi, anche se di tipo pesante o speciale, per la presenza di correnti vaganti o per la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa. La necessità della protezione catodica e le caratteristiche da assegnare alla stessa, se non diversamente disposto, verranno stabilite in base ad opportuni rilievi ed indagini elettriche, atte ad indirizzare nella scelta del tipo di impianto ed al suo dimensionamento, che l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare, anche a mezzo di ditta specializzata, a propria cura e spese.

### **98.3 Tubazioni di ghisa**

#### Generalità

Per la posa delle tubazioni di ghisa si seguiranno le stesse norme generali riportate al precedente punto 98.2 in quanto applicabili.

I tubi potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di ghisa grigia che sferoidale; dovranno rispondere comunque, per l'accettazione, ai requisiti prescritti al punto 60.14 del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del tipo con giunto a vite, con giunto a piombo, con giunto a flangia, e con giunto elastico, quest'ultimo tipo dovendosi intendere in ogni caso prescritto per le condotte di acqua o di gas.

#### 98.3.1 Giunzioni con piombo a freddo (miste)

Saranno realizzate unicamente nelle reti di scarico, e comunque per tubazioni non convoglianti fluidi in pressione, qualora per difficoltà tecniche non fosse possibile eseguire dei giunti a caldo.

#### 98.3.2 Giunzioni con piombo a caldo (miste)

Saranno realizzate per le finalità e con le modalità di cui al precedente punto 98.3.1 sostituendo però, alla piattina di piombo, del piombo fuso, colato a caldo e calafatato.

#### 98.3.3 Giunzioni flangiate

Adoperate normalmente per il collegamento dei tubi a raccordi ed apparecchi, saranno realizzate mediante unione, con bulloni a vite, di due flange poste all'estremità dei tubi (o raccordi o apparecchi) fra le quali sia stata interposta una guarnizione di piombo in lastra di spessore non inferiore a 5 mm. Le flange potranno essere del tipo fisso o orientabile. Le guarnizioni avranno forma di anello, il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale al corrispondente "collarino" della flangia.

Sarà assolutamente vietato l'impiego di più anelli nello stesso giunto. Qualora pertanto fossero necessari maggiori spessori tra le flange, questi dovranno essere realizzati in ghisa e posti in opera con guarnizioni sui due lati. Guarnizioni di cuoio o di gomma, con interposto doppio strato di tela o di altro materiale idoneo, potranno del pari essere impiegate, comunque su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori e sempre con spessore minimo di 5 mm.

I dadi dei bulloni dovranno essere stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti all'estremità di uno stesso diametro; il serraggio sarà effettuato a mezzo di chiave dinamometrica. Successivamente la rondella di piombo sarà ribattuta energicamente sul perimetro, con adatto calcatoio e martello, onde aumentare le caratteristiche di tenuta.

#### 98.3.4 Giunzioni elastiche con guarnizione in gomma

Saranno di norma impiegate nelle tubazioni adibite a condotte di acqua e verranno ottenute per compressione di una guarnizione di gomma, inserita in un apposito alloggiamento all'interno del bicchiere, sulla canna del tubo imboccato. Il bicchiere dovrà presentare un adatto profilo interno così da permettere anche le deviazioni angolari del tubo consentite dalla guarnizione.

Per l'esecuzione della giunzione, dopo accurata pulizia delle parti, si spalmerà un'apposita pasta lubrificante (da fornirsi a corredo dei tubi) nella sede di alloggiamento della guarnizione, all'interno della guarnizione stessa e nel tratto terminale della canna da imboccare. Si sistemerà quindi l'anello di gomma nel bicchiere dopo di che, marcata sul tubo la profondità di imbocco, si introdurrà lo stesso nella esatta posizione con apposita apparecchiatura di trazione.

La profondità di imbocco dovrà essere pari alla profondità del bicchiere diminuita di 10 mm e questo onde consentire le deviazioni angolari consentite dal giunto.

#### 98.3.5 Giunzioni elastiche con guarnizioni in gomma e controflangia

Saranno di norma impiegate per il collegamento dei raccordi nonché nelle tubazioni adibite al convogliamento di fluidi diversi (acque potabili, per irrigazioni, residue, di mare e gas diversi) e particolarmente in condizioni di elevate pressioni, per condotte di grande diametro, curve a forte deviazione, terreni cedevoli, condotte sottomarine o a forte pendenza.

La giunzione sarà realizzata per mezzo di una apposita controflangia fissata con bulloni la cui estremità, opportunamente sagomata, appoggerà sull'esterno del bicchiere. La tenuta e l'aderenza saranno assicurate dalla compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere, ottenuta con l'incuneamento dell'anello interno della controflangia.

Nel montaggio del giunto, il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con progressione numerica alternata (curando cioè che non vengano serrati di seguito due bulloni adiacenti o comunque compresi in un angolo di  $120^\circ$ ) e con il controllo dinamometrico delle coppie di serraggio. Tale controllo dovrà essere ripetuto dopo la prova idraulica.<sup>147 148 149</sup>

#### 98.3.6 Tubazioni GS – Pressioni di esercizio

Le pressioni di esercizio cui potranno essere assoggettate le tubazioni in ghisa sferoidale, in rapporto ai vari diametri nominali, risultano dalla Tabella 85 (serie spessore  $k = 9$ ) riportata di seguito.

**TAB. 85 - Tubi in ghisa sferoidale con giunto a bicchiere ed estremità liscia. Pressioni ammissibili**

DN	Pressione in bar (K9)		
	PFA	PMA	PEA
40	64	77	96
50	64	77	96
60	64	77	96
65	64	77	96
80	64	77	96
100	64	77	96
125	64	77	96
150	64	77	96
200	62	74	79
250	54	65	70
300	49	59	64
350	45	54	59
400	42	51	56
450	40	48	53
500	38	46	51

I raccordi avendo spessori dimensionati con fattore  $k = 12 \div 14$  potranno essere impiegati alle pressioni corrispondenti dei tubi di pari diametro e classe, di spessore equivalente o inferiore.

Per pressioni di esercizio più elevate di quelle di tabella dovranno essere forniti, se richiesti o prescritti, tubi a spessore maggiorato. Vale la norma:

- **UNI ISO 10802** - Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.

#### 98.6 Tubazioni di cemento (semplice e armato)

##### Generalità

Dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di cemento rispondenti ai requisiti di accettazione di cui ai punti 60.16.1 e 60.17.1 del presente Capitolato. La posa avverrà di norma con le stesse modalità e prescrizioni generali e particolari di cui al precedente punto 98.4 in quanto applicabili.

Le giunzioni dei tubi, oltre che con le modalità descritte al punto 98.4.4, potranno venire realizzate anche in maniera rigida, mediante sigillatura con puro cemento di classe 42,5. Per tale esecuzione sulle testate dei tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso. Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti, e quindi alla stuccatura di finitura con malta plastica dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione.

Salvo diversa prescrizione, nell'impiego delle tubazioni di cemento sarà tassativamente vietato il convogliamento sia delle acque nere che di quelle miste.

#### 98.6.1 Collettori ovoidali

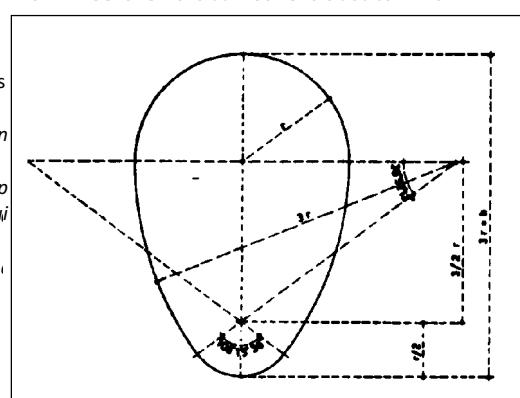
<sup>147</sup> *Pressione di funzionamento ammissibile (PFA):* Pressione interna che un componente può sopportare senza sovrappressioni improvvise (colpo d'ariete).

<sup>148</sup> *Pressione di funzionamento massima ammissibile (PMA):* Pressione interna massima che un componente può sopportare comprese le sovrappressioni improvvise (colpo d'ariete).

<sup>149</sup> *Pressione di prova ammissibile (PEA):* Massima pressione idrostatica che un componente può sopportare relativamente breve allo scopo di misurare l'integrità e la tenuta della tubazione, sia nel caso in cui questo sia posato sotto terra e ricoperto con materiale di riempimento.

Questa pressione di prova è differente dalla pressione di prova del sistema (STP), che è quella che ha lo scopo di garantire l'integrità e la tenuta.

**FIG. 21 - Collettori ovoidali. Sezione classica 2r - 3r**

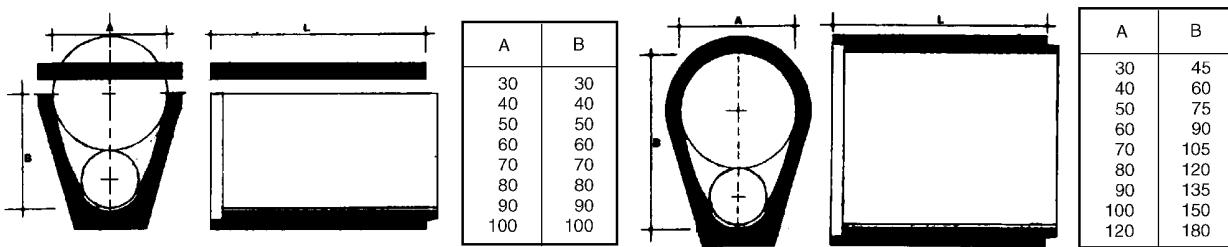


Potranno avere sezione del tipo di quella riportata nella Figura 21; o di tipo diverso in rapporto alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione; inoltre potranno essere realizzati in opera oppure prefabbricati (Fig. 22) e successivamente collocati in opera. Nel primo caso si curerà il perfetto posizionamento ed allineamento delle casseforme e la migliore esecuzione del getto in modo da assicurare il completo riempimento delle stesse. Nel secondo caso si osserveranno le prescrizioni generali di cui al presente articolo.

In ogni caso la superficie interna dei collettori dovrà risultare perfettamente liscia ed assolutamente priva di rientranze o risalti. Eventuali rivestimenti con fondi e piastrelle di grès ceramico dovranno essere eseguiti dopo la presa dei getti.

Qualora il rivestimento con fondi e piastrelle di grès dovesse riguardare tubi o fognoli ovoidali di cemento prefabbricati, il rivestimento potrà essere eseguito anche in fabbrica, curando comunque che all'atto del collocamento in opera la sigillatura tra i pezzi venga effettuata con leganti antiacidi. Nei canali ubicati in zone di forte pendenza, al fine di ridurre la velocità delle

FIG. 22 - Condotti semiovoidali e ovoidali prefabbricati. Dimensioni indicative



acque convogliate, si formeranno degli stramazzi nel fondo e dei raccordi in volta e, dove fosse necessaria l'ispezionabilità, dei pozzi di salto, avendo cura di rivestire stramazzi, raccordi, nonché pareti e fondi dei pozzi con conci di granito, sienite o altro materiale a basso coefficiente di usura superficiale. Nei pozzi di salto il collettore dovrà risultare alla stessa quota del fondo del pozzo, al fine di evitare depositi.

## 98.7 Tubazioni di cloruro di polivinile (pvc)

### Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 60.18.1 del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Nel caso di tubazioni interrate, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni.

Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

### 98.7.1 Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato), del tipo a vite e manicotto ed infine del tipo a flangia mobile.

Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore.

Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti.

Il giunto a manicotto sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza.

Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un

collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

### **98.7.2 Giunzioni elastiche**

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggiata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificherà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

### **98.8 Tubazioni di polietilene**

Saranno realizzate, salvo diversa prescrizione, con tubi di polietilene ad alta densità rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 60.18.2 del presente Capitolato. Le giunzioni potranno essere del tipo a manicotto (semplice o doppio), del tipo a flange metalliche e, infine, del tipo a polifusione.

Il giunto a flange metalliche verrà realizzato in maniera consimile al corrispondente giunto dei tubi in PVC con la differenza che le estremità dei tubi saranno sottoposte a cartellatura. Il giunto verrà impiegato per tubi di medio e grande diametro e per pressioni di un certo rilievo.

Il giunto per polifusione verrà eseguito scaldando con opportuna attrezzatura a maschio e femmina i due elementi da unire, a temperatura idonea (e prescritta dallo stabilimento produttore), portando quindi a rapido contatto tubo e bicchiere e lasciando infine raffreddare lentamente. L'esecuzione del giunto in opera sarà preceduta da prove di idoneità eseguite su campioni, prove i cui risultati dovranno fornire resistenze non inferiori a quelle dei tubi.

È intesa comprensiva di giunti a tenuta, posta su letto di sabbione e materiale sciolto sp. minimo 20 cm, compreso l'eventuale inserimento all'interno di tubi camicia per tratti non superiori a 35m incluso scavo e rinterro.

#### **98.8.1 Tubazione per impianti di telecomunicazione**

### **98.9 Giunti e valvole antiriflusso a clapet**

Le valvole clapet avranno le caratteristiche di cui al precedente punto 60.18.4 presenteranno estremità raccordabile a condotte di qualsiasi materiale grazie ad apposito giunto MSC, fornito con la valvola stessa ed incluso nel prezzo. Il montaggio, anch'esso comunque incluso nel prezzo, dovrà avvenire secondo il seguente schema di montaggio :

- 1) posizionare il clapet con il giunto MSC selezionato
- 2) stringere opportunamente le fascette del giunto per raggiungere la tenuta idraulica.

## **Art. 99 - Manufatti per impianti fognanti**

### **99.1 Pozzetti per impianti fognanti**

#### **99.1.1 Pozzetti di ispezione<sup>150</sup>**

Saranno di norma realizzati in muratura di mattoni pieni o in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento (armato o meno, secondo prescrizione) ed avranno in ogni caso sezione non inferiore a 0,70 x 1,00 m (con la maggiore dimensione in asse con la canalizzazione) e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se realizzati in opera).

I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno altresì essere collocati lungo l'asse delle canalizzazioni di modo che la reciproca distanza non risulti comunque superiore a 30 m<sup>151</sup>.

#### **99.1.2 Pozzetti di salto**

In presenza di pendenze naturali rilevanti (zone di montagna, collina e alta pianura) allo scopo di conservare nei condotti velocità inferiori al valore che determina l'erosione delle pareti, e comunque non superiori al valore di 2,50 m/sec, dovranno essere inseriti negli stessi dei "salti di fondo" ispezionabili, definiti anche "pozzetti di salto", che distruggano l'energia esuberante. Del pari gli stessi manufatti potranno essere realizzati ove occorresse posizionare gli sbocchi dei condotti ad una quota più elevata rispetto a quella del collettore principale.

Nella tecnologia corrente i pozzetti di salto potranno essere del tipo con canna obliqua a 45°, con canna verticale a 90° o con scivolo, quest'ultimo tipo dovendosi ritenere di norma indicato per diametri dei condotti superiori a 50 cm ed in generale per i condotti di tipo semiovoidale od ovoidale.

<sup>150</sup> Il fondo a canale dei pozzetti di ispezione e di raccordo si rivestirà per le fogne nere, con tubi diritti a canale, giunti a canale e curve a canale di grès; le banchine piane si rivestiranno invece con semplici mattonelle di grès ceramico.

<sup>151</sup> La limitazione di 30 m nella distanza massima tra due pozzi di ispezione è riferita più propriamente alle fogne di sezione medio-piccola, nelle quali di solito scorre una modesta portata. Per canali in cui fosse prevista una portata continua notevole, la distanza massima potrà anche essere maggiore e, ove non particolarmente stabilita in progetto, verrà fissata dalla Direzione Lavori.

Altezze di salto fino a 30 cm, e per i condotti minori fino a 50 cm, verranno comunque assorbite da normali pozetti di ispezione. Si darà luogo invece alla realizzazione dei salti di fondo, nei tipi descritti o similari, per altezze da 0,50 a 2,00 m. Per altezze superiori potrà ricorrersi a scivoli successivi, a manufatti a scala, a pozzi di caduta (con o senza mensole frangiletto) o ad altri tipi di manufatti conformemente alle prescrizioni di progetto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Il numero dei salti di fondo dovrà in ogni caso essere limitato. Ove il loro inserimento risultasse però indispensabile (sulla base di quanto in precedenza indicato), la distanza ottimale tra gli stessi dovrà essere determinata, oltre che per considerazioni tecniche di impianto, sulla base anche della minimizzazione dei costi complessivi.

#### 99.1.3 Pozzetti di scarico

Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 4 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20 ÷ 30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

I pozzetti se sifonati dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio. I pozzetti a bocca di lupo dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

## SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE

### Art. 100 - Segnaletica

#### 100.1 Generalità

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada"<sup>152</sup>, alle norme particolari diffuse con il decreto ministeriale riportato al punto 60.28 del presente Capitolato ed uniformandosi a quelle norme che dovessero essere emanate nel corso della validità del presente appalto. La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore, anche qualora già previsto nel progetto, la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno 12 mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

#### 100.2 Segnaletica verticale

Sarà costituita da cartelli triangolari di pericolo (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di prescrizione (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di indicazione. I cartelli saranno realizzati in lamiera di acciaio o in lamiera di alluminio (semicrudo, puro al 99 %) secondo prescrizione; nel primo caso avranno spessore non inferiore a 10/10 di mm (12/10 nel caso di dimensione minima libera superiore a 1,20 m), nel secondo caso avranno spessore non inferiore a 25/10 di mm (30/10 nel caso corrispondente).

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali dovessero superare la superficie di 1,25 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora poi i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati.

<sup>152</sup> In particolare v. il paragrafo 3 (artt. 77 ÷ 136) per ciò che concerne la segnaletica verticale ed il paragrafo 4 (artt. 137 ÷ 155) per quella orizzontale.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata, quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione; la lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo, quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti. Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà finito in colore grigio neutro

La pellicola retroriflettente, avente le caratteristiche di cui al punto 60.28 del presente Capitolato, dovrà costituire, nel caso della segnaletica di pericolo e di prescrizione, un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico"<sup>153</sup>; nel caso invece della segnaletica di indicazione, la pellicola potrà venire applicata a più strati in sovrapposizione, ma comunque tutta la superficie dovrà essere riflettorezzata (sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni). In ogni caso quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, fossero di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico l'attrezzatura per la stampa, essi potranno venire richiesti nel tipo "a pezzo unico".

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Queste ultime potranno essere richieste anche nel tipo "ad alta risposta luminosa"<sup>154</sup>.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o 60 o Ø 90) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato di spessore non inferiore a 3 mm nonché da bulloni zincati e relativi dadi. I sostegni saranno trattati previa fosfatizzazione del grezzo, con vernici di fondo antiruggine e strato di finitura termoindurente di colore grigio neutro.

La posa dei sostegni sulle banchine dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm. L'altezza di posa dei segnali dovrà essere compresa tra 0,60 ÷ 2,20 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale e la distanza tra il bordo del cartello e il bordo bitumato della strada deve essere non inferiori a ml 0,50.

### 100.3 Segnaletica orizzontale

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo, nella misura di 1,00 kg di vernice per ogni 1,20 m<sup>2</sup> di superficie. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare.

Il prezzo della posa comprenderà, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

La durata e la efficienza della segnaletica orizzontale realizzata con vernice deve essere garantita per n° 12 mesi dall'esecuzione in presenza di traffico veicolare e dovrà essere conforme a quanto previsto all'art. 100.28 del presente capitolo.

#### Garanzie sui preformati retrorifrangenti

La Ditta aggiudicataria, dovrà presentare, su richiesta della D.L., campioni rappresentativi della fornitura e, a garanzia della conformità dei campioni stessi e delle successive forniture, i certificati di analisi o copia rilasciata da Istituti riconosciuti, competenti ed autorizzati.

Il materiale posto in opera dovrà rispettare oltre che hai requisiti indicati al punto 60.28 del presente capitolo una durata non inferiore ai tre anni.

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera:

- ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso
- a semi-incasso, su pavimentazioni nuove, entro 24 ore dalla stesura dei manti bituminosi.
- su pavimentazione già esistente, mediante idonei collanti da stendere sulla pavimentazione sottoposta ad idonea preparazione.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e/o margine), il suddetto materiale potrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice semiautomatica o automatica motorizzata, dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio per garantire una posa veloce e precisa, in modo di causare il minor disagio possibile per l'utenza ed ottenere un risultato ottimale in termini di precisione di installazione.

Ai sensi dell'art. 14 lettera E del D.Lgs 358/92 così come espresso dal D.P.R. 573/94 e della circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2353 del 16.05.1997 per garantire le richieste del presente Capitolato, dovrà essere presentato:

<sup>153</sup> Con questa denominazione si intende definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da apposito trasparente di finitura che garantisce l'inalterabilità della stampa.

<sup>154</sup> L'impiego di tali pellicole è obbligatorio nei segnali di precedenza, di divieto di sorpasso nonché per quelli di preavviso e di direzione (v. art. 79 R.E.C.S.).

- certificato attestante che il preformato rifrangente è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001
- certificato comprovante la presenza di microsfere di tipo ceramica per i laminati di tipo 2
- certificato di conformità ai valori di rifrangenza
- certificato di conformità ai valori di antiscivolosità

#### **100.4 Paracarri – indicatori chilometrici – termini di confine**

Anche per i delineatori stradali ed gli indicatori chilometrici, valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e relative norme di esecuzione.

La loro esatta ubicazione verrà stabilita dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori.

##### Delineatori Stradali

Dovranno essere conformi all'art. 173 del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice Stradale approvato con DPR 16.12.1992 n° 495.

##### Indicatori chilometrici

Gli indicatori chilometrici dovranno essere conformi all'art. 129 del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice Stradale approvato con DPR 16.12.1992 n° 495.

## **LAVORI DIVERSI**

### **Art. 101 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio**

Qualora divenisse necessario durante i lavori l'Impresa dovrà effettuare i rilievi tecnico topografici per la redazione dei tipi di frazionamento, previa ricognizione in zona. I tipi di rilevamenti, debitamente suddivisi per le varie ditte espropriande, dovranno essere eseguiti in perfetta aderenza alle norme tecniche e legali impartite dal Ministero delle Finanze - Direzione Generale del Catasto, secondo le indicazioni dell'Agenzia del Territorio di Prato.

La Ditta dovrà redigere il frazionamento completo per ogni particella frazionata.

I frazionamenti saranno accettati dall'Amministrazione solo dopo che avranno riportato l'approvazione dell'Agenzia del Territorio di Prato.

La Ditta dovrà redigere altresì la planimetria generale della zona dei rilevamenti lucidata dagli originali di mappa aggiornati alla data della consegna del rilievo dove è rappresentata e riportata tutta la zona occupata.

La Ditta deve consegnare alla D.L. per ogni tratto di strada copia dei seguenti elaborati conforme a quelli presentati all'Agenzia del Territorio per l'approvazione dei tipi di frazionamento:

- abbozzo di rilievo su supporto riproducibile;
- registro della poligonale;
- registro di rilievo;
- registro o registri di calcolo della poligonale;
- planimetria generale come è precisato al comma 5;
- frazionamenti come è precisato al comma 3 con riserva della clausola di cui al comma 4.

## **Art. 102 - Opere di protezione delle scarpate - opere a verde – consolidamenti**

### **102.1 Canalette di scarico delle acque superficiali**

In sostituzione delle canalette in zolle erbose, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera, lungo le scarpate, di canalette costituite da elementi prefabbricati, prodotti con macchinario a vibrocompressione, in conglomerato cementizio.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. Gli elementi saranno posti in opera iniziando dal basso verso l'alto e saranno posizionati in cassonetto sagomato, appositamente predisposto con scavo. Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ove non esistesse un ancoraggio in muratura, verranno infissi nel terreno due paletti di castagno; analoghi ancoraggi saranno predisposti lungo le scarpate ed in numero sufficiente ad impedire lo slittamento delle canalette.

La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante strato di conglomerato bituminoso ed agli arginelli mediante invito in conglomerato cementizio.

### **102.2 Lavori di rivestimento vegetale**

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale sarà stabilita di volta in volta che le relative superfici saranno pronte per la sistemazione a verde. L'Appaltatore dovrà provvedere innanzi tutto a riprendere con terreno agrario le eventuali erosioni determinatesi, curando che non vengano modificati i piani inclinati degli scavi e dei rilevati, piani che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e con cigli ben profilati.

### **102.3 Lavorazione del terreno e concimazione**

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore dovrà eseguire un'accurata preparazione e lavorazione del terreno. Sulle scarpate di rilevato, questa avrà il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però superficialmente. Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee oppure alla creazione di piccoli solchetti e gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

In occasione del lavoro di erpicatura e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Appaltatore effettuerà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi, in modo che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura risulti, ad ultimazione dei lavori ed alla data del collaudo, a densità uniforme e senza spazi vuoti o radure. La composizione delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni da trattare, sarà specificata dalla Direzione Lavori.

### **102.4 Piantamento**

La messa a dimora delle talee, piantine e piante d'alto fusto dovrà avvenire a partire da quella delle seguenti date che per prima verrà a scadenza: 25 ottobre o 25 febbraio e ultimata entro i successivi 45 giorni, restando comunque a suo carico la sostituzione delle piante che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- Piante a portamento erbaceo o strisciante: 25 cm;
- Piante a portamento arbustivo: 50 cm.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto l'Appaltatore riceverà indicazioni dalla D.L. sulla tipologia delle varie specie da impiegare nelle singole zone. L'impianto delle piante erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina o attrezzo. Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo l'Appaltatore avrà invece cura di operare in ampie buche preventivamente preparate.

L'Appaltatore dovrà approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in modo da evitare fermentazioni o essiccamimenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine dovranno presentarsi, al momento dell'impianto, in stato di completa freschezza e vitalità.

Per la scelta, trasporto, deposito, preparazione buche, messa a dimora, trattamenti e quant'altro riguardi le piantagioni, valgono tutte le norme per "lavori di paesaggismo, piante e lavori di piantagione - DIN 18916".

### **102.5 Semine**

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione a suo insindacabile giudizio, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semina di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifitastabile.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ogni ettaro di superficie di scarpata sarà 250 kg; all'atto della semina l'Appaltatore dovrà effettuare la somministrazione dei concimi potassici o fosfatici nei quantitativi previsti; i concimi azotati dovranno invece venire somministrati a germinazione avvenuta.

Il tipo di miscuglio da impiegare sarà stabilito dalla Direzioni Lavori. L'Appaltatore sarà libero di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina in caso di non perfetta germinazione.

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina, così come a germinazione avvenuta, il terreno dovrà essere battuto con il rovescio della pala.

#### **102.6 Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee**

Nei tratti di scarpata con terreni di facile erodibilità la Direzione Lavori potrà ordinare, anche se fossero già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, la seminazione di un particolare miscuglio da prato, con funzione preparatoria e miglioratrice del terreno e ad un tempo di rinsaldamento contro l'erosione delle acque.

#### **102.7 Semine mediante attrezzature a spruzzo**

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistematiche mediante semine eseguite con particolari attrezzature a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione. Il sistema potrà essere impiegato in tre modi differenti e precisamente:

- a) impiego di miscuglio come da prescrizione, concime granulare ed acqua;
- b) impiego di miscuglio come in a) ma con l'aggiunta di collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;
- c) impiego di miscuglio come in a) e successivo spandimento di paglia.

I quantitativi di concimi e di sementi saranno gli stessi previsti ai precedenti punti 102.3 e 102.5 con l'aggiunta per il caso b), di scarto di cellulosa e bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate. In particolari settori, se ordinato dalla Direzione, alla semina effettuata come in a) seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine che consentano anche la spruzzatura di emulsione bituminosa.

#### **102.8 Vimate**

Nei tratti di scarpate con terreno di natura argillosa o soggetto a facili smottamenti, l'Appaltatore dovrà effettuare l'impianto di talee.

La viminata in particolare sarà formata con i seguenti materiali:

- a) Paletti di castagno: della lunghezza minima di 75 cm e con diametro in punta di 6/8 cm, verranno infissi nel terreno per 70 cm e disposti a 0,50 m di interasse.
- b) Talee di salice: della lunghezza media di 40 cm e con diametro di 2 cm, verranno infisse nel terreno per 25 cm e disposte su due file, nel numero di 6 per ogni 50 cm di cordonata rispettivamente fra un paletto di castagno ed uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, tra fila e fila, di 10 cm.
- c) Verghe di salice: della lunghezza massima possibile e con diametro massimo di 2 cm alla base, verranno intrecciate tra le talee di salice ed i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticcio con camera interna.

La viminata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto di 10 x 10 cm lungo la cordonata.

L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di 25 cm di altezza, di cui 10 cm entro terra. L'Appaltatore dovrà quindi effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nel contempo, la terra all'interno dei due intrecci.

#### **102.9 Palificate**

- a) Palificata in legname a parete singola:

Sarà realizzata in tondame scortecciato idoneo (diametro 20-26 cm.) con legature in filo di ferro zincato (diametro 3 mm.) chiodi ecc. Saranno inseriti negli interstizi, durante la fase costruttiva robuste talee di specie arbustive ed arboree ad elevata capacità vegetativa ( diametro 3 - 10 cm. ) in numero di almeno 10 talee per metro lineare. Il riempimento sarà realizzato con materiale proveniente dagli scavi.

- b) Palificata in legname a doppia parete:

Sarà realizzata in tondame scortecciato idoneo (diametro 20-26 cm.) con elementi traversi di collegamento fra le due pareti posti con interasse massimo 150 cm, le unioni fra elementi lignei realizzate mediante tacche di bloccaggio sui medesimi e chiodi in tondino di acciaio B 450 C ad aderenza migliorata diametro minimo 12 mm lunghi minimo 35 cm infissi in fori predisposti, legature con filo di ferro zincato ( diametro 3 mm. ).

Saranno inseriti negli interstizi, durante la fase costruttiva robuste talee di specie arbustive ed arboree ad elevata capacità vegetativa ( diametro 3 - 10 cm. ) in numero di almeno 10 talee per metro lineare.

Il riempimento sarà realizzato in strati ben costipati di materiale terroso-ghiaioso proveniente dagli scavi adiacenti la palificata.

## 102.10 Palizzata

La palizzata sarà realizzata con pali di diametro 20-25 cm di taglio fresco di castagno o vernia scortecciati e opportunamente appuntiti lunghi 2 m infissi per 1,3 m ad interasse di 0,9-1,00 m. Sulla parte emergente del terreno verranno collocati dei pali diametro 10-15 cm sempre di castagno o vernia accostati sfalsati ed inchiodati ortogonali all'interno dei pali nella parte fuori terra per 1 m, allo scopo di trattenere il materiale di risulta posto a tergo della struttura medesima.

La palizzata verrà completata mediante la messa a dimora di talee di specie autoctone idonee per la ricostruzione della compagine vegetale.

## 102.11 Cure culturali

Dal momento della consegna l'Appaltatore dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle da prato. L'operazione dovrà essere ripetuta ogni qualvolta l'erba stessa dovesse raggiungere un'altezza di 35 cm.

Dopo eseguito l'impianto, e fino al collaudo definitivo delle opere, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tutte le cure culturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come innaffiamenti (soprattutto nel periodo estivo dal 15 Giugno al 15 Settembre, anche con trasporto di acqua), sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

## 102.12 Pulizia del piano viabile

Al termine di ogni operazione di impianto o manutenzione, il piano viabile dovrà risultare assolutamente sgombro da rifiuti, erbe, terra, ecc. Occorrendo si darà luogo pertanto a scopature, spazzolature e lavaggi, specie con particolare riguardo per la segnaletica orizzontale.

## 102.13 Protezione delle scarpate in roccia

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile, con piani di sfaldamento fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica a doppia torsione, debitamente ancorata, atta a trattenere la caduta di pietre.

La rete metallica, dovrà essere a forte zincatura o plastificata in filo metallico del diametro di 2,7 mm, in maglie esagonale 80\*100 mm e sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche;

La rete sarà perimetralmente ancorata mediante fune metallica del diametro di 16 mm, e di apposite chiodature, realizzate con barre in acciaio ad aderenza migliorata del diametro da 20 a 24 mm in foro di diametro di 38 mm per una lunghezza massima di ml 2,00 con terminale asolato e con interasse di ml 3,00, sul perimetro della superficie da trattare, le funi saranno bloccate alle estremità con dei morsetti.

## Art. 103 – Scogliere per la difesa del corpo stradale

Scogliera con blocchi informi naturali, non gelivi, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, approvvigionati da cave site a qualsiasi distanza, per l'esecuzione di rivestimento a difesa dell'erosione di sponda, di tratti del corpo stradale correnti lungo il litorale marino o nelle zone golinali dei corsi d'acqua o in fregio a questi o comunque di paramento arginale o di superficie inclinata in genere sia sotto che sopra il pelo dell'acqua, i blocchi dovranno essere posti in opera secondo gli allineamenti o livellette di progetto, con una fuga tra masso e masso mediamente non superiore a 10 cm che sarà opportunamente intasata in calcestruzzo 16/20 consistenza S3. I massi saranno dello spessore fino a cm40.

I massi potranno essere di pietra naturale oppure da massi artificiali, comunque costituiti da blocchi ciclopici compatti non gelivi, esenti da giunti, fratture o piani di sfaldamento, in pietra arenaria tipo EXTRADURA delle dimensioni di ml3,00x1,60x0,40 circa.

I massi di pietra naturale non geliva per gettate o scogliere dovranno avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento o crinature da gelo.

La Direzione Lavori potrà comunque ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività, alla salsedine marina, ecc., in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.

I materiali dovranno essere provvisti di Dichiarazione di Prestazione ai sensi del D.Lgs n. 106/2017 e del CPR n.305/2011, a prova della rispondenza alle norme UNI EN 13383-1, 13383-2.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) Pietrame in scpoli del peso singolo compreso tra 5 e 50 kg, per l'intasamento delle scogliere;
- b) Massi naturali di 1<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra 51 e 1.000 kg;
- c) Massi naturali di 2<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra 1.001 e 3.000 kg;
- d) Massi naturali di 3<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso tra 3.001 e 7.000 kg.

L'Appaltatore dovrà impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

Le scogliere dovranno essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite nel progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fisserà il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Se previsto nel progetto, la scogliera potrà essere anche cementata in opera con calcestruzzo Rck 200 in ragione non minore di 0,3 mc. per mc. di scogliera finita.

Nei singoli prezzi di Elenco, sia relativi al pietrame in scapoli per l'intasamento, sia ai massi naturali delle varie categorie, è compreso e compensato ogni onere, per: cavatura, intasamento come previsto dalla voce di prezzo, indennità di cava, trasporto in cantiere, pesatura, sollevamento e collocamento in opera con qualsiasi mezzo e magistero occorrente. I massi naturali che dovessero rompersi nel collocamento in opera, saranno considerati come materiali rifiutati e non contabilizzati o lo saranno soltanto in base al volume dei singoli pezzi risultanti, purché non sia inferiore a quello minimo stabilito.

I prezzi riferibili ai massi artificiali si applicano alla superficie ed al volume effettivo dedotto geometricamente dalla misurazione dei singoli massi da effettuarsi prima della loro posa in opera e della scogliera finita ed includono il materiale di intasamento. I massi artificiali che si rompessero o deteriorassero all'atto della posa in opera, oltre a non essere contabilizzati, dovranno essere tolti ed asportati a tutte spese dell'Appaltatore.

#### **Art. 104 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli**

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'Elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno, oltre alle norme contenute nei prezzi stessi, le migliori regole d'arte e le prescrizioni che saranno impartite dalla D.L..

#### **Art. 105 – Lavori eventuali non previsti**

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non si hanno i prezzi corrispondenti si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi con le norme di cui all'art. 163 del DPR 207/2010.

### **CAPO VII - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

#### **Art. 106 – Norme generali**

##### **106.1 Obblighi e oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto**

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso o aumento contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza e a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intendono quindi sempre compresi e compensati ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti, precisati nel presente Capitolato; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

##### **106.2 Valutazione e misurazione dei lavori**

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori

I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata

entità o eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale o in presenza d'acqua.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate<sup>155</sup>.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione;

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle di progetto o prescritte dalla D.L., sarà facoltà insindacabile della stessa ordinarne la rimozione e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso che minori dimensioni fossero compatibili con la funzionalità, la stabilità e la sicurezza dell'opera, a giudizio insindacabile della D.L., queste potranno essere accettate e pagate in base alle effettive quantità eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

Il calcolo dell'acconto verrà quindi effettuato sommando gli importi percentuali di tutte le lavorazioni delle diverse categorie a corpo con gli importi ottenuti moltiplicando le quantità dei lavori a misura, qualora essi fossero previsti, per i rispettivi prezzi di elenco.

Si precisa che le norme di misurazione contenute nei seguenti articoli del presente Capitolato Speciale, sono riferibili solo ai lavori appaltati a misura.

Per quanto riguarda i lavori il cui corrispettivo è in parte a corpo ed in parte a misura si applica il comma 6 dell'art. 43 del DPR 207/2010.

### **Art. 107 – Lavori e compensi a corpo**

I compensi a corpo, così come previsti nel progetto, prevedono l'esecuzione delle lavorazioni necessarie a realizzare quanto previsto negli elaborati progettuali, tali lavorazioni sono desumibili, oltre che dagli elaborati progettuali stessi, anche dalla lista delle categorie di cui al bando digara.

Con tali prezzi l'Impresa rimane compensata anche di tutti gli oneri imposti dal Capitolato Generale, dalle norme e regolamenti vigenti e dal presente Capitolato speciale, nonché degli oneri anche indiretti che l'Impresa potrà incontrare per l'esecuzione delle suddette prestazioni, lavori e servizi.

L'importo del compenso a corpo, è fisso ed invariabile e non è soggetto a revisione prezzi qualunque risulti l'ammontare effettivo dell'appalto e comunque si svolgano i lavori. Esso verrà liquidato con gli stessi statuti di avanzamento in rate proporzionali agli importi dei lavori eseguiti.

A seguito di variazioni delle opere appaltate, comunque ordinate dalla Direzione dei lavori previa autorizzazione dell'Amministrazione, che si rendessero necessarie in corso d'opera, si applicheranno le stesse norme delle lavorazioni a misura per le eventuali quantità di lavoro risultanti in un aumento o in detrazione rispetto a quelle compensate con il prezzo forfettario.

### **Art. 108 – Lavori in economia e materiali a più d'opera**

Le prestazioni in economia diretta e i noleggi saranno assolutamente eccezionali, e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non verranno riconosciute e compensate se non corrisponderanno ad un preciso ordine di autorizzazione scritta e preventiva della D.L..

#### **108.1 Mano d'opera – mercedi**

Per le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nel prezzo della mano d'opera dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per fornire gli operai degli attrezzi ed utensili del mestiere e per la loro manutenzione, la spesa per l'illuminazione dei cantieri in eventuali lavori notturni, nonché la quota per assicurazioni sociali, per gli infortuni ed accessori di ogni specie, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

#### **108.2 Noli**

Nel prezzo dei noli dovrà intendersi compresa e compensata ogni spesa per dare le macchine perfettamente funzionanti in cantiere, con le caratteristiche richieste, complete di conducenti, operai specializzati e relativa manovalanza; la spesa per il combustibile e/o il carburante, l'energia elettrica, il lubrificante e tutto quanto necessario per l'eventuale montaggio e

<sup>155</sup> Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc., atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

smontaggio, per l'esercizio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle macchine; l'allontanamento delle stesse a fine lavori.

Dovranno ancora intendersi comprese le quote di ammortamento, manutenzione e inoperosità, le spese per i pezzi di ricambio, le spese generali e l'utile dell'Appaltatore.

### **108.3 Materiali a piè d'opera**

Nel prezzo dei materiali approvvigionati a piè d'opera dovranno intendersi compresi e compensati tutti gli oneri e le spese necessarie per dare i materiali in cantiere pronti all'impiego, in cumuli, strati, fusti, imballaggi, ecc., facili a misurare, nel luogo stabilito dalla Direzione Lavori. Nel prezzo dovrà altresì intendersi compreso l'appontamento di ogni strumento o apparecchio di misura occorrente, l'impiego ed il consumo dei mezzi d'opera, la mano d'opera necessaria per le misurazioni, le spese generali, l'utile dell'Appaltatore ed ogni spesa ed incidenza per forniture, trasporti, cali, perdite, sfridi, ecc.

Tutte le provviste dei materiali dovranno essere misurate con metodi geometrici, a peso o a numero, come disposto dal presente Capitolato e nell'art. 28 del Capitolato Generale.

I detti prezzi per i materiali a piè d'opera servono pure per la formazione di nuovi prezzi.

## **Art. 109 – Tracciamenti**

Non è previsto un compenso specifico per i tracciamenti né per l'accesso ai fondi, in quanto l'onere dei tracciamenti, picchettamenti e misurazioni è compreso nei prezzi di Elenco di ogni singola opera.

## **Art.110 - Demolizioni e rimozioni**

### **110.1 Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

Salvo diversa specifica, i lavori di cui al presente titolo saranno valutati a metro quadrato per centimetro compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione e al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo, anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile e la pulizia del piano di stesa effettuata anche con spazzatrice munita di aspiratore.

### **110.2 Demolizioni di murature**

Le demolizioni di muratura di qualsiasi genere, ivi comprese quelle in pietrame e malta e quelle in calcestruzzo semplice ed armato, verranno compensate in base al loro effettivo volume; il relativo prezzo comprende, anche il maggior magistero per le demolizioni entro terra, fino alla profondità indicata dalla D.L. I materiali di risulta dalle demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa.

### **110.3 Demolizioni di fabbricati**

Le demolizioni dei fabbricati verranno compensate in base al loro volume vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello di gronda del tetto. La demolizione comprenderà, oltre i pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi genere, fino alla profondità indicata dalla D.L..

Per i materiali di risulta vale quanto prescritto nell'articolo precedente.

### **110.4 Demolizioni e ricostruzione di recinzioni metalliche**

Le operazioni di rimozione, spostamento e ricostruzione di recinzioni esistenti, siano esse in filo di ferro spinato o in rete metallica e comunque sostenute, verranno compensate con unico prezzo, globalmente, a metro lineare di recinzione rimossa ed effettivamente ricostruita.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per la sola rimozione delle recinzioni esistenti essendo detto lavoro già previsto tra gli oneri dello scotico.

## **Art.111 – Scavi in genere ed opere di contenimento**

### **111.1 Trasporto e movimentazione materiali**

Il trasporto e lo scarico del materiale dall'area di carico fino a destinazione (a rifiuto in discarica autorizzata, reimpiegate in cantiere, a riutilizzo in altro cantiere) verranno computate in base al volume effettivo di scavo calcolato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

L'onere per lo smaltimento a discarica autorizzata invece che a riutilizzo verrà compensato con un sovrapprezzo definito in Elenco Prezzi.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri autorizzativi nel caso di riutilizzo del materiale di scavo in sede diversa da quella del cantiere in oggetto.

## 111.2 Rimozione del terreno vegetale (Scotico)

Il lavoro di taglio delle piante, estirpazione di radici, arbusti, rimozione di recinzioni, ecc. e loro trasporto fuori dell'area di sede stradale e la rimozione del terreno vegetale per una profondità di cm. 30, compreso carico, come già descritti all'Art. 63.3 sono computate in base alla superficie lavorata come precisato alla voce dell'Elenco Prezzi.

Rimane fissato che le piante, anche se tagliate o estirpate dall'Impresa rimangono in piena disponibilità dell'Amministrazione.

## 111.3 Scavi per la formazione del corpo stradale

Il volume degli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di varianti eventuali, per la costruzione di raccordi di accesso alla strada, per lo scavo di fossi di guardia e di scolo, verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa all'atto della consegna salvo la facoltà dell'Impresa e della D.L. di intercalarne altre.

Gli scavi verranno eseguiti secondo le minime sezioni necessarie ed i relativi prezzi comprendono il carico del materiale di risulta, l'aggrottamento e smaltimento delle acque di qualsiasi origine, la perfetta profilatura di cassonetti e scarpate,

Per il calcolo delle sezioni la linea di riferimento è quella del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nel volume degli scavi non verranno compresi i cm. 30 superficiali, se già compensati con il prezzo relativo allo scotico.

In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Gli scavi per la formazione di cunette, canali, fossi di guardia o di scolo per l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi a sezione obbligata.

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento in genere: comprende il carico la perfetta profilatura delle scarpate, quelli già ricordati per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione per depositi temporanei di terreni o per depositi definitivi, per esaurimenti di acqua di qualsiasi importanza.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza si intendono compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi, la roccia tenera, e la demolizione di murature e della massicciata stradale esistente, in presenza o meno di conglomerati bituminosi. E' inoltre compresa la demolizione di strutture murarie rientranti nei volumi dello scavo di sbancamento a sezione piena per l'apertura di sede stradale o per l'impianto di opere d'arte.

Il prezzo per lo scavo di sbancamento di bonifica verrà corrisposto solo nel caso che a richiesta della D.L. venga spinto a profondità superiore a cm. 30 sotto il piano di campagna e solo per i volumi eccedenti a tale profondità. A detto maggior volume di scavo verrà estesa la contabilizzazione del rilevato.

## 111.4 Scavi di sbancamento

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio dall'Appaltatore all'atto della consegna e, ove necessario per l'esatta definizione delle quote e delle sagome di scavo, anche ad operazioni ultimate<sup>156</sup>.

Altresì saranno contabilizzati come scavi di sbancamento gli scavi e tagli da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie di attraversamento e consolidamento, per tutta la parte sovrastante il terreno preesistente alla formazione dei rilevati stessi.

## 111.5 Scavi di fondazione

Il volume degli scavi di fondazione sarà computato come prodotto delle superficie della fondazione per la sua profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale; tale volume sarà eventualmente frazionato, in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco. Ove la fondazione fosse eseguita con impiego di casseforme, la larghezza dello scavo sarà maggiorata di 70 cm in direzione perpendicolare alle stesse (spazio operativo)<sup>157</sup>.

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni sezione come volume di fondazione la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

Qualora il fondo dei cavi venisse ordinato con pareti scamanate, la base di fondazione di cui in precedenza si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scamanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Negli scavi occorrenti per la costruzione delle opere di sottosuolo, quali fognature, acquedotti, ecc. la larghezza massima dei cavi sarà commisurata, salvo diversa disposizione, al diametro esterno dei tubi aumentato di  $40 + D/4$  cm<sup>158</sup>, con un

<sup>156</sup> Per volumi di scavo di limitata estensione e/o di sagoma particolare la misurazione potrà venire effettuata anche con metodi geometrici di maggiore approssimazione.

<sup>157</sup> Nel caso di strutture particolari che richiedano l'impiego di ponteggi ed altre opere provvisionali lo spazio operativo potrà essere maggiore e sarà insindacabilmente valutato dalla Direzione dei lavori.

<sup>158</sup> La larghezza sarà comunque considerata in valore multiplo di 5 cm con arrotondamento alla misura immediatamente inferiore o superiore.

minimo contabile di 60 cm di larghezza per profondità di scavo fino a 1,50 m, di 80 cm per profondità da oltre 1,50 a 3,00 m, e di 100 cm per maggiori profondità.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e simili strutture, sarà incluso nello scavo di fondazione anche il volume occupato dalle strutture stesse.

## 111.6 Scavi subacquei

I sovrapprezzii per scavi subacquei, in aggiunta al prezzo fissato per gli scavi di fondazione, saranno valutati per il loro volume, con le norme e le modalità prescritte nel precedente punto 63.5 e per zone successive, a partire dal piano orizzontale a quota di 0,20 m sotto il livello normale delle acque stabilitosi senza emungimento nei cavi, procedendo verso il basso.

Nel caso che l'Amministrazione si avvalesse della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti d'acqua ed i prosciugamenti dei cavi, con valutazione separata di tale lavoro, lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà valutato così come prescritto al precedente punto 63.5.

## 111.7 Scavi di gallerie e cunicoli

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente, in base alle sezioni (nude o di sagoma esterna di rivestimenti murari) prescritte per ciascun tratto. Ogni maggiore scavo, salvo l'eccezione sotto specificata, non verrà mai pagato all'Appaltatore il quale sarà anzi obbligato ad eseguire, a tutte sue spese, il riempimento dei vani per tale fatto rimasti tra rivestimento eterreno<sup>159</sup>.

Peraltro nessun compenso spetterà all'Appaltatore per maggiori scavi, ancor quando essi fossero inevitabili e dipendenti dalla natura del terreno o da necessità di lavoro (rialzamento di centine, collocamento di armature, azioni di mine, scoscendimenti e simili).

Nel caso si verificassero frane, oppure naturali rilasci, di volume mediamente superiore a 5,00 m<sup>3</sup> per ciascun metro lineare di galleria lungo la quale la frana o il rilascio si è prodotto, si applicherà il prezzo speciale stabilito in tariffa (o da stabilirsi) alla parte eccedente detto volume ed esclusivamente ad essa. Non sarà comunque corrisposto alcun compenso quando le frane o i rilasci fossero riconosciuti imputabili all'Appaltatore o per poca diligenza nella condotta dei lavori, o per deficienze nelle armature e nei puntellamenti, o per l'inosservanza delle prescrizioni della Direzione. In tal caso l'Appaltatore, oltre allo sgombero delle materie franate, sarà in obbligo di eseguire a sue spese tutte le riparazioni occorrenti ed a risarcire gli eventuali danni.

Salvo diversa prescrizione, i prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualunque natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che fossero i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura ed asportazione di massi e di ogni altro materiale rinvenuto negli scavi. I detti prezzi compensano e comprendono altresì quanto occorrente per dare i lavori completamente finiti, e quindi anche tutte le spese per armature e puntellamenti di qualsiasi tipo ed entità (anche a cassa chiusa, di semplice rivestimento o di controspinta), per illuminazione e ventilazione dei cantieri di lavoro, per eventuali esaurimenti di acqua<sup>160</sup>, per soggezioni e difficoltà dovute ad infiltrazioni di gas o all'incontro con terreni spingenti o incoerenti e per i provvedimenti conseguenti.

Con i prezzi a corpo degli scavi sono altresì compensati gli oneri connessi alla necessità di dover cambiare, durante la costruzione della galleria, i vari sistemi di scavo e l'impiego di specifiche attrezzature in rapporto al mutare delle caratteristiche geomecaniche dei terreni attraversati ed al loro comportamento in relazione alla decomposizione dell'ammasso, nonché l'onere relativo all'esecuzione dello scavo ed alla presenza dell'arco rovescio (compensato con altro prezzo), entro tre diametri, ovvero entro 1,5 diametri dal fronte di scavo, ovvero entro la distanza che comunque sarà necessaria in funzione del comportamento dei terreni attraversati.

L'apertura di finestre o pozzi che l'Appaltatore desiderasse effettuare in armonia con il suo piano di svolgimento dei lavori, dovrà essere autorizzata dalla Direzione, che potrà peraltro imporre vincoli o condizioni. L'autorizzazione non darà comunque diritto all'Appaltatore al pagamento di tali lavori, a meno che la Direzione non ne decidesse l'eventuale utilizzo prima dell'ultimazione delle opere.

Si precisa che nel caso di rescissione del contratto di appalto tutte le armature in opera negli scavi rimarranno di proprietà dell'Amministrazione e non potranno in alcun modo essere asportate; per esse l'Appaltatore non potrà pretendere alcun compenso, oltre al pagamento dei materiali in base ai prezzi di Elenco a più d'opera, in quanto tutti gli oneri relativi alla loro lavorazione, posa in opera, sfrido, ecc., si intendono compresi e compensati con il pagamento degli scavi eseguiti e contabilizzati.

Lo scavo delle gallerie in artificiale verrà compensato con i prezzi degli scavi di sbancamento quando l'esecuzione fosse avvenuta totalmente a ciclo aperto; qualora lo scavo dello strozzo fosse preceduto dalla costruzione della calotta, sarà compensato con il prezzo della voce relativa allo scavo in galleria decurtato del 35%.

Qualora l'Appaltatore nell'eseguire lo scavo in galleria adottasse per il contenimento delle pareti il sistema del betoncino spruzzato a pressione (armato o meno con rete e centine metalliche), la contabilizzazione dello scavo sarà valutata con lo

<sup>159</sup> Il riempimento sarà effettuato con muratura o calcestruzzo o con qualunque altro materiale ordinato dalla Direzione Lavori.

<sup>160</sup> Per una portata fino a 5 l/s per le tratte in salita e 4 l/s per quelle in discesa. Per corrispondenti portate superiori e per le tratte interessate, ove l'onere corrispondente determinato sia superiore al 5% del compenso fissato per lo scavo in galleria, verrà riconosciuto a favore dell'Appaltatore un equo compenso nelle forme e nei modi riconosciuti dal Codice Civile.

specifico prezzo di Elenco. Tale prezzo, qualora l'impiego del betoncino venisse limitato ad una parte soltanto della sezione della galleria (es. calotta), verrà applicato nella zona di sezione interessata dall'applicazione. Ove l'impiego del betoncino spruzzato venisse effettuato sia per lo scavo della calotta che per quello dello strozzo, l'eventuale scavo nella zona relativa all'arco rovescio sarà pagato con lo stesso prezzo. Il betoncino spruzzato, la rete metallica e le centine di armatura verranno pagati a parte con i relativi prezzi. Lo stesso dicasi per i tiranti in roccia con barre d'acciaio o con aste in fibra di vetro, i micro pali e/o i jet-grouting di preconsolidamento in calotta e quelli alla base delle centine, così come per tutte le categorie di lavoro da adottare per conseguire il precontenimento del cavo ed il preconsolidamento del fronte di scavo, lavori tutti realizzati in conformità alle prescrizioni del progetto e/o agli ordini comunque impartiti dalla Direzione Lavori ed eseguiti anche precedendo con la tecnica dei "cantieri ravvicinati".

### **Art. 112 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale – preparazione della massicciata esistente**

I lavori di cui all'art. 64 da eseguire per la preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale e per la preparazione della massicciata esistente, sono computate in base alla superficie lavorata.

Nel prezzo è compreso anche il maggior volume di rilevato o di fondazione stradale corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto del compattamento.

### **Art. 113 – Materiali per rilevati**

Il volume dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate, secondo l'andamento di progetto o di varianti eventuali, e per la costruzione dei raccordi di accesso alla strada verrà determinato con il metodo e la procedura previsti per gli scavi (metodo delle sezioni ragguagliate, salvo se diversamente specificato in progetto).

La sezione trasversale del rilevato sarà determinata superiormente dal piano di appoggio della fondazione, inferiormente da un piano di cm. 30 sotto la linea di terra nel caso della rimozione del terreno vegetale, e, infine, lateralmente dalle scarpate. Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di private, verrà ricavato in base alla differenza fra il volume totale del rilevato ed il volume dello scavo contabilizzato e ritenuto idoneo per il reimpiego dalla D.L. Nel volume dello scavo verrà compreso il materiale derivante sia dai lavori di apertura della sede stradale, sia da quelli di imposta delle opere d'arte.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave private si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali e per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per scavi di sbancamento.

Nel computo dei volumi dei rilevati non si terrà conto degli eventuali cedimenti del piano di posa, rientrando tale onere nel prezzo relativo alla preparazione del piano di posa stesso.

Ai volumi dei rilevati verranno detratti i volumi delle opere d'arte o dei materiali altrimenti pagati.

### **Art. 114 – Formazione dei rilevati**

Il prezzo relativo alla formazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Detto prezzo comprende la stesa dei materiali, provengano essi da scavi della sede stradale o cave, il compattamento, la profilatura delle scarpate ed ogni altro onere per dare il rilevato finito a regola d'arte.

### **Art. 115 – Conglomerati cementizi**

I conglomerati cementizi in generale sia di fondazione che in elevazione, semplici od armati, verranno compensati secondo il loro volume, computati con metodi geometrici in base a misure sul vivo, esclusi quindi gli eventuali intonaci e dedotti i vani, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa. In ogni caso, non si dedurranno i volumi del ferro di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a mc. 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale magistero richiesto.

I calcestruzzi saranno pagati secondo i prezzi di Elenco corrispondenti alla prescrizione prevista per ciascuna opera. Nel caso che i risultati delle prove sui cubetti indichino l'appartenenza ad una classe inferiore a quella prescritta dai disegni od ordini scritti impartiti dalla D.L., sarà facoltà di quest'ultima o di ordinare la demolizione dell'opera nel caso in cui la resistenza accertata faccia dedurre una diminuzione inaccettabile in termini di garanzia di durabilità dell'opera stessa, o di valutare l'opera secondo i prezzi di elenco corrispondenti alla classe accertata. I prezzi di Elenco dei calcestruzzi, oltre a comprendere la fornitura a più d'opera di tutti gli ingredienti necessari (inerti, leganti, acqua, legname, ecc.), della mano d'opera e delle attrezzature necessarie per la confezione, comprende anche la posa in opera, la vibratura e l'innalzamento dei materiali e la stagionatura secondo UNI EN 13670-1 e s.m.i. e secondo le indicazioni del Progettista e della D.L. Per l'esecuzione di giunti di dilatazione e contrazione, quando prescritti, verrà compensata a parte la sola fornitura del materiale previsto per la formazione del giunto stesso, dovendosi intendere ogni altro onere compreso nel prezzo del calcestruzzo. L'impiego

eventuale di aeranti, plastificanti o altri ingredienti chimici, nei calcestruzzi e nelle malte per murature, non dà diritto ad indennizzi o sovrapprezzati.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa e additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

Nel prezzo relativo ai manufatti prefabbricati si intendono compresi tutti gli oneri e le spese per fornire i manufatti stessi a più d'opera, in perfetto stato, nonché ogni onere per la loro posa in opera, ivi inclusi i giunti in malta cementizia.

Le solette in cemento armato semplici, costituenti l'impalcato di travata in c.a.p., saranno contabilizzate anch'esse in c.a.p. quando le sezioni resistenti delle travi, che consentono la tesatura totale dei cavi, comprendono anche settori della soletta.

### **Art. 116 – Casseforme**

Le strutture di cui al presente titolo, se non diversamente specificato, dovranno sempre intendersi comprese e compensate con i prezzi di Elenco relative alle categorie di lavoro per le quali le strutture stesse sono necessarie, murature o conglomerati che siano.

Le casseforme sia in legname sia metalliche per l'esecuzione dei getti in conglomerati cementizi verranno contabilizzate e valutate a mq. e misurate in base allo sviluppo della superficie delle armature a contatto col conglomerato. Detto prezzo comprenderà ogni onere per la preparazione delle superfici delle casserature, le legature, lo sfrido, chiodature, banchine, ganasce, controventamenti, giunzioni, ecc., i puntelli e le armature di sostegno per tutte le strutture verticali inclinate e a sbalzo e per le strutture orizzontali fino alla luce di m. 10 in proiezione orizzontale, il successivo disarmo e la rimozione delle armature stesse e delle casserature, oltre alla mano d'opera, dei mezzi d'opera e ai materiali per dare il lavoro ultimato a regola d'arte.

Il prezzo delle strutture provvisionali è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc. nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola.

### **Art. 117 – Centine**

Le centinature dei volti saranno pagate a mq. di superficie assumendo come superficie totale cui applicare il prezzo quella corrispondente all'effettivo sviluppo della superficie di intradosso dei volti.

Per qualsiasi tipo di struttura in cemento armato, l'armatura di sostegno, sarà pagata a mq. in base alla proiezione orizzontale delle strutture stesse misurate come lunghezza tra le pareti interne dei sostegni e, come larghezza, tra gli sbalzi esterni della carreggiata l'onere delle cui armature s'intende compensato con il prezzo di elenco applicato alla proiezione di cui sopra.

Detto prezzo comprenderà l'esecuzione del manto in legno o in metallo, l'orditura di appoggio delle casseforme, l'eventuale appoggio delle centine al suolo, anche se realizzate in calcestruzzo o in muratura, ed in presenza di acqua stagnante o corrente. Tutti gli irrigidimenti necessari ad ogni onere per sfridi, disarmo e recupero materiale, oltre alla mano d'opera, ai mezzi d'opera e ai materiali per dare il lavoro ultimato a regola d'arte.

### **Art. 118 – Ferro per l'armatura del calcestruzzo**

Il peso del ferro tondo di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinate) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I..

Anche per calcolare il peso dell'acciaio ad aderenza migliorata, di sezione non necessariamente circolare, si moltiplicherà lo sviluppo lineare della barra per il peso lineare del tondino di sezione effettiva corrispondente, fornito dalle tabelle U.N.I..

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla D.L., curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Il peso dei cavi in acciaio armonico per i calcestruzzi armati precompressi verrà determinato considerando lo sviluppo complessivo del cavo per il numero dei tondini che lo compongono, per il peso unitario relativo al diametro del tondino. Nel prezzo di elenco per i cavi in acciaio armonico sono incluse tutte le spese per la fornitura, la posa e la legatura delle guaine, per l'esecuzione di iniezioni di malta e cemento per l'intasamento dei vuoti, per la fornitura di teste e piastre di ancoraggio, oltre alla mano d'opera, ai mezzi d'opera e ai materiali per la tesatura dei cavi stessi.

## **Art. 119 – Strutture e apparecchiature metalliche – lavori in ferro**

Sia l'acciaio che gli altri metalli impiegati nelle varie opere saranno compensati a peso con i relativi prezzi di elenco. I pesi saranno determinati mediante pesature in contraddittorio, dirottando gli autocarri in arrivo presso una pesa idonea indicata dalla D.L. oppure con successive operazioni di carico e scarico a discrezione della D.L. ed a totale carico dell'Impresa. Verranno riportati in contabilità i pesi così determinati purché non differiscano dai pesi teorici - pesi che l'Impresa dovrà esporre sui disegni costruttivi di ogni singola parte - in quantità superiore a quella corrispondente alle tolleranze di laminazione che si convengono contrattualmente fissate nella misura massima del 5% (cinque per cento) in meno o in più.

Nei prezzi delle opere in metallo è compreso ogni onere particolarmente previsto all'art. 119 del presente Capitolato, ogni e qualunque compenso per forniture accessorie e per lavorazione, montaggio e collocamento in opera, e le prove di laboratorio comprese quelle radiografiche per le saldature eseguite sia in officina che in cantiere.

### **119.1 Manufatti in acciaio e lavori speciali**

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, o in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco. Questi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, della lavorazione secondo disegno, della posa e fissaggio in opera, nonché, se non diversamente previsto, della verniciatura ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Gli apparecchi di appoggio di qualsiasi tipo saranno compensati con i rispettivi prezzi di Elenco. Le cerniere a snodo in acciaio per il collegamento delle strutture costruite a sbalzo saranno contabilizzate con il prezzo relativo agli apparecchi di appoggio metallici di tipo mobile, pendolare o a rulli.

Gli appoggi in gomma neoprene verranno misurati prima della posa in opera e pagati a volume con il relativo prezzo di Elenco.

I giunti di dilatazione per ponti e viadotti in gomma antivibrante verranno misurati, prima della posa in opera, a volume, compresi i vuoti. I profilati metallici occorrenti per l'ancoraggio di tali giunti alla struttura, compresi i bulloni, verranno contabilizzati e pagati con il prezzo relativo ai manufatti in ferro lavorato.

Per i manufatti in acciaio, in genere, potrà essere corrisposto in contabilità un acconto pari al 50% dell'opera finita quando il materiale per l'esecuzione del manufatto fosse giunto in cantiere (a piè d'opera) e già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione Lavori.

### **119.2 nBarriere di sicurezza e parapetti metallici**

Le barriere di sicurezza, rette o curve che siano, verranno misurati sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali e gli eventuali tratti costituenti l'avvio ai parapetti.

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco devono intendersi compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, ed in particolare, per le barriere o i parapetti ricadenti su opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento tipo 42,5 o con resine epossidiche.

Nei prezzi di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori tra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

## **Art. 120 – Opere Murarie particolari**

### **120.1 Murature in galleria**

I volumi delle murature di rivestimento delle gallerie verranno computati per i tratti aventi sezione costante e valutati sul vivo della superficie, esclusi gli eventuali intonaci. Il maggior volume di rivestimento rispetto agli spessori prescritti e la muratura di bloccaggio, occorrenti per il riempimento di vuoti dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, rimarranno a carico dell'Appaltatore (solo nel caso di caverne naturali, oppure di cavità causate da sedimenti o franamenti non implicabili a deficienze di armatura o a negligenza dello stesso, il calcestruzzo e la muratura di bloccaggio verranno valutati a parte e compensati in eccedenza).

Quando la Direzione ordinasse la realizzazione di fori, canalette, ecc. nello spessore del rivestimento (prima dell'esecuzione dello stesso), ogni onere relativo dovrà intendersi compreso nel prezzo e nella misurazione del rivestimento non verranno detratti i vuoti corrispondenti.

Nel caso di rivestimenti eseguiti in roccia consistente e non alterabile, a giudizio della Direzione potranno essere consentite punte di roccia annegate nella massa del rivestimento, purché non oltre il terzo del suo spessore; in tal caso il volume delle punte non verrà detratto da quello del rivestimento.

Nel caso infine che la Direzione Lavori prescrivesse, in dipendenza della natura dei terreni attraversati, un rivestimento ad anelli concentrici di calcestruzzo semplice o armato, di caratteristiche diverse, questo non darà diritto all'Appaltatore di richiedere alcun compenso in relazione ai maggiori oneri derivanti dall'esecuzione in più tempi.

## 120.2 Calcestruzzo spruzzato

Il computo dei volumi di calcestruzzo spruzzato in sotterraneo od all'aperto verrà effettuato secondo gli spessori teorici ordinati di volta in volta dalla Direzione Lavori. Nel prezzo di Elenco si intendono compresi e compensati gli eventuali maggiori oneri derivanti dal riempimento di irregolarità delle pareti di scavo oltre lo spessore teorico. In ogni caso non saranno tollerate riduzioni di spessore, dovute ad irregolarità delle pareti di scavo, di oltre un terzo dello spessore teorico e solo per singoli punti.

In caso di caverne o di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili all'Appaltatore sarà eseguito a tergo un riempimento con calcestruzzo normale che verrà compensato secondo il relativo prezzo di Elenco

## Art. 121 – Murature in genere

Verranno compensate secondo il loro volume, computate con metodi geometrici in base a misure sul vivo, esclusi quindi gli eventuali intonaci e dedotti i vani ed i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa; in ogni caso non si dedurranno i vani di volume inferiore od uguale a mc. 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggior magistero richiesto.

Nei prezzi di tutte le opere in muratura, tanto in fondazione quanto in elevazione, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con il paramento in faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri; tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario anche a tergo dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni: è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque, delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'Impresa saranno valutate con i prezzi normali suddetti delle murature con pietrame fornito dall'Impresa, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera, ecc., come sopra, del pietrame ceduto.

Qualunque sia la incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso addizionale.

## Art. 122 – Paramenti ad opera incerta per murature di pietra

Per le murature di pietrame in elevazioni previste con paramenti ad opera incerta, i maggiori oneri derivanti dalla lavorazione della faccia vista e di cui al relativo articolo del presente Capitolato, verranno compensati a metro quadrato di superficie effettiva. Si precisa che nel prezzo d'Elenco è compreso anche l'eventuale maggiore onere del pietrame di rivestimento.

## Art. 123 – Intonaci e smalti cementizi

### 123.1 Intonaci

Gli eventuali intonaci di qualunque genere, sia a superficie piana che a superficie curva, saranno valutati a metro quadrato, applicando i prezzi della tariffa alla superficie effettiva dei muri intonacati, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo dei muri per riquadri, fasce, bugne e simili, purché le rientranze e sporgenza non superino i cm. 10.

### 123.2 Smalti cementizi

Gli eventuali smalti cementizi per volti o altri manufatti saranno valutati a metro quadrato di superficie effettiva.

## Art. 124 – Opere di carpenteria

Nei prezzi di Elenco riguardanti la lavorazione e posa in opera dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, bulloni, chiavetti, ecc. occorrenti; per gli sfridi, per l'esecuzione delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per impalcature di servizio, catene, cordami, malte, meccanismi e simili, per qualunque mezzo provvisoriale per l'innalzamento, trasporto e posa in opera ed in genere per gli oneri tutti di cui all'art. 76 del presente Capitolato.

La valutazione dei manufatti in legno e delle opere da carpentiere in genere verrà effettuata in base al volume di legname effettivamente collocato in opera, senza tener conto dei maschi e dei nodi per le congiunzioni dei diversi pezzi e senza dedurre le relative mancanze o intagli.

## **Art. 125 – Tombini tubolari**

I tombini tubolari di cemento saranno pagati a metro lineare misurato all'asse dei tubi e nel prezzo di Elenco sarà incluso il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rivestimento ed il rinfianco come indicati dai disegni.

I tombini con elementi incassati d'acciaio zincato verranno contabilizzati in base al loro peso effettivo in chilogrammi in opera. Il relativo prezzo di applicazione comprenderà la fornitura e posa in opera degli elementi metallici e loro accessori, la predisposizione del piano di posa, la fornitura, stesa in opera, e compattamento del materiale granulare per il cuscinetto d'appoggio, il maggior onere per il costipamento del materiale di riporto sui fianchi del manufatto.

Lo scavo per la costruzione dei tombini verrà compensato separatamente con apposito prezzo d'Elenco qualora non diversamente previsto nella voce di prezzo.

## **Art. 126 – Drenaggi**

I drenaggi in genere, ivi compresi quelli a tergo delle murature, comprendono la fornitura del materiale, la sua sistemazione in opera, l'attrezzatura necessaria e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte. Saranno computati a volume e compensati con il relativo prezzo d'Elenco.

I drenaggi con tubi forati verranno contabilizzati compensando separatamente i tubi ed il materiale drenante.

L'unità di misura sarà il metro lineare per i tubi ed il metro cubo per il materiale di rinfianco e di riempimento.

I rispettivi prezzi saranno comprensivi sia della fornitura dei materiali che di ogni lavorazione ed onere per dare il lavoro finito a regola d'arte. Sarà esclusa soltanto l'esecuzione dello scavo da compensarsi a parte.

## **Art. 127 – Gabbioni metallici**

I gabbioni metallici verranno contabilizzati in base al loro peso effettivo in chilogrammi in opera; detto peso comprenderà sia la rete metallica che il filo occorrente per i tiranti e le legature.

Il relativo prezzo di Elenco, da applicarsi tanto ai gabbioni preconfezionati che a quelli confezionati in opera, comprende e compensa tutti gli oneri di fornitura dei materiali, di confezione, montaggio, posa in opera e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte.

### 127.1 Riempimento di gabbioni con pietrame

Verrà compensato a volume in opera. Nel prezzo saranno compresi gli oneri per le murature in genere.

Detto prezzo comprenderà, oltre al compenso per la fornitura del pietrame, la sua posa in opera con lavorazione a faccia vista dei paramenti esterni, il collegamento delle pareti dei gabbioni a mezzo tiranti e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte.

## **Art. 128 – Pali di fondazione - ancoraggi**

### **128.1 Pali di fondazione**

Il prezzo dei pali, oltre a quanto particolarmente previsto per ciascun tipo, comprende le eventuali perforazioni a vuoto, le prove di carico sperimentali e quelle di collaudo, così come stabilito all'art. 90 del presente Capitolato. Nessuna maggiorazione di prezzo competrà per l'esecuzione di pali comunque inclinati e di qualunque tipo (se non diversamente prescritto). Fatto salvo comunque quanto diversamente previsto in Elenco Prezzi.

### **128.2 Pali in legno**

Per i pali in legno la lunghezza comprenderà anche la parte appuntita e per diametro si assumerà quello a metà lunghezza del palo. Qualora stabilita la lunghezza da adottare, il palo avesse raggiunto la capacità portante prima che la testa fosse affondata alla quota prevista, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Appaltatore, ma verrà valutato per la lunghezza originale.

Il prezzo a metro lineare comprende, oltre alla fornitura del palo dell'essenza richiesta, la lavorazione della punta, l'eventuale applicazione delle puntazze in acciaio (escluse dalla fornitura), la fornitura e l'applicazione delle ghiere di testata e la posa in opera a mezzo di idonei battipali.

### **128.3 Pali in cemento armato costruiti fuori opera**

Per i pali di cui al presente titolo, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende la fornitura del palo completo di armatura metallica, di puntazze di acciaio robustamente ancorate al calcestruzzo, delle cerchiature di ferro nonché dei prismi di legno a difesa della testata.

#### 128.4 Pali battuti o trivellati costruiti in opera

Per tale tipo di pali, il prezzo a metro lineare comprende anche l'onere dell'infissione del tubo-forma, l'escavazione del foro inclusi i trovanti in roccia estraibili con i normali metodi di scavo<sup>161</sup>, l'eventuale ammorsatura in roccia per la profondità corrispondente ad un diametro, la fornitura, il getto ed il costipamento del calcestruzzo, il ritiro graduale del tubo forma, l'eventuale posa di una controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua (se non diversamente specificato) e l'onere dell'eventuale foratura a vuoto (con il limite di cui alle generalità). Resterà invece esclusa l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica che verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonici, fermi restando tutti gli oneri in precedenza indicati, in quanto applicabili, resta stabilito che la loro lunghezza sarà determinata dalla quota di posa del plinto, sino alla massima profondità accertata al termine della fase di perforazione.

Nel prezzo dei pali trivellati o comunque inclinati e compresa l'armatura di ferro alle testate nonché l'onere della formazione della testata dei pali alla profondità richiesta e quella delle prove di carico nella misura di una prova ogni 50 pali o frazione (di tale prova resta a carico dell'Amministrazione solo il compenso per il laboratorio).

I pali saranno quindi misurati e valutati secondo la loro effettiva lunghezza ad iniziare dal piano di posa della gettata di collegamento di calcestruzzo sulle testate dei pali.

Eventuali diverse classi di : resistenza, esposizione, consistenza e/o diverso diametro massimo dell'aggregato che in casi particolari potranno essere prescritte dalla Direzione dei Lavori, verranno valutate esclusivamente in base al volume teorico che si ottiene in relazione alla lunghezza del palo, ed al diametro esterno del tubo di forma, poiché del maggior volume effettivo risultante dagli allargamenti della base del fusto, si è tenuto conto nella determinazione del prezzo unitario.

Nel prezzo unitario da applicarsi a tale lunghezza sono compresi l'onere per la maggiore eventuale trivellazione occorrente a raggiungere detta quota dal piano di posa; quello per la formazione e per le successive demolizioni della testa; quello relativo al maggior volume di conglomerato richiesto per la formazione delle sbulbature; quello per le trivellazioni iniziali a scopo di ricognizione geognostica da effettuarsi per ciascuna fondazione nel numero e per profondità da stabilirsi dalla Direzione dei lavori in relazione alla importanza dell'opera ed alla natura dei terreni; e in definitiva tutti gli oneri e magisteri; l'impiego di attrezzi, apparecchiature, strumenti di misura e quanto occorre e verrà indicato dalla Direzione dei lavori, anorché l'Amministrazione possa riceverne vantaggi estetici, statici ed anche economici.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, di qualunque diametro, dovrà sempre intendersi compreso l'onere dell'estrazione e trasporto a rifiuto delle materie provenienti dalla perforazione.

#### 128.5 Ancoraggi

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti, o cestelli, per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza;
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili;
- tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti;
- tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai utilizzati per i tiranti;
- tutte le prove per il controllo della fluidità, dell'essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata nelle iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione.

I perfori saranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro; i tiranti di acciaio saranno computati in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dall'estremità di fondo alla superficie esterna dell'apparecchio di bloccaggio; le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

In presenza di iniezioni ripetute in pressione si considera tratto attivo (fondazione) del tirante esclusivamente il bulbo.

I relativi articoli comprendono inoltre il riempimento anticorrosivo posto a protezione del tratto libero. In presenza di iniezioni a gravità si considera tratto attivo (fondazione) del tirante l'intero volume del perforo.

### Art. 129 – Palancole – diaframmi di pali – diaframmi continui

#### 129.1 Palancole tipo "Larssen"

Il noleggio mensile delle palancole verrà compensato con il relativo prezzo di Elenco. In esso sono compresi: il trasporto a piè d'opera, la preparazione con rivestimento di bitume, il magazzinaggio e la ripresa. La contabilizzazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa. L'altezza sarà quella effettiva delle palancole.

<sup>161</sup> Resta invece escluso l'eventuale impiego dello scalpello o di altre attrezature speciali per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'ammorsatura in roccia dura da mina, che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

L'infissione e l'estrazione della palancolata verranno compensate con il relativo prezzo di Elenco. Esso comprende la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie, lo sfido dei materiali per rotture o guasti o per impossibilità di recupero ed in genere ogni lavoro e fornitura occorrente per dare l'opera compiuta e idonea all'uso. La contabilizzazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancolata in opera, misurato come sopra. L'altezza sarà quella di effettiva infissione.

## 129.2 Diaframmi a parete continua

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi: la formazione dei cordoli guida, l'apertura della trincea inclusi i trovanti in roccia dura estraibili con i normali metodi di scavo, l'eventuale ammorsatura in roccia per la profondità corrispondente allo spessore del diaframma, il carico ed il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, la fornitura dei fanghi bentonitici e l'impiego dei relativi impianti di pompaggio, l'acqua, la fornitura del conglomerato cementizio ed il suo getto e costipamento con mezzi idonei anche in presenza di armature metalliche e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La superficie del diaframma gettato in opera sarà computata misurando, per ogni pannello, la lunghezza lungo l'asse del diaframma e l'altezza effettiva lungo la parete piena, dal fondo dello scavo alla sommità del pannello stesso. L'eventuale scavo a vuoto sarà compensato con il relativo prezzo.

Restando esclusi l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, l'eventuale scarico a vuoto, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura in roccia dura da mina, che verranno compensati con i relativi prezzi di Elenco.

## Art. 130 – Strati di fondazione e di base

La fondazione e la base della carreggiata saranno contabilizzate a metro cubo per strati posti in opera compresi, stabilizzati e sagomati in conformità alle misure di progetto risultanti dai disegni. Resta inteso convenzionalmente che il prezzo comprende:

- gli oneri relativi alle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché quelle richieste durante l'esecuzione dei lavori;
- la fornitura dei misti aridi idonei alla formazione della miscela secondo quanto prescritto ed ordinato dalla D.L.;
- il macchinario, la mano d'opera, la lavorazione completa e quanto altro necessario perché il lavoro sia eseguito a perfetta regola d'arte.

Quando, in sede di controllo, si riscontrassero misure di spessore e larghezza inferiori a quelle prescritte o tollerate spetterà alla D.L. stabilire se accettare detti spessori e larghezze, introducendoli in contabilità nella loro effettiva consistenza, o se ordinare le opportune modifiche e lavorazioni. Registrandosi spessori e larghezze maggiori di quelle previste nei disegni od ordinate alla D.L., le eccedenze, rispetto alle misure prescritte, non saranno contabilizzate e resteranno a carico dell'Impresa.

## Art. 131 – Banchine e pavimentazione di strade secondarie

Per la misurazione e valutazione delle banchine e della pavimentazione dei raccordi di strade secondarie deviate o spostate saranno validi tutti gli oneri e prescrizioni dettati per gli strati di fondazione e di base. Si conviene, in particolare, che il volume dei materiali per le banchine risulterà dal prodotto dell'area della sezione tipo in rettifilo per la lunghezza di progetto della strada.

Resta inteso, inoltre, che nel prezzo a metro cubo saranno compensati anche i maggiori oneri per dare l'opera finita in prossimità di opere d'arte e per la sagomatura trasversale secondo i disegni di progetto.

## Art. 132 – Strato di base (misto bitumino), strato di collegamento (binder) e tappeto di usura

I conglomerati bituminosi, siano essi relativi allo strato di base (misto bitumino), di collegamento (binder) o al tappeto di usura, verranno contabilizzati in base alla superficie ordinata ed eseguita, e secondo gli spessori finiti prescritti.

### Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per valori del modulo complesso "E" inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dell'1.7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione. Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico ricavato da almeno 12 determinazioni non deve essere inferiore ai valori limite. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'1.7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 60% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa), verrà applicata una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%: valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di BPN o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità approssimata specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

BPN = 42

HS = 0,3 mm

Qualora il valore medio di BPN o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m sia inferiore o uguale ai valori ritenuti accettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stessa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di BPN e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

#### Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 4 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stessa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

Ove nell'Elenco prezzi sia previsto il pagamento del conglomerato a peso, questo verrà determinato per mezzo di pesatura di tutti i carichi. I mezzi e gli oneri di pesatura saranno a totale carico dell'Impresa e potranno comportare anche il costante dirottamento degli autocarri sulla più prossima pesa pubblica.

I prezzi fissati nell'Allegato Elenco compensano ogni onere e spesa per la fornitura degli inerti e del legante secondo le formule accettate dalla D.L., l'impiego dei macchinari e della mano d'opera occorrenti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione del conglomerato; la fornitura e spandimento dei bitumi liquidi di ancoraggio; i controlli e le prove da eseguire per lo studio delle miscele e per le opere finite; quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo tutte le norme dei rispettivi articoli del presente Capitolo.

### **Art. 133 – Valutazione dei ripristini stradali**

I ripristini stradali, di qualsiasi tipo, verranno computati per superficie uguali allo scavo ordinato. Si terrà conto di aumenti che si rendessero necessari nell'esecuzione del lavoro, per il raccordo con la pavimentazione esistente, solo se ordinati dalla Direzione Lavori.

A) - Strato di collegamento in conglomerato bituminoso.

Lo strato di collegamento di conglomerato bituminoso (binder) sarà misurato in metri quadrati, intendendo compensato nel prezzo a metro quadrato ogni onere per lo scavo del cassonetto, il lavaggio della superficie, la preventiva cilindratura, la fornitura e lo spargimento di emulsione di bitume in ragione di Kg. 1 per ogni mq., la fornitura e la stesa del conglomerato bituminoso, la cilindratura a fondo del materiale steso, la mano d'opera, l'attrezzatura necessaria e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

B) - Manto di usura in conglomerato bituminoso (tappeto).

Il tappeto in conglomerato bituminoso sarà misurato in metri quadrati, intendendosi compensato nel prezzo ogni onere per il lavaggio della superficie del binder, la fornitura e lo spargimento di emulsione di bitume, la fornitura e la stesa del conglomerato bituminoso, la cilindrata a fondo del materiale steso; la mano d'opera necessaria per tutto il lavoro compreso il picchettamento della zona da raccordare, l'attrezzatura necessaria e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## Art. 134 – Acquedotti e fognature

### 134.1 Generalità

Le tubazioni in genere saranno valutate in base alla loro massa o in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste agli artt. da 97 a 99, fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia, nelle tubazioni interrate, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, come pure gli isolamenti acustici e le colorazioni distinctive devono ritenersi specificatamente inclusi, se non diversamente disposto, tra gli oneri relativi ai prezzi di Elenco.

### 134.2 Tubazioni metalliche

Le tubazioni metalliche saranno valutate in base alla loro massa, in rapporto al tipo approvato dalla Direzione Lavori, o in base alla loro lunghezza, misurata sull'asse delle tubazioni stesse, quando ne fossero indicate le caratteristiche.

I prezzi di Elenco comprendono oltre alla fornitura dei materiali, compresi quelli di giunzione, e la relativa posa in opera, anche ogni accessorio quali staffe, collari, supporti, ecc. nonché l'esecuzione delle giunzioni, nei tipi prescritti, e le opere murarie.

Nella valutazione delle masse si terrà conto unicamente di quelle relative ai tubi e ai manufatti metallici di giunzione (flange, controflange, manicotti, ecc.), con esclusione del piombo (nei giunti a piombo), delle guarnizioni (corda di canapa, anelli di gomma, ecc.) nonché delle staffe, collari e materiali vari di fissaggio il cui onere, per quanto in precedenza esposto, deve ritenersi incluso nel prezzo. Nella valutazione delle lunghezze non dovrà tenersi conto delle sovrapposizioni.

Per quanto riguarda i pezzi speciali, l'onere della relativa fornitura e posa in opera potrà essere compreso o meno nel prezzo delle tubazioni<sup>162</sup>.

Per le tubazioni in acciaio, qualora tale onere risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, i pezzi speciali verranno valutati in lunghezza, sulla maggiore dimensione, applicando un coefficiente moltiplicatore pari a 2 per i pezzi speciali di tipo semplice (curve, riduzioni, raccordi, ecc.), pari a 2,25 per i pezzi speciali ad una diramazione e pari a 2,50 per quelli a due diramazioni. Per le stesse tubazioni, e per lo stesso caso, qualora la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base alla massa, i pezzi speciali verranno valutati per la loro massa, ottenuta applicando alla massa reale gli stessi coefficienti moltiplicatori.

Per le tubazioni in ghisa, qualora l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali risultasse incluso nel prezzo e la valutazione delle tubazioni fosse prevista in base allo sviluppo lineare, la valutazione dei pezzi speciali sarà effettuata ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze:

	DN 60-150	DN 200-350	DN 400-600
– giunzioni ad una flangia (imbocchi)	2,25 m	3,25 m	3,50 m
– giunzioni flangia-bicchiere (tazze)	3,00 "	4,00 "	4,25 "
– manicotti	3,25 "	4,00 "	5,50 "
– curve a due bicchieri ad 1/4 (90°)	4,25 "	6,50 "	10,00 "
– curve a due bicchieri ad 1/8 (45°)	4,00 "	5,75 "	7,00 "
– curve a due bicchieri ad 1/16 (22°30')	3,75 "	5,00 "	5,75 "
– curve a due bicchieri 1/32 (11°15')	3,50 "	4,50 "	5,25 "
– curve a due flange ad 1/4 (90°)	3,00 "	4,75 "	7,25 "
– curve a due flange ad 1/8 (45°)	3,00 "	5,00 "	–
– TI a due bicchieri con diramazione a flangia	5,25 "	7,00 "	8,25 "
– TI a tre bicchieri	5,00 "	6,00 "	–
– TI a tre flange con diramazione centrale	4,50 "	7,00 "	9,25 "
– croci a quattro flange	6,25 "	9,50 "	11,25 "
– riduzioni a due bicchieri	3,25 "	3,75 "	5,00 "
– riduzioni a due flange	2,50 "	3,50 "	4,00 "
– flange di riduzione	1,50 "	1,75 "	2,25 "
– piatti di chiusura	1,00 "	1,75 "	2,25 "

### 134.3 Tubazioni in grès e in cemento

La valutazione delle tubazioni in grès, sia in opera che in semplice fornitura, sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi. I pezzi speciali saranno valutati ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro, nel modo di seguito indicato:

– curve semplici a 45°

Ø i < 20 cm

1,50 m

<sup>162</sup> Resta comunque stabilito in proposito che, ove non diversamente disposto, l'onere della fornitura e posa in opera dei pezzi speciali dovrà sempre ritenersi compreso e compensato con il prezzo relativo alle tubazioni.

– curve semplici a 45°	$\varnothing i > 20 \text{ cm}$	2,50 m
– curve a quadro a 90°	$\varnothing i < 20 \text{ cm}$	1,50 m
– curve a quadro a 90°	$\varnothing i > 20 \text{ cm}$	2,50 m
– pezzi conici (riduzioni)		1,00 m
– ispezioni con tappo, serratappo, e guarnizione di gomma		2,00 m
– tappi piani		0,25 m
– giunti semplici a braccio uguale o minore		2,50 m
– giunti a squadra a braccio uguale o minore		2,25 m
– sifone verticale tipo Torino		5,00 m
– sifone orizzontale tipo Firenze		8,00 m

Per i tubi in cemento, cemento armato, vale quanto specificatamente riportato per la valutazione delle tubazioni in grès, salvo diverse disposizioni.

#### 134.4 Tubazioni in materie plastiche

La valutazione delle tubazioni in materie plastiche (PVC, polietilene, ecc.) dovrà essere effettuata secondo le prescrizioni di cui al precedente punto 174.3, ragguagliando i pezzi speciali alle tubazioni del corrispondente diametro secondo le lunghezze di seguito riportate:

##### Tubi per condotte di fluidi in pressione (tipo PVC UNI EN 1452-2)

PN = 4 ÷ 6 bar:

– curve a 90°	$\varnothing e = 50 \div 90 \text{ mm}$	4,50 m
– curve a 90°	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	6,00 m
– gomiti a 45° o 90°	il 50% dei valori sopra segnati	
– TI a 45° o 90°	$\varnothing e = 50 \div 90 \text{ mm}$	5,50 m
– TI a 45° o 90°	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	5,50 m
– croci	$\varnothing e \geq 50 \text{ mm}$	6,00 m
– manicotti di passaggio	$\varnothing e = 50 \div 90 \text{ mm}$	2,00 m
– manicotti di passaggio	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	2,50 m
– riduzioni	Il 70% del valore dei manicotti	
– prese a staffa	$\varnothing e = 50 \div 90 \text{ mm}$	2,00 m
– prese a staffa	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	1,75 m
– tappi maschio valore come per i manicotti		

PN = 10 ÷ 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

##### Tubi per condotte di scarico interrate (tipo PVC UNI EN 1401-1)

– curve aperte o chiuse	$\varnothing e = 110 \div 200 \text{ mm}$	1,00 m
– curve aperte o chiuse	$\varnothing e = 250 \div 630 \text{ mm}$	1,25 m
– braghe a 45° o 67°, TI semplici a 90° come per le curve		
– braghe doppie, TI doppi a 90°	$\varnothing e = 110 \div 200 \text{ mm}$	1,25 m
– braghe doppie TI doppi 90°	$\varnothing e = 250 \div 630 \text{ mm}$	1,75 m
– braghe a Y, braghe a scagno	$\varnothing e = 110 \div 200 \text{ mm}$	1,75 m
– braghe a Y, braghe a scagno	$\varnothing e = 250 \div 630 \text{ mm}$	2,25 m
– tappi		1,25 m

##### Tubi per condotte in pressione o di scarico in polietilene alta densità (PEAD)

PN = 2,5 - 3,2 bar:

– giunzioni semplici a una flangia	$\varnothing e 75 \div 125 \text{ mm}$	4,00 m
– collari (cartelle) saldabili con flangia in acciaio	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	6,00 m
– curve a 90° (stampate a iniezione o termoformate)	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	5,00 m
– curve a 60° o 90° saldate a spicchi	$\varnothing e \geq 110 \text{ mm}$	6,00 m

– curve a 30° o 45° saldate a spicchi	Ø e ≥ 110 mm	4,50 m
– collari di ancoraggio	Ø e ≥ 110 mm	2,50 m
– riduzioni concentriche	Ø e ≥ 125 mm	2,00 m
– TI a 45° o 90°	Ø e ≥ 110 mm	5,50 m
– croci	Ø e ≥ 110 mm	6,00 m

PN = 4 - 6 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 75% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

PN = 10 - 16 bar:

I pezzi speciali montati su tale tipo di tubazioni saranno valutati al 50% dei corrispondenti valori di lunghezza virtuale riportati in precedenza.

#### Tubi per condotte in pressione o di scarico in PRFV

– curve a 45°	5,00 m
– curve a 90°	7,00 m
– Giunto a T, braga semplice	7,00 m
– Giunto a croce	8,00 m
– Tronchetto a flangia	6,00 m
– Tronchetto con flangia scorrevole	6,00 m
– Piatto di chiusura (flangiacieca)	4,00 m
– Riduzioni	4,00 m

### **Art. 135 – Segnaletica orizzontale e verticale**

I lavori e le forniture saranno pagati a norma dell'Elenco prezzi secondo i seguenti criteri.

- L'unità di misura per la segnaletica orizzontale è il metro lineare effettivo per strisce larghe cm. 12, cm 15 o cm 25 ed il metro quadrato per strisce di larghezza superiore.
- Le strisce di mezzeria e marginatura, di larghezza cm. 12, cm 15 o cm 25 saranno misurate a ml. di striscia effettiva.
- Le strisce di larghezza superiore a cm. 25, comprese le normali zebreature, saranno misurate a mq di superficie effettiva.
- Le scritte saranno misurate a mq di superficie, vuoto per pieno, secondo il perimetro circoscritto alla lettera, frecce e altri simboli e segni per la superficie effettiva.
- Le scritte STOP saranno valutate a numero.

La D.L. accetterà i suddetti prodotti solo dopo che sarà fornita la documentazione del produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione.

### **Art. 136 – Delineatori stradali e cippi chilometrici**

I delineatori stradali ed i cippi chilometrici saranno compensati ad unità poste in opera. Nel prezzo di applicazione è compresa la fornitura, verniciatura in bianco e posa in opera; sono inclusi anche i dispositivi rifrangenti nei delineatori ed i pannelli in lamiera d'alluminio e le segnalazioni in pellicola rifrangente per i cippi chilometrici.

### **Art. 137 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio**

Tutte le operazioni ed elaborati da eseguire secondo le norme prescritte nell'art. 101 del Capitolato Speciale di Appalto, saranno valutati e compensati con unico prezzo a corpo per tutti i terreni occupati dalle opere oggetto del presente appalto.

### **Art. 138 – Canalette di scarico delle acque superficiali**

Le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, verranno valutate in opera a metro lineare di sviluppo, misurato sull'asse, e compensate con il relativo prezzo di Elenco. Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi e quanto altro occorra per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'invito in conglomerato cementizio da eseguire alla sommità delle canalette è compreso nel prezzo a metro lineare delle canalette.

### **Art. 139 – Seminagioni – piantagioni**

Qualora vengano determinati i relativi prezzi di Elenco le seminagioni sulle scarpate saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite oppure a metro quadrato.

Nei relativi prezzi oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione. Nelle viminate è pure compreso ogni onere e la garanzia di attecchimento. La valutazione verrà fatta a metro lineare.

### **Art. 140 – Protezione delle scarpate in roccia**

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie rettificata e nel prezzo sono compresi l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte.