

COMUNE DI ROMAGNANO SESIA (NO)



**ACQUA
NOVARA.VCO**
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu



TITOLO COMMESSA:

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DORSALE ACQUEDOTTISTICA DI ROMAGNANO SESIA
"Progetto LE.LE. (Less Leackage)" - CUP D78B22000510006 a valere su fondi PNRR Missione 2
Componente 4 - M2C4 - Investimento 4.2-013 -Lotto 1

OGGETTO:

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:
DEFINITIVO

Data Rev. N° 0 :
Aprile 2023

Rev. N°	Modifiche	Data
1	-	-/-/-
2	-	-/-/-
3	-	-/-/-
4	-	-/-/-

Rif. N° Commessa:

-

CUP:

D78B22000510006

RUP:

Ing. Giuseppe Caranti

Il Progettista

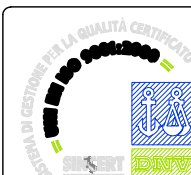


Studio di Ingegneria Isola Boasso & Associati Srl
Corso Prestinari 86, 13100 Vercelli
Dott. Ing. Riccardo ISOLA
Dott. Ing. Paolo BOASSO
Dott. Ing. Fabrizio RABAGLIO

Elaborato N°:

ID.01.011

PROPRIETÀ RISERVATA
QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.



INDICE GENERALE

CAPO 1 - GENERALITA'	4
Art. 1.1 - Esecuzione delle opere, materiali e lavorazioni	4
Art. 1.2 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori	6
Art. 1.3 - Demolizione dei manufatti	6
Art. 1.4 - Trasporto a discarica e smaltimento dei rifiuti	7
CAPO 2 - DISBOSCAMENTO E DECESPUGLIAMENTO	8
Art. 2.1 - Generalità	8
Art. 2.2 - Decespugliamento	9
Art. 2.3 - Disboscamento	9
CAPO 3 - SCAVI E REINTERRI	10
Art. 3.1 - Generalità e modalità esecutive	10
Art. 3.2 - Scavi in genere	11
Art. 3.1 - Programma degli scavi	12
Art. 3.2 - Scavi di fondazione o in trincea	13
Art. 3.3 - Scavi di sbancamento	14
Art. 3.4 - Scavo in roccia	14
Art. 3.1 - Smottamenti	14
Art. 3.2 - Rinterri e rilevati	15
Art. 3.3 - Rinterri sulle tubazioni	16
Art. 3.4 - Interferenze con altri servizi	16
Art. 3.5 - Materiale scavato e discariche	17
Art. 3.6 - Microtunneling	18
Art. 3.7 - Tubazione per Microtunneling	20
Art. 3.8 - Posa no-dig realizzata mediante T.O.C.	21
CAPO 4 - OPERE DI SOSTEGNO	27
Art. 4.1 - Micropali	27
Art. 4.2 - Tiranti di ancoraggio	29
Art. 4.3 - Malte di getto ed iniezione	31
CAPO 5 - OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO	31
Art. 5.1 - Normative di riferimento	31

Art. 5.2 - Classi di esposizione	32
Art. 5.3 - Classi di consistenza	34
Art. 5.4 - Resistenza dei conglomerati cementizi	34
Art. 5.1 - Durabilità dei conglomerati cementizi	36
Art. 5.2 - Cemento	37
Art. 5.3 - Aggregati.....	38
Art. 5.4 - Acqua di impasto	42
Art. 5.5 - Additivi	42
Art. 5.6 - Malte e betoncini a stabilità volumetrica	46
Art. 5.7 - Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica	47
Art. 5.8 - Intonaci impermeabilizzanti speciali	48
Art. 5.9 - Materiali per giunti.....	49
Art. 5.10 - Composizione delle malte e dei calcestruzzi	49
Art. 5.11 - Calcestruzzi cementizi semplici ed armati.....	49
Art. 5.12 - Barre per C.A.	56
Art. 5.13 - Casseforme.....	56
Art. 5.14 - Elementi prefabbricati in calcestruzzo	57
Art. 5.15 - Controlli in corso d'opera	57
CAPO 6 - OPERE ACQUEDOTTISTICHE	58
Art. 6.1 - Valutazione dei lavori	58
Art. 6.2 - Posa in opera delle condotte.....	59
Art. 6.3 - Tubazioni in polietilene ad alta densità.....	60
Art. 6.4 - Tubazioni in ghisa sferoidale	64
Art. 6.5 - Collaudo delle condotte	69
Art. 6.6 - Forometrie a tenuta idraulica	74
Art. 6.7 - Valvole di intercettazione a saracinesca a cuneo gommato.....	74
Art. 6.8 - Attuatori per valvole	75
Art. 6.9 - Giunti di smontaggio a soffiello.....	76
Art. 6.10 - Idrovalvole	77
Art. 6.11 - Valvole a fuso	78
Art. 6.12 - Misuratori di portata elettromagnetici.....	79
Art. 6.13 - Misuratore di portata senza la necessità di tratti rettilinei di calma a monte e a valle in versione compatta:	80
CAPO 7 - ALTRE OPERE E MATERIALI	81
Art. 7.1 - Materiali ferrosi e putrelle.....	81

Art. 7.2 - Strutture in acciaio.....	82
Art. 7.3 - Opere di carpenteria metallica	84
Art. 7.4 - Legnami	88
Art. 7.5 - Chiusini	89
Chiusini per camerette	89
Prove e collaudi su chiusini	89
CAPO 8 - LAVORI E FINITURE STRADALI.....	90
Art. 8.1 - Fondazioni stradali.....	90
Art. 8.2 - Conglomerati bituminosi prodotti a caldo – binder	95
Art. 8.3 - Conglomerati bituminosi prodotti a caldo – strato di usura.....	101
Art. 8.4 - Conglomerati bituminosi prodotti a freddo – trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo	106
Art. 8.5 - Segnaletica orizzontale	110
Art. 8.6 - Norme finali.	110

CAPO 1 - GENERALITA'**Art. 1.1 - Esecuzione delle opere, materiali e lavorazioni**

1. L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutte le opere provvisorie miranti a garantire da possibili danni le opere appaltate e le proprietà adiacenti nonché la incolumità degli operai restando, in ogni caso, unico responsabile di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla poca solidità, dalla inadeguatezza o dalle imperfezioni delle suddette opere provvisorie e degli attrezzi adoperati, nonché dalla poca diligenza o deficiente sorveglianza dei lavori.
2. L'Appaltatore è contrattualmente responsabile della perfetta esecuzione delle opere secondo i tracciati ed i tipi di progetto con le eventuali modifiche disposte dal Committente per cui dovrà demolire e ricostruire a sue spese tutti quei montaggi che risultassero eseguiti irregolarmente. I controlli delle opere in corso o completate, eseguiti dal Committente non sollevano in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità nel caso in cui si riscontrassero successivamente errori di realizzazione.
3. L'Appaltatore dovrà approvvigionare e fornire tutti i materiali di impiego necessari che dovranno essere idonei ad assicurare un efficiente servizio secondo le condizioni prescritte dalle Norme. Tutti i materiali saranno nuovi, esenti da difetti, fabbricati, provati, collaudati e certificati secondo Norme. Sarà cura dell'Appaltatore predisporre un dossier che raccolga in maniera organica tutta la documentazione certificativa richiesta. Il Committente ha la facoltà di rifiutare i materiali che non ritiene rispondenti alle norme indicate o richiamate nelle presenti specifiche tecniche ed inadatti alla buona riuscita dei lavori. L'accettazione in cantiere di qualsiasi materiale non pregiudica il diritto del Committente di rifiutare in qualunque tempo, anche se posti in opera e fino ad approvazione del collaudo, i materiali ed i lavori in genere che ritenesse non rispondenti alle condizioni contrattuali. I materiali ed i lavori in genere rifiutati dovranno essere rispettivamente allontanati o rifatti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà il Committente.
4. I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti dal Capitolato. Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'Appaltatore, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.
5. La Direzione Lavori ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato. I materiali occorrenti per la costruzione delle opere previste in progetto potranno provenire da qualunque località l'Appaltatore riterrà di propria convenienza purché siano riconosciuti, ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, della migliore qualità e rispondano ai requisiti descritti nei successivi articoli.

6. Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti dell'Impresa, la quale non potrà accampare quindi alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad essa e fosse quindi obbligata a ricorrere ad altre cave in località diversa od a diverse provenienze, intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali. Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'Art.16 e 17 del Capitolato Generale DM 145/2000 e per la scelta ed accettazione di essi saranno a seconda dei casi applicate le norme ufficiali in vigore.

7. I materiali dovranno inoltre soddisfare le leggi ed i decreti vigenti e le norme UNI.

8. Nei campi in cui sono mancanti queste norme, il Direttore dei Lavori impartirà appropriate istruzioni riguardo alle qualità dei materiali in base a normative previste da enti o paesi stranieri, riconosciute in campo internazionale e segnalate dal Direttore dei Lavori stesso.

9. Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di fare allontanare dal cantiere, a totale spesa e cura dell'Impresa, il materiale di qualità scadente; altrettanto dicasi nel caso che detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità prescritte.

10. Tutti i materiali usati, sia quelli appresso riportati che quelli qui non compresi ma specificati sui disegni di progetto, una volta approvati dal Direttore dei Lavori potranno indistintamente essere sottoposti a prove di resistenza e di qualità, a spese dell'Appaltatore.

11. Quando richiesto, l'Appaltatore sottoporrà al Direttore dei Lavori campioni dei materiali che intende usare. I campioni dovranno essere rappresentativi del materiale effettivamente usato.

12. L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Disciplinare sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera. In mancanza di un'ideale normalizzazione per l'esecuzione delle prove previste o di una normativa specifica, sarà riservato al Direttore dei Lavori il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari. Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tale sede l'Appaltatore avrà facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

13. In mancanza di una speciale normativa di Legge o di Capitolato, le prove potranno essere eseguite presso un Istituto autorizzato, la fabbrica di origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni del Direttore dei Lavori.

14. In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte

le altre spese simili e connesse, saranno a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano espressamente prescritti dal presente Disciplinare criteri diversi.

Art. 1.2 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori.

1. Prima di dare inizio ai lavori l'Impresa dovrà essere in possesso delle necessarie autorizzazioni degli Enti interessati dall'esecuzione dei lavori, nonché informarsi presso gli Enti stessi e altri gestori di servizi pubblici se eventualmente esistono cavi sotterranei (telefonici, elettrici, linee dati, fibre ottiche) o condutture (oleodotti, metanodotti, ecc.).
2. In caso affermativo l'Impresa dovrà comunicare agli Enti proprietari di dette opere la data presumibile dell'esecuzione dei lavori, chiedendo altresì tutti quei dati necessari al fine di poter eseguire i lavori con le cautele opportune per evitare danni alle accennate opere.
3. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso agli Enti proprietari sia delle strade che dei servizi, nonché al Direttore dei Lavori.
4. Il maggior onere al quale l'Impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi dell'elenco. Non è neanche ammesso che a causa delle difficoltà riscontrate per il passaggio dei servizi si interrompano le altre lavorazioni.
5. Quando le lavorazioni dovessero richiedere l'interruzione dell'erogazione di acqua potabile agli utenti, è obbligo dell'Impresa dare comunicazione all'Ente Gestore del servizio almeno due giorni lavorativi prima dell'esecuzione dei lavori.
6. E' fondamentale la definizione e l'aggiornamento del cronoprogramma dei lavori, in particolare quelli che interessano soggetti privati, il quale deve essere concordato e approvato dall'Ente Gestore.
7. Non è ammesso che sia l'Impresa stessa a prendere accordi con gli utenti circa la sospensione del servizio.
8. Non sarà riconosciuto nessun importo o ammesso ritardo nelle lavorazioni, qualora si trasgredisca alle indicazioni di cui sopra e si debba sospendere le attività di cantiere.

Art. 1.3 - Demolizione dei manufatti

1. La demolizione dei manufatti esistenti saranno eseguite con martelli demolitori o altri mezzi meccanici appropriati. Dette demolizioni saranno eseguite ordinatamente secondo le dimensioni previste con le precauzioni necessarie a prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori, a terzi, o il danneggiamento di strutture o fabbricati adiacenti.
2. L'Appaltatore è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni possano arrecare alle persone

e alle cose; dovrà approntare le opportune protezioni nelle aree di lavoro e dovrà, a sua cura e spese, ricostruire o indennizzare le opere che venissero danneggiate o compromesse per l'effetto delle demolizioni eseguite.

3. Durante le demolizioni l'Appaltatore procederà altresì in modo da non danneggiare i materiali che, a giudizio dell'Appaltante, siano reimpiegabili; dovrà pertanto provvedere alla cernita ed al trasporto in deposito dei materiali in conformità alle disposizioni ricevute e con gli oneri derivanti da tali operazioni.

4. Tutto il materiale di risulta ed inutilizzabile dovrà essere immediatamente rimosso, caricato sia a mano sia con mezzi meccanici e trasportato alle discariche autorizzate.

5. Le opere o i manufatti oggetto di tali interventi sono da intendersi costituiti da murature in mattoni di qualsiasi forma, tipo e dimensione, murature in pietrame o strutture in calcestruzzo sia semplice che armato.

Art. 1.4 - Trasporto a discarica e smaltimento dei rifiuti

1. La distinzione tra rifiuti, materiale di riporto e terre, rocce da scavo e il sito di eventuale riutilizzo del materiale scavato dovrà essere effettuata al momento della loro produzione, in conformità con gli articoli applicabili del D.Lgs. 152/06 (in particolare i numeri 183, 185 e 186) così come modificato dal D. Lgs 69/13 convertito nella Legge 98/13.

2. L'art. 186 del D.Lgs. 152/06 così come modificato dal D.Lgs. 4/08, costituisce la disciplina di riferimento per la gestione delle terre e rocce da scavo e fornisce i criteri e le modalità di utilizzo delle medesime qualora classificate come sottoprodotti prevedendo l'assoggettamento delle stesse alla disciplina dei rifiuti qualora il loro utilizzo non rispetti le condizioni prescritte dal predetto articolo.

3. Il materiale di risulta della demolizione o fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso e quanto estratto dalla pulizia delle fognature esistenti, è a tutti gli effetti da considerarsi rifiuto e da inquadrarsi all'interno della classificazione del Catalogo Europeo Rifiuti. Non costituiscono rifiuto le terre e le rocce da scavo, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e al D. Min. Amb. 471/99.

4. L'Appaltatore in conformità a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 s.m.i. è il produttore del rifiuto e il responsabile della gestione dei rifiuti prodotti dall'attività oggetto del presente appalto, compreso il loro trasporto e smaltimento. L'Appaltatore dovrà trasportare e smaltire i rifiuti derivanti dalle proprie attività nel rispetto delle normative vigenti. Il trasportatore, anche se sarà la stessa impresa produttrice del rifiuto o l'appaltatore, dovrà essere iscritto all'Albo Nazionale Gestori dei Rifiuti e accompagnare alla movimentazione del materiale l'apposito formulario, ai sensi dell'art. 193 del D. Lgs. 152/06.

5. In ogni caso l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni delle autorità competenti, nonché predisporre e conservare la relativa documentazione obbligatoria da esibire alla Stazione Appaltante; l'Affidatario dovrà inoltre rendersi disponibile alle verifiche che saranno effettuate da parte della Società Committente.

L'appaltatore risponderà direttamente nei confronti delle pubbliche autorità e di terzi per qualunque controversia relativa al trasporto dei materiali di risulta ed all'occupazione delle discariche obbligandosi a sollevare da ogni corrispondente responsabilità la Stazione Appaltante.

6. Fatti salvi i casi di cui all'ultimo periodo del comma 2 dell'articolo 186 del D.Lgs 152/06, la ditta appaltatrice si impegna ad indicare, prima dell'inizio dei lavori, il sito in cui verranno portati i materiali provenienti dallo scavo e, nel caso in cui gli stessi non possano essere utilizzati come rinterri e riempimenti in cantiere, si impegna a fornire alla Stazione Appaltante gli estremi delle autorizzazioni delle discariche di cui intende avvalersi. Ogni mese l'Appaltatore dovrà trasmettere la documentazione che attesti l'avvenuto smaltimento dei rifiuti prodotti durante l'esecuzione dei lavori (copia della quarta copia del formulario rifiuti) o dichiarazione dell'azienda che il materiale tolto d'opera è stato trasportato presso il luogo di concentramento per la successiva valutazione tecnica, finalizzata all'individuazione del materiale effettivamente, direttamente ed oggettivamente riutilizzabile, senza essere sottoposto ad alcun trattamento, ovvero che non è presente materiale tolto d'opera che deve essere rimosso dal cantiere.

Al momento della redazione del presente capitolato è in fase di implementazione il sistema di tracciabilità elettronica dei rifiuti (SISTRI), pertanto le voci "formulario rifiuti" citate nel presente capitolato devono intendersi superate con l'attivazione dell'operatività SISTRI, così come definito dalla norma.

CAPO 2 - DISBOSCAMENTO E DECESPUGLIAMENTO

Art. 2.1 - Generalità

Tutte le aree interessate dai lavori, gli scavi e i depositi di materiali dovranno essere disboscati e decespuigliati a cura dell'Impresa, laddove le lavorazioni lo richiedano.

Pertanto, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere all'abbattimento degli alberi ed alla loro sfrondata, all'estirpazione di ceppi e radici, di ceppaie e sterpaglie ed al loro trasporto a discarica.

Il legname di recupero sarà tagliato a misura dall'Impresa e sarà trasportato a deposito nelle aree indicate dalla Direzione Lavori.

Il legname di recupero rimane di proprietà del Committente.

L'Impresa curerà la richiesta delle necessarie autorizzazioni presso gli Enti competenti da effettuarsi prima del taglio di alberi.

Art. 2.2 - Decespugliamento

I lavori di decespugliamento andranno eseguiti sia a mano che mediante l'utilizzo di mezzi meccanici, dotati di lame o cucchiaie o accessori speciali, a seconda delle condizioni locali e delle caratteristiche del terreno.

Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dalla ruspa.

Le operazioni potranno essere anche effettuate mediante l'utilizzo di decespugliatori idonei od attrezzature manuali; in entrambi i casi si dovrà porre particolare attenzione ad evitare il danneggiamento della vegetazione conservata e della rinnovazione di specie autoctone attualmente in atto.

Inoltre, saranno rimossi gli arbusti morti o deperenti, nonché i soggetti caratterizzati da fenomeni patogeni e, comunque, senza avvenire.

I materiali di risulta potranno essere macinati o triturati in loco ed impiegati come pacciamatura o ammendante. Alternativamente la sterpaglia rimossa andrà ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e portata a discarica.

Terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Art. 2.3 - Disboscamento

I lavori di disboscamento si riferiscono a superfici in cui vi sia elevata presenza di piante con diametro del tronco superiore a 15 cm e comprendono anche i lavori di decespugliamento descritti al paragrafo precedente.

Per quanto riguarda in particolare la rimozione delle piante, i tronchi abbattuti dovranno essere raccolti, accatastati, sramati, ridotti in astoni di lunghezza commerciale e trasportati dove indicato dalla Direzione Lavori. I materiali non utilizzabili dovranno essere portati a discarica.

Durante i lavori di rimozione delle piante l'Impresa dovrà porre la massima attenzione per evitare qualunque danno per le persone, per le cose; per i manufatti o la vegetazione limitrofa e sottostante. A tale scopo il tronco da abbattere dovrà essere precedentemente liberato dai rami primari e secondari, nonché guidato nella sua caduta. L'Impresa è comunque pienamente responsabile di qualsiasi danno

conseguente ai lavori di rimozione. L'Impresa dovrà altresì usare ogni precauzione per la salvaguardia delle piante di pregio esistenti, specificatamente segnalate dalla Direzione Lavori.

Nei casi di abbattimenti di alberi di alto fusto o di eventuali ceppaie isolate si dovrà procedere, ad abbattimento avvenuto, alla rimozione di tutti i ceppi od alla loro trivellazione con idonea macchina operatrice secondo la normativa vigente.

CAPO 3 - SCAVI E REINTERRI

Art. 3.1 - Generalità e modalità esecutive

La Normativa di riferimento è costituita da:

- DM 11.03.1988;
- CNR Uni 10014-12.64 Prova sulle terre;
- DM 17.01.2018.

Prima dell'inizio degli scavi l'Appaltatore procederà alla verifica della rispondenza altimetrica dei profili del progetto e delle eventuali varianti ordinate dalla Direzione Lavori, con l'effettiva altimetria e planimetria dei luoghi dove devono essere eseguiti gli scavi. La verifica dovrà essere fatta sulla base di capisaldi di provata validità ed omogeneità.

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, la D.L. avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

Eventuali scavi eseguiti dall'Appaltatore per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

All'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Impresa prenderà tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi, metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. Ella dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

La Direzione Lavori potrà ordinare che le armature di sostegno degli scavi siano aumentate o rinforzate per motivi di sicurezza senza che questo possa creare motivo di reclamo o richiesta di compensi da parte dell'Impresa.

In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombrò dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione della Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dalla Direzione Lavori, dovranno essere portate a discarica; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Appaltatore dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.

Art. 3.2 - Scavi in genere

1. Per l'esecuzione l'Impresa potrà adoperare qualunque sistema, purché accettato dalla Direzione lavori.
2. Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni della relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. LL.PP. 11 marzo 1988, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.
3. Se nello scavo e nelle demolizioni si superano i limiti assegnati, non si terrà conto del lavoro eseguito; l'Impresa dovrà a sue spese rimettere in sito le materie scavate in più ed eseguire quei lavori murari o di altro genere che, per siffatto motivo, si rendessero necessari per assicurare la regolare esecuzione e la buona riuscita dell'opera.
4. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
5. L'Appaltatore è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi, delle strutture e dei rilevati esistenti in prossimità degli stessi, di conseguenza dovrà predisporre armature di sostegno e di contenimento degli scavi in quantità tale da garantire la sicurezza di tali opere.

6. Qualora, data la natura del terreno e la profondità degli scavi e le caratteristiche delle strutture e dei rilevati adiacenti, le normali sbadacchiature non si dimostrassero sufficienti, si dovrà procedere alla armatura detta a cassa chiusa (marciavanti) delle pareti della zona, limitatamente alle zone che ne richiederanno l'impiego.
7. L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.
8. Il materiale proveniente dagli scavi, salvo ove diversamente specificato, sarà di norma trasportato alle pubbliche discariche, intendendosi che il relativo onere è compreso nel prezzo.
9. Nel caso le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nelle aree periferiche non oggetto di intervento previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.
10. La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
11. È vietato, sotto pena di demolire il già fatto, di posare condotte, manufatti o por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani degli scavi.

Art. 3.1 - Programma degli scavi

Un mese prima dell'esecuzione degli scavi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui indicherà i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori, nonché il programma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti mese per mese. Nell'esecuzione l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori o nel corso di essi.

Resta, in ogni caso, stabilito che il sistema adottato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per i lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei terreni da attraversare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

Art. 3.2 - Scavi di fondazione o in trincea

1. Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo alle fondazioni dei manufatti interrati di ridotte dimensioni e quelli per dar luogo alla posa di condutture in genere, fossi e cunette.
2. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.
3. Gli scavi a sezione ristretta obbligata per la posa in opera di tubazioni dovranno avere sezione e larghezza tali da rendere agevole ogni manovra necessaria per la posa dei tubi, l'esecuzione delle giunzioni, le prove e le relative ispezioni ed eventualmente lo smontaggio di condutture preesistenti.
4. Il fondo degli scavi aperti per il collocamento delle tubazioni dovrà essere ben spianato e con le pendenze prescritte. Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi e all'atto della posa di questi, si dovranno scavare, qualora necessario, nicchie larghe e profonde in modo da permettere di eseguire alla perfezione i giunti fra i tubi ed eseguire le ispezioni durante le prove.
5. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di posare condotte, manufatti o por mano alle murature prima che la direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani degli scavi.
6. I piani di fondazione delle murature e manufatti dovranno essere generalmente orizzontali.
7. Compiuta la muratura di fondazione o la costruzione di manufatti interrati, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.
8. Gli scavi dovranno, oltre il 1,50 m, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere gli operai contro ogni pericolo, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte o della costruzione di murature.
9. L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che possano accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.
10. Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo.
11. Col procedere della posa delle condotte o della costruzione delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che

a giudizio della direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Art. 3.3 - Scavi di sbancamento

Per "scavo di sbancamento" s'intende quello occorrente per lo spianamento e sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per la sistemazione di piazzali, per la formazione di piani d'appoggio per platee di fondazione, scantinati, vespai, ecc., ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali o di quello stradale.

Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dalla D.L., andranno trasportati a discarica o accumulati in aree indicate dalla D.L., per il successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scevro da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Art. 3.4 - Scavo in roccia

Si considera "roccia" un blocco di materiale con volume maggiore di 0,75 m³ e di resistenza e struttura tale da non poter essere rimosso e demolito senza l'uso di esplosivi o di martelli demolitori e che conserva la sua compattezza ed una elevata resistenza meccanica anche dopo una prolungata esposizione all'azione dell'acqua e di altri agenti atmosferici.

Art. 3.1 - Smottamenti

L'Impresa prenderà tutte le precauzioni possibili ed userà i metodi di scavo più idonei allo scopo di evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto o approvate dalla Direzione Lavori. Qualsiasi smottamento, movimento di massi o terra, che si verifichi nelle aree e che secondo la Direzione Lavori sia dovuto a negligenza o mancanza di misure di precauzione sarà eliminato a carico dell'Impresa. Se tali smottamenti oltrepassano le linee fissate per gli scavi e siano richiesti riempimenti per ripristinare le linee di progetto con impiego di materiali come argilla, calcestruzzo, ghiaia, ecc., l'onere relativo sarà a carico dell'Impresa. I materiali di riempimento saranno scelti dalla Direzione Lavori. Se, a giudizio della Direzione Lavori, gli smottamenti fossero derivati da cause non imputabili

all'Impresa il costo dei lavori sarà contabilizzato secondo i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi o, in mancanza di questi, secondo gli accordi presi fra l'Impresa e la Direzione Lavori.

Art. 3.2 - Rinterri e rilevati

1. Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e ritenute adatte a giudizio della Direzione dei lavori.
2. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.
3. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.
4. Per rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Si dovrà evitare di realizzare rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza.
5. Nella formazione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
6. Le materie trasportate con automezzi o altre macchine operatrici non potranno essere scaricate direttamente contro le murature o cavi di condotte, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.
7. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.
8. Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

Art. 3.3 - Rinterri sulle tubazioni

1. Il rinterro verrà fatto gradualmente, sulle opere ultimate a piccoli strati battuti, avendo cura di caricare uniformemente i condotti, onde evitare schiantature o deterioramenti. Allo scopo di ottenere un miglior grado di compattazione, si potrà procedere su richiesta della D.L. all'innaffiamento di ogni strato se non sarà consentito il rinterro con materiale grossolano, di provenienza rocciosa. Nei tronchi fuori strada verranno fatti gli appositi ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna dopo il naturale assestamento del rinterro. Nei tronchi sotto strada si avrà cura a costipare il rinterro, procedendo alle necessarie annaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale. In particolare se previsto l'impiego di materiale proveniente dagli scavi per i rinterri, esso deve essere scevro di elementi grossolani di diametro superiore ai 20 mm. e di forma tale da arrecare danni alle tubazioni.
2. Il materiale di rinterro dovrà essere compattato sino al raggiungimento di una densità massima almeno pari al 90% indice Proctor Standard e tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della massicciata stradale e del manto di usura afferenti alla trincea, il piano stradale non debba subire, col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa.
3. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti della struttura stradale in corrispondenza della condotta l'Impresa, a sua cura e spese dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, conglomerato bituminoso), fino all'ottenimento della condizione di stabilità. Non si procederà al rinterro di un condotto potrà essere obbligata a rimuovere lo scavo ed il rinterro a sue cure e spese.
4. All'Impresa verrà contabilizzato il rinterro limitatamente alla larghezza dello scavo, come previsto nel presente Capitolato.
5. L'Impresa resta sempre unica responsabile dei danni prodotti alle tubazioni in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro.

Art. 3.4 - Interferenze con altri servizi

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontreranno condutture o cunicoli di fogne, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato dello scavo, l'Impresa ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori, che darà le necessarie disposizioni del caso.

Resta stabilito che non sarà tenuto nessun conto degli scavi eccedenti a quelli ordinati né delle maggiori profondità a cui l'Impresa si sia spinta senza ordine della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Impresa affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e pertanto Essa dovrà fare tutto quello che sia necessario per mantenere le opere stesse nella loro primitiva posizione utilizzando in tal senso sostegni, puntelli, sbadacchiature, sospensioni, ecc..

Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione Lavori.

Ogni onere connesso all'esecuzione degli scavi in presenza di altri servizi (sostegni provvisori, puntellamenti, cautele e rallentamenti, spostamenti, ecc..) è a carico dell'Impresa essendosene tenuto conto nei prezzi di elenco.

Nel caso in cui l'apertura di uno scavo provochi emanazioni di gas, si allontanerà immediatamente dalla zona ogni causa che possa provocare incendi od esplosioni e si avvertiranno le Autorità competenti.

Resta comunque stabilito che l'Impresa è responsabile di ogni qualsiasi danno che possa derivare dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligata a ripararlo o a farlo riparare al più presto sollevando il Committente e la Direzione Lavori da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora per effetto dei lavori da eseguire dovesse manifestarsi la necessità di spostare provvisoriamente o definitivamente alcuni di tali servizi, l'Appaltatore dovrà darne preavviso alla Direzione Lavori e ottenere le necessarie autorizzazioni, le prestazioni così autorizzate sono a carico della Stazione Appaltante.

Art. 3.5 - Materiale scavato e discariche

Il materiale scavato sarà di proprietà del Committente. La Direzione Lavori giudicherà dell'eventuale impiego del materiale scavato per l'utilizzo dello stesso nella formazione di rilevati o rinterri inerenti alla realizzazione delle opere e darà disposizioni circa l'invio alle discariche dei restanti quantitativi non utilizzati.

L'eventuale materiale inerte di origine alluvionale risultante dagli scavi deve essere accatastato in loco e poi riutilizzato nei rinterri e nelle sistemazioni d'area comunque necessarie. Tenendo conto infatti dell'odierna difficoltà di reperimento di simili materiali, e conseguentemente del loro costo, non sono giustificati sprechi ed allontanamento a discarica.

Il materiale in generale destinato a futura utilizzazione dovrà essere sistemato nelle aree che la Direzione Lavori metterà a disposizione come deposito, senza compenso supplementare. Senza compenso supplementare dovrà inoltre essere effettuato il distendimento e la sistemazione del terreno di risulta degli scavi nell'ambito del cantiere, se richiesto dalla Direzione Lavori.

Nel caso di scavi in campagna, lo strato superficiale di terreno di coltivo dovrà essere accumulato in loco, separatamente dal restante materiale di risulta, così da poter procedere agevolmente al successivo ripristino del terreno agricolo come allo stato preesistente.

La terra di coltivo non potrà essere rimossa nell'ambito delle radici di alberi da conservare. Durante la rimozione, la terra di coltivo non potrà essere mescolata con materiali estranei, soprattutto se dannosi per le piante.

La terra di coltivo dovrà essere ordinatamente accatasta in modo tale da non essere soggetta a transito di veicoli. Si dovranno evitare inquinamenti sia durante l'accatastamento che durante il periodo di deposito. Il deposito dovrà essere protetto contro l'erosione e le erbe infestanti e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione. I cumuli di terra di coltivo non dovranno essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità. In generale, la larghezza di base dei cumuli non dovrà superare 3 m e l'altezza 2 m. Con quantità molto grandi di terra di coltivo, la larghezza di base potrà anche superare 3 m, ma in tal caso l'altezza non potrà superare 1 m. Cumuli costituiti da suoli vegetali fortemente leganti dovranno essere rivoltati almeno una volta all'anno.

A cura e spese dell'Impresa il materiale giudicato non utilizzabile dalla D.L. dovrà essere allontanato senza indugio e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a pubbliche discariche.

L'Appaltatore deve essere in grado, prima dell'inizio del lavoro, di documentare in modo inequivocabile l'ampia disponibilità delle discariche e delle zone di deposito temporaneo ivi compresi tutti i permessi ed autorizzazioni per legge necessarie.

Tali discariche devono risultare adatte allo scopo ed il loro utilizzo non dovrà recare danno a terzi, esse devono altresì essere approvate dal Committente senza che ciò comporti oneri di sorta. Il trasporto a discarica, definitiva o provvisoria, la formazione e la sistemazione finale delle discariche stesse sono a totale cura e spesa dell'Appaltatore.

Art. 3.6 - Microtunneling

Il microtunnelling comprende, tra le altre, due tipologie di lavorazioni, a scudo aperto e a scudo chiuso con uscita materiale a smarino, idraulico e meccanico.

Quello che si intende adottare è il microtunnelling a scudo aperto con uscita materiale di tipo meccanico. Quindi i tubi in cls previsti saranno infissi con la tecnologia del "microtunnelling a sezione aperta" che presenta i seguenti vantaggi:

- Layout meno impattante, le attrezzature si trasporterebbero con 1 motrice;
- Necessità di buche di spinta e di arrivo più piccole,
- Le lavorazioni sono eseguite a secco, senza impiego di fanghi: questo significa evitare potenziali inquinamenti della falda;
- Migliora la tempistica di approntamento, limitata a 1 gg;
- La precisione è garantita dallo stesso strumento di controllo laser, e da testa orientabile per le correzioni eventuali, eseguite repentinamente;

- le ditte in possesso di tecnologia a scudo aperto sono molte mentre quelle a scudo chiuso sono pochissime.

Prima dell'inizio delle lavorazioni le Imprese esecutrici hanno l'obbligo da contratto di eseguire tutti quei rilievi, sondaggi e l'assunzione di tutte le informazioni necessarie per poter svolgere le lavorazioni previste in sicurezza e a rendere sicuri i propri impianti di cantiere e le attrezzature, fisse o temporanee, destinate all'esecuzione delle opere oggetto del presente progetto.

Individuata la profondità di posa della condotta si predispongono due pozzi, uno di spinta o partenza ed uno di arrivo. Il pozzo di partenza dovrà essere dimensionato per contrastare lo sforzo dei martinetti idraulici che eseguono la spinta sui tubi, anche mediante la realizzazione di un apposito muro reggi spinta in calcestruzzo armato, mentre il pozzo di arrivo, che in questo caso coincide con il manufatto di sedimentazione esistente, servirà per il recupero della testa fresante.

Le aree per i pozzi e per la realizzazione del muro reggispinga devono rispettare i limiti imposti per espropri e occupazioni temporanee.

La realizzazione di attraversamenti in microtunnelling deve essere preceduta, innanzitutto, dall'analisi dei sottoservizi presenti che è a carico dell'appaltatore.

Il metodo per la posa in opera di condotte fognarie con sistema a spinta controllata e tolleranza garantita (microtunnelling) consiste nel fare avanzare a spinta tubazioni rigide di qualsiasi diametro per lunghi tratti, dentro una microgalleria nel sottosuolo realizzata da una particolare testa di avanzamento a ruota fresante.

La posa della condotta, con l'impiego di guida con il laser, in qualsiasi tipo di terreno avviene con caratteristiche di assoluta precisione.

La tecnica del microtunnelling rappresenta un'alternativa alla posa con trincea aperta, con vantaggi ambientali di sicuro rilievo.

Durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sottopassare. Tale sollevamento verrà stabilito dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta. La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla direzione dei lavori per ogni singola tratta di condotta, mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure: + 1 cm (diminuzione della pendenza); – 2 cm (aumento della pendenza) ogni 10,00 m di tubazione partendo da monte. Le norme di riferimento sono le seguenti: ATV 125; DIN 18319; UNI EN 295-7; ATV A161; ISO 4633; ISO 3302; Euronorm 88-1-2.

Sono a carico dell'appaltatore tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato secondo i patti contrattuali, comprese la fornitura ed installazione dei martinetti di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie

per l'infissione mediante spinta idraulica delle tubazioni, compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature speciali. Sono a carico dell'appaltatore la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura di energia elettrica e l'impianto di ventilazione in sotterraneo, ove necessario, i calcoli statici approvati dall'ente interessato all'attraversamento e le prove dei materiali. Sono pure a carico dell'appaltatore la rimozione, a lavoro ultimato, di tutti i macchinari e le apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera, il trasporto del materiale di risulta al piano superiore del cantiere di lavoro e alle pubbliche discariche, nonché gli eventuali aggrontamenti. Durante i lavori, potranno essere richiesti all'appaltatore, qualora strettamente necessario, eventuali carotaggi dei terreni in situ e sondaggi orizzontali preliminari alle operazioni di spinta della tubazione, da intendersi compresi nel prezzo delle lavorazioni. Resta inteso che ogni danno arrecato alle strutture esistenti sarà a carico dell'appaltatore

Art. 3.7 - Tubazione per Microtunneling

La tubazione circolare in calcestruzzo armato vibrato e compresso per microtunnelling avente Diametro interno 1400 mm, diametro esterno 1740 mm e lunghezza 3000 mm, realizzata con calcestruzzo classe di resistenza C40/50, prodotto con l'impiego di materie prime marcate CE secondo le normative vigenti e nel rispetto delle classi di esposizione specificate nel progetto.

L'armatura dovrà essere costituita da doppia gabbia a spirale continua in acciaio trafilato ad aderenza migliorata del tipo B450A o B450C e da barre longitudinali lisce con forchette di testata per l'ancoraggio delle armature interne ed esterne.

Il sistema di giunzione dovrà essere del tipo maschio e femmina, completo di giunto a tenuta costituito da un manicotto in acciaio del tipo S275JR smussato, verniciato e incorporato nel calcestruzzo in fase di getto e da una guarnizione in gomma elastomerica SBR-40a sezione cuneiforme montata sul giunto maschio atta a garantire la tenuta idraulica per pressioni idrostatiche di massimo 3 bar.

Tutte le tubazioni dovranno essere munite di chiodi di sollevamento di adeguata portata integrati nel calcestruzzo che utilizzati con l'ausilio di appositi maniglioni, permettono di effettuare la movimentazione e la posa in totale sicurezza, questo sistema di sollevamento è costruito con coefficiente di sicurezza $k \geq 3$.

La tubazione dovrà essere rivestita internamente in Liner polietilenico ad alta densità HDPE, con il sistema di ancoranti del rivestimento al calcestruzzo dovrà essere del tipo T-grip su tutta la lunghezza del Liner, in modo da garantire un perfetto ancoraggio al calcestruzzo che, nelle prove di strappo (Pull-Off), non dovrà mai dare valori inferiori a 38.000 kg/m². La superficie interna del rivestimento in Liner HDPE dovrà risultare perfettamente planare, priva di avvallamenti, anche minimi, che potrebbero influenzare negativamente l'ottimale scorrimento del fluido interno. Per questo scopo il T-grip di ancoraggio dovrà essere nella stessa direzione del flusso, non sono ammessi pertanto sistemi di

ancoraggio diversi da quello descritto. Eventuali saldature dei giunti dovranno essere eseguite con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, saldata perfettamente al Liner della tubazione da personale abilitato (munito di regolare patentino rilasciato dall'IIS di Genova) secondo la normativa UNI EN 13067 per Classe 7 PE 7.5+3 PE 3.2 e DVS 2212:2008 per classe II-1.1, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno. Eventuali saldature dei giunti dovranno essere eseguite con tecnica ad estrusione (per apporto di materiale) e non ad aria calda, da personale abilitato (munito di regolare patentino) secondo la normativa UNI EN 13067 per Classe 7 PE 7.5+3 PE 3.2 e DVS 2212:2008 per classe II-1.1, al fine di garantire l'assoluta tenuta stagna sia dall'interno che dall'esterno.

Art. 3.8 - Posa no-dig realizzata mediante T.O.C.

La tecnologia "no-dig" o "trenchless" (letteralmente "senza scavo") indica una metodologia esecutiva di posa delle condotte che richiedono un limitato ricorso agli scavi in trincea. Tra le tecnologie no-dig rientra la Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) che è una tecnica no-dig con controllo attivo della traiettoria utilizzata per la posa di nuove tubazioni da connettere con rete esistente.

Altri metodi di perforazione assimilabili e trascinamento della tubazione potranno essere impiegati purché approvati dalla D.L.; anche eventuali proposte migliorative formulate al fine di incrementare la sicurezza e/o ottimizzare le modalità di installazione del cantiere e/o l'esecuzione dell'intervento potranno essere eseguite solo a seguito di formale accettazione da parte della D.L.

Tutti gli interventi classificabili come TOC devono essere progettati e realizzati conformemente alle vigenti Norme e/o Linee Guida dedicate; di seguito si riportano, a titolo indicativo, le principali norme di riferimento:

- ASTM F1962 – Standard Guide for use of maxi-horizontal directional drilling for placement of PE pipe or conduit under obstacles, including river crossings e ss.mm.ii.;
- ASCE MOP 108 – Pipeline design for installation by directional drilling e ss.mm.ii.;
- ASTM F-1807 – Practice for determining allowable tensile load for polyethylene (PE) gas pipe during pull-in installation e ss.mm.ii.

Queste lavorazioni, per la loro natura specifica, dovranno essere eseguite da Imprese specializzate nel settore.

Tecnica T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata)

Il procedimento da impiegare per realizzare la trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) si può suddividere in tre fasi principali:

Prima fase. Realizzazione del foro pilota: comporta l'esecuzione di un foro pilota di piccolo diametro (100 ÷ 300 mm) lungo un profilo prestabilito mediante testa di perforazione scelta in relazione alla natura dei terreni da perforare.

L'operazione di perforazione propriamente detta potrà avvenire, a seconda della natura litologica dei terreni presenti, mediante diverse tecniche: perforazione rotativa, idromeccanica, rotopercussiva o mista.

L'utensile e la punta di perforazione devono essere scelti in relazione al tipo di terreno e in modo da ottenere un'adeguata differenza tra il foro e la batteria di perforazione, necessaria per la creazione del canale anulare utile alla circolazione del fluido di perforazione.

Preliminarmente alle operazioni di perforazione, i punti d'ingresso e uscita e il percorso planimetrico della trivellazione devono essere visibilmente identificati tramite idonei vernici spray e/o picchetti. Il foro pilota può essere realizzato sia a partire dalla superficie sia partendo da una buca o pozzetto di servizio. L'effettiva perforazione e il conseguente tiro della condotta da posare devono essere realizzate solo previa preparazione del cantiere, con installazione a perfetta regola d'arte di tutti i mezzi e delle apparecchiature necessarie.

Quando il sistema di guida è di tipo “walk over” su sede stradale in esercizio, le operazioni di guida devono essere condotte nel rispetto del vigente Codice della Strada e dei relativi Regolamenti di Attuazione ed Esecuzione.

Intestata la perforazione nel punto iniziale, si procede seguendo il tracciato indicato e precedentemente materializzato, operando, quando necessario, le manovre di deviazione atte a mantenere in traiettoria la punta di perforazione e la batteria. La continuazione della perforazione e l'avanzamento sono garantiti avvitando tra loro le nuove aste di perforazione, per prolungare la batteria sino a raggiungere la sezione finale e quindi la lunghezza totale prevista in fase progettuale. I parametri di guida, quali profondità, inclinazione sull'orizzontale, orientamento dell'asimmetria dell'utensile, azimuth e posizione planimetrica dei sensori, devono essere costantemente monitorati in tempo reale per mezzo di sensori/trasmittitori fondo foro e fuori foro.

I sistemi di controllo da remoto della direzione di perforazione possono essere di tipo “walk over” (trasmettitore posizionato su porta sonda sulle aste di perforazione e ricevitore “walk over” manovrato in superficie e ulteriore ricevitore posizionato sulla macchina di perforazione), magnetico (in grado di trasmettere con stazione remota tutte le misure posizionali della sonda fondo foro a profondità di ricoprimento fino a 100m) o inerziale.

Tutte le apparecchiature di guida suddette devono essere accompagnate da idonea certificazione di qualità e calibrazione attestanti le caratteristiche tecniche e d'idoneità allo specifico impiego, che su richiesta devono essere presentate alla Committenza che ne accerta l'idoneità.

Nei casi di sensibile deviazione dall'asse di progetto, le aste pilota dovranno essere retratte quanto necessario per permettere la correzione.

Il foro pilota si riterrà completato quando le aste pilota usciranno in superficie all'estremità opposta dell'attraversamento, in prossimità del punto di uscita predefinito, e verrà recuperata la trivella e la sonda per il controllo direzionale, lasciando la batteria di aste pilota all'interno del foro per utilizzarla come asta di tiro nella successiva fase di realizzazione.

Lo scostamento tra l'effettivo foro e il punto di arrivo previsto e segnalato è relazionato al tipo d'intervento e non deve in ogni caso essere superiore a 1 m (un metro) di scarto, misurato in qualsiasi direzione. È comunque facoltà della Committenza prescrivere una tolleranza dello scostamento minore, in relazione alle esigenze specifiche del sito d'intervento.

Prima e durante l'esecuzione della perforazione devono essere opportunamente monitorate, con idonee tecniche, procedure e apparecchiature standardizzate all'uopo predisposte, le proprietà del fluido di perforazione utilizzato, con particolare riferimento per il PH, per il contenuto di cloruri e per la durezza dell'eventuale acqua utilizzata, per la viscosità all'imbuto di Marsh (MFV – Marsh Funnel Viscosity), per la densità, per il contenuto dei solidi, per il contenuto di sabbia, per la viscosità (plastica, apparente, yield point e gel strength), per il filtrato e il pannello.

I valori sperimentali desunti devono essere confrontati con i valori standard definiti nelle vigenti normative dedicate (nazionali e/o internazionali) o, in assenza di specifiche, con valori caratteristici medi per appurare l'idoneità all'impiego del fluido stesso; l'idoneità o la non idoneità all'impiego deve essere comunicata alla Committenza e avallata dalla stessa. Nel caso di non idoneità, l'Appaltatore è tenuto ad apportare tutte le correzioni del caso, al termine delle quali devono essere reiterate le prove per appurarne le proprietà e l'idoneità all'impiego.

Seconda fase. Alesatura del foro: implica l'allargamento del foro pilota per mezzo di un alesatore di diametro adeguato alle dimensioni della condotta da posare.

Al termine della perforazione pilota, in corrispondenza del punto di uscita gli utensili della perforazione e il sistema di guida saranno smontati ed al loro posto verrà montato un alesatore. Si procederà quindi a ritroso tirando e ruotando l'alesatore in modo che esso allarghi il foro pilota. Man mano che l'alesatore procederà, dietro di esso verranno assemblate nuove aste di tiro per garantire la continuità di collegamento all'interno del foro.

In funzione del diametro della condotta da realizzare, delle caratteristiche dei terreni attraversati e della lunghezza dell'attraversamento da realizzare, potrebbe essere necessario ripetere più volte la fase di alesatura, aumentando progressivamente il diametro dell'alesatore sino a raggiungere le dimensioni del foro desiderate.

Terza fase. Tiro-posa della condotta: consiste nel posare la condotta o un fascio di condotte all'interno del foro mediante il tiro della stessa con le apposite aste. Durante questa fase sarà necessario interporre fra la condotta da posare e le aste di tiro uno o più alesatori e un giunto reggispira girevole per impedire che la condotta possa essere sottoposta a sollecitazioni di torsione durante il tiro-posa. Si rammenta che, in questa fase, particolare importanza è assunta dalla cosiddetta sovralesatura e dalla lubrificazione. Per sovralesatura si intende la maggiore dimensione che deve avere il diametro nominale del foro allargato rispetto al diametro nominale esterno della tubazione da installare. Essa è necessaria per creare un opportuno distacco tra le pareti del preforo e la tubazione (che comunque non deve essere inferiore a 25mm), il quale si rende necessario per una serie di motivi quali:

- Ridurre l'ampiezza delle aree di contatto tubazione – terreno al fine di ridurre le forze di attrito complessive;
- Permettere il ricircolo dei fluidi di perforazione e, nel caso in cui esso risulti determinante, garantire che vi sia sufficiente spazio perché svolga anche un'azione di sostentamento del foro;
- Permettere che tra tubazione e pareti del preforo vi sia sempre un'adequata quantità di lubrificante (che nella quasi totalità dei casi è rappresentato dallo stesso fluido di perforazione, alle volte opportunamente additivato)

Tutte le fasi di realizzazione devono essere eseguite in presenza di fluidi di perforazione, opportunamente dosati in base al tipo di terreno.

Generalmente, per condotte di piccolo diametro (non superiori a 500 mm) la fase di alesatura e la fase del tiro-posa sono eseguite contemporaneamente: in presenza della Direzione Lavori, dopo il completamento del foro pilota e solo qualora le caratteristiche dei terreni attraversati risulteranno ottimali, si potrà optare per questa opzione realizzativa.

Prima del reinterro, la tubazione sarà sottoposta a prova in pressione tramite aria compressa con pressione di 0,5 bar. La verifica di tenuta delle saldature sarà eseguita tramite aspersione con soluzione di acqua saponata; in presenza di trafilamento di aria dalle saldature, queste dovranno essere rimosse e le due estremità giuntate nuovamente.

Per il tiro di condotte in PE, la testa di tiro può avere forma di uno spinotto a espansione con camicia esterna di contenimento; per il tiro di condotte in acciaio, la testa di tiro può essere direttamente saldata al tubo.

Qualora la trivellazione debba essere abbandonata per cause non dipendenti dalla Direzione Lavori o la prova in pressione non dia esito positivo, la perforazione dovrà essere ripetuta senza che la ditta Appaltatrice possa chiedere alcun onere aggiuntivo.

Sono a totale carico dell'Appaltatore le spese e i danni derivanti da rotture o perdita delle attrezzature di perforazione causate da trovanti o materiali presenti lungo il tracciato del perforo o conseguenti a imperizia della ditta specializzata.

Le condizioni degli strati geologici da attraversare note alla stazione appaltante sono quelle descritte all'interno del progetto; l'appaltatore potrà comunque eseguire, a totale suo carico, ogni saggio o ricerca che ritenesse opportuno per definire ulteriormente le condizioni al contorno.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte, compresa la eventuale realizzazione dei pozzi di partenza e di arrivo, la fornitura, installazione e manovra delle apparecchiature di perforazione, di evacuazione idraulica dello smarino, di scavo mediante testa fresante a guida laser su mira fotosensibile. Saranno pure a carico dell'Impresa la rimozione, a lavoro ultimato, di tutti i macchinari utilizzati e dei materiali residui, la perfetta sistemazione dell'area d'intervento, lo smaltimento differenziato dei fluidi di perforazione, l'asportazione del materiale di risulta proveniente dalla trivellazione ed il suo trasporto a discarica, compresi i diritti di discarica.

La livelletta della tubazione fognaria e le sue tolleranze planimetriche saranno stabilite in base al progetto ed in accordo con la D.L.; in generale, le tolleranze altimetriche non dovranno superare, partendo da monte, valori di 1 centimetro in diminuzione della pendenza prescritta e di 2 centimetri in aumento della stessa, valutati ogni 10 metri di tubazione.

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore:

- la preparazione delle attrezzature speciali di perforazione presso le officine dell'appaltatore, lo scarico ed il montaggio delle stesse in superficie ed all'interno dell'eventuale pozzo di partenza, l'esecuzione di tutti gli allacciamenti elettrici, idraulici per dare le attrezzature pronte alla perforazione, lo smontaggio di tutte le attrezzature al termine della spinta;
- mobilizzo/smobilizzo, trasporto a/r delle attrezzature (impianto di cantiere), dei mezzi, dei materiali e del personale necessari alla realizzazione dell'intervento nella sua totalità;
- l'utilizzo di idonea attrezzatura e dei mezzi meccanici occorrenti, i consumi di energia, carburanti e lubrificanti e la mano d'opera necessaria per il funzionamento dei macchinari;
- l'eventuale fornitura del fluido (acqua, fango bentonitico o altro) occorrente per la perforazione, la successiva raccolta e l'allontanamento dal fronte di scavo (ed eventuale trattamento);
- preparazione e gestione della viabilità di cantiere e delle aree di stazionamento/movimentazione mezzi, con ripristino di eventuali cedimenti;
- recinzione e segnalazione di tutte le aree di cantiere, con particolare riferimento alle sezioni di partenza e di arrivo, in conformità alle vigenti disposizioni di legge in relazione alle norme di sicurezza e salute, al vigente Codice della Strada e relativi regolamenti di attuazione ed esecuzione, anche di carattere locale.

- eventuali aggotamenti delle sole acque provenienti dalla perforazione;
- la verifica mediante rilevamento topografico delle coordinate reali dell'asse rispetto ai caposaldi;
- gli eventuali calcoli statici approvati dall'Ente interessato all'attraversamento;
- le prove sui materiali;
- le prove di tenuta idraulica così come disposto nel presente capitolato;
- la predisposizione di elementi di tenuta sul passaggio delle tubazioni sulle pareti del pozzo;
- la messa a disposizione del materiale di risulta nello stesso cantiere o in altro all'uopo predisposto secondo le disposizioni dell'Autorità competente (compreso eventuale trasporto) per le eventuali verifiche di presenza reperti archeologici;
- installazione del sistema di gestione fluidi di perforazione (produzione, immissione in foro ed eventuale recupero, vasca di raccolta, filtraggio e ricircolo);
- ripristino definitivo dello stato dei luoghi, sia su superfici in terreno naturale che su superfici pavimentate a uso carrabile o pedonale o ciclabile, comprensiva la fornitura dei materiali, dei mezzi e del personale necessari;
- carico, trasporto e conferimento a discarica autorizzata dei materiali di risulta e dei fluidi di trivellazione, comprensivo di tutti gli oneri di conferimento e smaltimento, conformemente alla vigente legislazione in materia ambientale;
- documentazione tecnica "as built", costituita da elaborati cartografici e grafici in scala opportuna, sezioni longitudinali/trasversali/profilo e relazione tecnica descrittiva dalle quali evincere le caratteristiche tecniche dell'intervento e la ricostruzione dell'effettivo andamento plano-altimetrico della/e condotta/e posata/e.

L'Appaltatore provvederà inoltre:

- a verificare la presenza di tutte le necessarie autorizzazioni alla realizzazione della perforazione stessa e conformarsi alle indicazioni degli enti contenute nelle suddette autorizzazioni
- prendere atto delle eventuali analisi preliminari (georadar, tracciamento sottoservizi in collaborazione con gli enti gestori, etc.), ad integrare le stesse qualora necessario, a valutare le prescrizioni progettuali e formulare eventuali proposte migliorative alla Committenza al fine di incrementare la sicurezza e/o ottimizzare le modalità di installazione del cantiere e/o l'esecuzione dell'intervento, a visionare tutte le aree di intervento.
- ad assicurare il ricambio di aria con adeguati impianti di ventilazione all'interno degli eventuali manufatti di spinta e di uscita, spinti fino alle immediate adiacenze del fronte di attacco. Gli eventuali impianti di ventilazione e di aggotamento dovranno essere dotati di motori termici di riserva, in modo da assicurare in ogni caso, la sicurezza degli operai e la continuità del lavoro;

- ad installare opportuni corpi illuminanti nelle eventuali camere di spinta e di uscita e dotare gli impianti ed i motori elettrici di apparecchi di protezione atti a garantire gli impianti e le linee della Società fornitrice di energia da ogni inconveniente che potesse manifestarsi nei circuiti di utilizzazione dell'Impresa;
- alla realizzazione di tutte le opere provvisoriale e definitive e a quant'altro necessario per garantire che i lavori si svolgano nel più assoluto rispetto della sicurezza in conformità alle prescrizioni contenute nel piano di sicurezza e coordinamento predisposto e nel piano operativo di sicurezza redatto dall'Impresa, in relazione alla particolare natura del lavoro stesso, dei terreni attraversati, della possibile presenza di limitrofe condutture in esercizio, con particolare riguardo a quelle idriche, fognarie, gas, elettriche, telecomunicazioni.

Alla realizzazione e gestione del sistema di gestione fluidi, completo di vasca di raccolta fanghi, per la quale sarà garantita la massima tenuta, al fine di evitare sversamento o dispersione dei fluidi nell'ambiente circostante; all'ottenimento a propria cura e spese della fornitura di acqua mediante connessione alla rete idrica/fonti naturali previo ottenimento delle necessarie autorizzazioni a carico dell'appaltatore stesso.

I prezzi in appalto sono valutati in relazione al diametro esterno della tubazione oggetto di tiro e non in relazione al diametro del foro di alloggiamento, che dovrà rispettare le prescrizioni sopra elencate.

Negli elaborati progettuali è stata fatta previsione e progettazione dei posizionamenti e delle lunghezze potenziali dei singoli tiri; eventuali modifiche alle previsioni progettuali suddette, con incremento dei posizionamenti intermedi, dovranno essere preventivamente sottoposte alla accettazione della DL e debitamente motivate.

CAPO 4 - OPERE DI SOSTEGNO

Art. 4.1 - Micropali

I micropali dovranno essere eseguiti in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Norma UNI EN 14199 "Lavori geotecnici speciali: Micropali". I materiali dovranno essere conformi alle indicazioni progettuali ed alle indicazioni di cui alle NTC18 approvate con DMIT 17/01/2018. Tutti i materiali e le modalità di esecuzione (formazione dei piani di lavoro, macchine, utensili e fasi esecutive) dovranno essere sottoposte all'Approvazione del Direttore dei Lavori almeno sette giorni lavorativi prima dell'inizio delle perforazioni.

Si tratta di micropali posti in opera per la formazione di una berlinese con tiranti attivi provvisori, la modalità del getto sarà pertanto a gravità (micropalo tipo A – rif. FHGWA NHI-05-059), con assorbimenti contenuti nelle indicazioni delle voci di elenco prezzi.

Le fasi esecutive, approntato il piano di lavoro e definite le quote (valgono le tolleranze di posizionamento e verticalità di cui alla UNI EN 14199), si riassumono nella sequenza di seguito descritta:

- 1) Perforazione rivestita con eventuale martello a fondo foro, in caso di trivellazione in trovanti o strati di roccia;
- 2) Rimozione della trivella interna al rivestimento;
- 3) Posa in opera del tubo di armatura per conci manicottati;
- 4) Getto della boiaccia di cemento o betoncino preconfezionato (UNI EN 206-1: d_{max} inerti 3 mm).
- 5) Estrazione del rivestimento

Dovranno essere prodotti, a cura dell'appaltatore, dopo la redazione di una tavola recante la numerazione dei micropali, delle schede di esecuzione per ogni micropalo eseguito, recanti:

- 1) I riferimenti del cantiere;
- 2) La numerazione (identificazione) del micropalo;
- 3) Diametro nominale della perforazione;
- 4) Macchine ed utensili utilizzati;
- 5) La data di perforazione e getto;
- 6) La sommaria descrizione della stratigrafia riscontrata;
- 7) La lunghezza della perforazione;
- 8) La descrizione del tubo di armatura (diametro, spessore, lunghezza dei tubi, numero di manicotti, lunghezza complessiva del tubo, grado dell'acciaio);
- 9) La quota della testa del tubo di armatura;
- 10) L'assorbimento della miscela gettata.

Le schede dovranno essere firmate dal responsabile di cantiere e consegnate alla Direzione Lavori con cadenza giornaliera, salvo diverse disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori.

I tubi di armatura, acciaio di grado S355JR (UNI EN 10025), dovranno essere manicottati e la dimensione del manicotto, sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori, dovrà garantire la continuità strutturale del tubo di armatura. Il tubo dovrà essere dotato di appositi distanziatori, posti a distanza non superiore a 3 m, al fine di garantirne la centratura rispetto al rivestimento. Non sono ammessi giunti maschio femmina sviluppati lungo la sezione. La posizione verticale del tubo dovrà essere garantita dall'appaltatore mediante il posizionamento di una dima con ganasce o ganci di tenuta a testa foro.

Il getto dovrà essere eseguito con dispositivi di registrazione in continuo dei volumi gettati.

Art. 4.2 - Tiranti di ancoraggio

I tiranti dovranno essere eseguiti in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Norma UNI EN 1537 "Lavori geotecnici speciali: Tiranti di ancoraggio". I materiali dovranno essere conformi alle indicazioni progettuali ed alle indicazioni di cui alle NTC18 approvate con DMIT 17/01/2018. Tutti i materiali e le modalità di esecuzione (formazione dei piani di lavoro, macchine, utensili e fasi esecutive) dovranno essere sottoposte all'Approvazione del Direttore dei Lavori almeno sette giorni lavorativi prima dell'inizio delle perforazioni.

Si tratta di tiranti provvisori con armatura composta da 5 trefoli in acciaio armonico, i cui materiali dovranno essere conformi alle indicazioni di cui alla NTC18. La fondazione si prevede di lunghezza 10.0 m, gli assorbimenti della miscela di iniezione, le pressioni ed i diametri resi, dovranno essere conformi alle indicazioni contenute in Figura 1:

Litologia	$\alpha = d_r / d_p$		V_{in} / V_r	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Gr	1.8	1.3÷1.4	1.5	1.5
saGr	1.6÷1.8	1.2÷1.4	1.5	1.5
grSa	1.5÷1.6	1.2÷1.3	1.5	1.5
Sa	1.4÷1.5	1.1÷1.2	1.5	1.5
siSa	1.4÷1.5	1.1÷1.2	1.5÷2.0	1.5
Si	1.4÷1.6	1.1÷1.2	2.0	1.5
Cl	1.8÷2.0	1.2	2.5÷3.0	1.5÷2.0

$$d_r = \alpha \cdot d_p$$

$$V_r = \pi \cdot \frac{d_r^2}{4} \cdot L_{in}$$

Pressioni di iniezione

$$p_{in} \geq p_{lim}^* (IRS)$$

$$0.5 \cdot p_{lim}^* < p_{in} < p_{lim}^* (IGU)$$

Valori del rapporto tra diametro reso e diametro del perforo e del
Volume minimo di malta richiesto rispetto al volume nominale reso
Micropali tipo C (IGU) e tipo D (IRS)

Figura 1 – Parametri dell'iniezione per i tiranti a trefoli

Le fasi esecutive, approntato il piano di lavoro e definite le quote di installazione (valgono le tolleranze di posizionamento e verticalità di cui alla UNI EN 1537), si riassumono nella sequenza di seguito descritta:

- 1) Perforazione rivestita con eventuale martello a fondo foro, in caso di trivellazione in trovanti o strati di roccia;
- 2) Rimozione della trivella interna al rivestimento;
- 3) Posa in opera del tirante a trefoli;
- 4) Getto della boiaccia di cemento o betoncino preconfezionato (UNI EN 206-1: d_{max} inerti 3 mm)
- 5) Estrazione del rivestimento per la lunghezza corrispondente alla fondazione del tirante
- 6) Iniezione della boiaccia di cemento o betoncino preconfezionato (UNI EN 206-1: d_{max} inerti 3 mm). L'iniezione si intende eseguita con modalità ad iniezione globale unica (IGU: tipo C rif. FHGWA NHI-05-05)
- 7) Estrazione del rivestimento

Dovranno essere prodotti, a cura dell'appaltatore, dopo la redazione di una tavola recante la numerazione dei micropali, delle schede di esecuzione per ogni micropalo eseguito, recanti:

- 1) I riferimenti del cantiere;
- 2) La numerazione (identificazione) del micropalo;
- 3) Diametro nominale della perforazione;
- 4) Macchine ed utensili utilizzati;
- 5) La data di perforazione e getto;
- 6) La sommaria descrizione della stratigrafia riscontrata;
- 7) La lunghezza della perforazione;
- 8) La descrizione del tubo di armatura (diametro, spessore, lunghezza dei tubi, numero di manicotti, lunghezza complessiva del tubo, grado dell'acciaio);
- 9) La quota della testa del tubo di armatura;
- 10) L'assorbimento della miscela gettata.

I tiranti dovranno essere posti in opera muniti di appositi distanziatori che ne permettano il centraggio rispetto al tubo di rivestimento.

Art. 4.3 - Malte di getto ed iniezione

L'impresa potrà sottoporre, per l'esecuzione di micropali e tiranti, alla Direzione Lavori, l'utilizzo di malte preconfezionate con prequalifica della resistenza da parte del produttore, e con parametri prestazionali non inferiori a quanto richiesto per le malte in boiacca di cemento. La posa in opera potrà avvenire dopo l'accettazione della Direzione Lavori.

Le malte per il getto dei micropali e per il getto ed iniezione dei tiranti, in boiacca di cemento, dovrà avere requisiti conformi alla Norma UNI EN 447, l'iniezione dovrà essere eseguita in ottemperanza alle indicazioni contenute nella Norma UNI EN 446.

La boiacca di getto ed iniezione di micropali e tiranti dovrà essere costituita con:

- rapporto acqua/cemento: 0.45 ± 0.50 (UNI EN 207-1)
- cemento portland tipo CEM I 42.5R (UNI EN 197-1) o altri tipi di cemento indicati nella UNI EN 447.

Ed avere i seguenti requisiti prestazionali. Le prove dovranno essere eseguite in conformità alla Norma UNI EN 445.

- fluidità al cono (tempo in s): $t_0 \leq 25$ s immediatamente dopo la miscelazione, dopo 30 minuti dalla miscelazione: $1.2 t_0 \leq t_{30} \leq 0.8 t_0$, $t_{30} \leq 25$ s.
- bleeding: Sulla media di tre provini l'essudazione non deve superare lo 0.3% del volume iniziale dopo 3 ore a riposo.
- resistenza a compressione cubica: 30 N/mm² a 28 gg oppure 27 N/mm² a 7 gg di maturazione.

Le prove di fluidità ed essudazione, il prelievo di provini (3) da sottoporre a prove di rottura per compressione, dovranno essere eseguite per ogni giorno di getto.

CAPO 5 - OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE E ARMATO**Art. 5.1 - Normative di riferimento**

La normativa di riferimento per il calcestruzzo è costituita da:

- Lg. 5.11.71 n.1086

- DM 09.01.1996
- DM 17.01.2018
- UNI 9502 Procedimento analitico resistenza al fuoco elementi in conglomerato cementizio
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 8981 durabilità delle opere in calcestruzzo
- UNI 9858 Prestazioni, produzione e criteri di conformità

Per il cemento:

- Lg. 26.5.65 n.595
- DM 3.6.68
- DM 9.3.98
- UNI EN 197-1 Cemento-Composizione, specifiche e criteri conformità

Art. 5.2 - Classi di esposizione

Le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004 introducono 6 classi di esposizione per il calcestruzzo strutturale (dove oltre al massimo rapporto a/c e al minimo contenuti di cemento viene indicata anche la minima classe di resistenza tutto per garantire la durabilità del materiale), tali classi sono state riportate anche nelle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Le norme UNI EN 206 -2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004 (per l'applicazione in Italia della EN 206) prevedono quanto segue:

- Assenza di rischio di corrosione dell'armatura - X0; minima classe di resistenza: C12/15
- Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:
 - XC1 - asciutto o permanentemente bagnato: $a/c_{max} = 0,60$ (0,65); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (260); minima classe di resistenza: C25/30 (C20/25)
 - XC2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{max} = 0,60$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 300 (280); minima classe di resistenza: C25/30
 - XC3 - umidità moderata: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320 (280); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
 - XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:
 - XD1 - umidità moderata: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)

- XD2 - bagnato, raramente asciutto: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340 (300); minima classe di resistenza: C32/40(C32/40)
- XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
- Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:
- XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare: $a/c_{max} = 0,45$ (0,50); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XS2 - permanentemente sommerso: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(320); minima classe di resistenza: C35/45
- XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C35/45
- Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:
- XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$ (0,55); dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(300); minima classe di resistenza: C25/30
- XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C25/30(C30/37)
- XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360(340); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- Attacco chimico da parte di acque del terreno e acque fluenti (p.to 4.1 prospetto 2 UNI EN 206-1):
- XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo: $a/c_{max} = 0,55$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 320(300); minima classe di resistenza: C28/35(C30/37)
- XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo: $a/c_{max} = 0,50$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 340(320); minima classe di resistenza: C32/40(C30/37)
- XA3 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo: $a/c_{max} = 0,45$; dosaggio minimo di cemento (kg/m^3) = 360; minima classe di resistenza: C35/45.

I valori riportati in parentesi sono riferiti alla EN 206 la cui versione italiana è la UNI EN 206.

Le classi di resistenza minime (N/mm^2) sono espresse con due valori, riferiti il primo a provini cilindrici di diametro 150 mm ed altezza 300 mm (fck) e il secondo a provini cubici di spigolo pari a 150 mm (Rck).

Art. 5.3 - Classi di consistenza

La lavorabilità del calcestruzzo fresco, designata con il termine consistenza dalla normativa vigente, è un indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto in situ nella cassaforma.

Secondo le norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004, la consistenza deve essere determinata mediante le seguenti prove dai cui risultati vengono definite le classi di consistenza del calcestruzzo.

Classi di consistenza mediante abbassamento al cono di Abrams:

S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm

S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm

S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm

S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm

S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.

Classi di consistenza mediante misura della compattabilità:

C0 - indice di compattabilità: $\geq 1,46$

C1 - indice di compattabilità: da 1,45 a 1,26

C2 - indice di compattabilità: da 1,25 a 1,11

C3 - indice di compattabilità: da 1,10 a 1,04

C4 (solo per calcestruzzi leggeri) - indice di compattabilità: $< 1,04$

Classi di consistenza mediante la misura dello spandimento

F1 - diametro spandimento: ≤ 340 mm

F2 - diametro spandimento: da 350 a 410 mm

F3 - diametro spandimento: da 420 a 480 mm

F4 - diametro spandimento: da 490 a 550 mm

F5 - diametro spandimento: da 560 a 620 mm

F6 - diametro spandimento: ≥ 630 mm

Art. 5.4 - Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti, compreso il D.M. del 9 gennaio 1996).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della

Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI 6127).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI 6132, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione -Rck-, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per metro cubo), sarà sottoposto a prova presso laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - Rck - non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso in cui la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione - Rck - ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore Rck inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso in cui tale

verifica dia esito positivo il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

Art. 5.1 - Durabilità dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

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

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione dell'istruzione di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati cementi a moderata, alta ed altissima resistenza chimica, rispondenti alle prescrizioni della Norma UNI 9156/87.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di permeabilità, di

assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - prima dei cicli = 10^{-9} cm/s
 - dopo i cicli = 10^{-8} cm/s.

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

Art. 5.2 - Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi soltanto il cemento pozzolanico ed il cemento altoforno; quest'ultimo dovrà contenere non meno del 40% di loppa d'altoforno e la cementeria dovrà garantire tale composizione specificandone il metodo di misura.

L'impiego del cemento portland potrà essere ammesso, limitatamente alla confezione dei conglomerati dei tipi II e III, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella della classe indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori, in base alla quale sono applicati i prezzi di elenco.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'Istituto ICETE CNR e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/05/1965 n° 595, DM 17/01/2018 e D.M. 3/06/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su

una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

Il dosaggio di cemento dovrà essere fatto a peso.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

La conservazione del cemento sciolto avverrà in appositi sili. Il cemento in sacchi sarà custodito in luogo coperto, secco e ventilato; in ogni caso il cemento non potrà restare in deposito più di 90 giorni. Ogni 4 mesi si effettuerà lo svuotamento e la pulizia dei sili o dei depositi.

Art. 5.3 - Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2^a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella riportata in seguito).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 1 e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

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

Nella tabella 1 sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 Punto 4 UNI 8520 parte 22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	$Cl - \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	$Cf \geq 0,15$ ($D_{max} = 32 \text{ mm}$) $Cf \geq 0,12$ ($D_{max} = 64 \text{ mm}$)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque, dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m^3 8000 di aggregati impiegati		

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

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m^3 1000 di aggregati impiegati.

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

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

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

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

Gli inerti saranno classificabili in base alla tabella sotto riportata.

DIAMETRO mm	NATURALI	DA FRANTUMAZIONE
0,08-5,0	Sabbia alluvionale	Sabbia di frantoio
5-10	Ghiaino	Graniglia
10-25	Ghiaietto	Pietrischetto
25-76	Ghiaia	Pietrisco
> 76	Ghiaione	Pietrame

Gli inerti devono essere conformi a quanto prescritto dal D.M. 1 Aprile 1983-Allegato 1, par.2 e successive modificazioni.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo a una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, flange, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti.

In ogni caso per i calcestruzzi di tutte le classi previste l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima dell'inizio dei getti, quanto segue:

i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando la qualità, il tipo e la provenienza dei medesimi, e dimostrando che i materiali proposti sono ottenibili in quantità sufficiente a coprire largamente il fabbisogno prevedibile;

lo studio granulometrico dei vari componenti per ogni tipo di calcestruzzo, comprendendo le prove a compressione su cubetti, le resistenze dei quali dovranno risultare determinate sia a 7 giorni di stagionatura, che 28 giorni. Il numero delle prove preliminari non sarà inferiore a 30 per ciascuna delle classi superiori a Rck 150.

Dovrà inoltre essere dimostrato che i calcestruzzi proposti sono, in relazione alle condizioni di impiego, lavorabili in ogni punto e compattabili in una massa omogenea ed isotropa; per tali fini la D.L. potrà

prescrivere che, oltre alla determinazione del rapporto acqua/cemento, vengano effettuate prove di lavorabilità con metodi scelti dalla stessa Direzione Lavori.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti impianto di betonaggio.

Le prove di resistenza a compressione ed eventuali altre prove che fossero richieste dalla D.L. per i calcestruzzi dovranno essere eseguite secondo quanto prescritto dal D.M. 1 Aprile 1983, su campioni prelevati in numero non inferiore ad uno ogni 100 m³ di getto.

Fermo restando quanto prescritto sul significato della resistenza caratteristica del calcestruzzo, per i vari tipi di calcestruzzo di cui all'elenco si dovranno in ogni caso rispettare i dosaggi minimi di cemento riportati nella tabella sottostante.

I volumi, sia parziali che totali, del miscuglio degli inerti, così come le loro caratteristiche, potranno essere variati, in base ai risultati delle prove granulometriche, alla qualità di materiali, alla destinazione dei getti, a giudizio della D.L., senza che ciò dia diritto all'Appaltatore a compensi od a prezzi diversi da quelli contrattuali.

CLASSE	DOSAGGIO	TIPO
R150	200	3 25
R200	230	3 25
R250	270	3 25
R300	300	3 25
R400	350	4 25

Particolare cura sarà dedicata in corso di lavorazione al controllo della quantità di acqua di impasto con la prova del cono; in caso di eccesso di acqua rispetto alle quantità stabilite dai provini o in difetto alle quantità massime consentite come in appresso, l'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese ad aumentare in corrispondenza il dosaggio del cemento per ristabilire il rapporto acqua-cemento, ove ciò, a parere della D.L., non costituisca pregiudizio per l'opera. L'impasto dovrà risultare di consistenza omogenea ed uniformemente coesivo. L'eventuale uso di additivi, di qualsiasi genere, sarà soggetto all'approvazione della Direzione Lavori. La D.L. potrà ordinare prove particolari per verificare la resistenza del calcestruzzo all'azione dell'acqua aggressiva. Tali prove restano a totale carico dell'Appaltatore. Il calcestruzzo così confezionato verrà pagato con il prezzo di elenco corrispondente alla classe di appartenenza, intendendosi che ogni onere per l'impiego di cemento speciale e per l'aggiunta di additivi è compensato dal prezzo stesso.

Si precisa che l'autorizzazione a dare inizio ai getti o la mancanza di eccezioni da parte della Direzione Lavori non diminuisce in alcun modo le responsabilità contrattuali dello Appaltatore circa la riuscita dei getti sino all'accettazione definitiva e ferme restando, in ogni caso, le responsabilità dell'Appaltatore stesso, ai sensi e per gli effetti degli artt. 1667 e 1669 del Codice Civile.

Art. 5.4 - Acqua di impasto

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g/l. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (si faccia riferimento alla condizione "satura e superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

Art. 5.5 - Additivi

Allo scopo di modificare le proprietà del calcestruzzo in modo tale da migliorare e rendere più facile ed economica la sua posa in opera, rendere le sue prestazioni più adatte all'opera da eseguire, migliorare la sua durabilità, verrà fatto uso di additivi.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi.

Gli additivi da impiegarsi nei calcestruzzi potranno essere: fluidificanti, acceleranti di presa; ritardanti di presa; superfluidificanti/impermeabilizzanti.

Gli additivi dovranno essere usati dietro esplicita disposizione della Direzione Lavori, seguendo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosature e modalità d'impiego. Gli additivi dovranno essere conformi alle specifiche UNI o ad altre specifiche applicabili. Il produttore di additivi deve esibire: risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi; prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni.

Il produttore dovrà inoltre garantire la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti finiti. Il produttore di additivi dovrà mettere a disposizione, su richiesta, propri tecnici qualificati e specializzati

nell'impiego degli additivi, per la risoluzione dei vari problemi tecnici connessi all'impiego degli stessi, in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

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

Per il dosaggio, gli additivi in polvere saranno dosati in peso; quelli plastici o liquidi potranno essere dosati in peso od in volume con un limite di tolleranza del 3% sul peso effettivo. Sono esclusi gli additivi contenenti cloruri.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (v. tabella 15/C tipi I e II) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per i conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

In alternativa all'uso di additivi è ammesso l'uso di cementi atti a fornire conglomerati cementizi fluidi o superfluidi a basso rapporto acqua-cemento senza additivazione.

L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 - 20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 - 3 cm;

per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm²;

il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera, non dovrà ridursi più del 50% (a temperatura ambiente di circa 20 °C).

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti. La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15/B, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (D_{max}) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella successivamente riportata.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

D AGGREGATI (mm)	MAX % ARIA OCCLUSA (*)
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(*) Tolleranza $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento simile.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfere di plastica di diametro compreso tra mm 0,010 e mm 0,050.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Per l'esecuzione dei getti di grandi dimensioni, per getti in climi caldi, per lunghi trasporti, per calcestruzzo pompato e in genere nelle situazioni in cui è richiesta una lunga durata della lavorabilità, si farà impiego di ritardanti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche:

a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 - 20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 - 3 cm;

per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm²;

il valore dello slump dopo un'ora di trasporto in autobetoniera a temperatura ambiente non dovrà ridursi di più di 2 cm.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

Per l'esecuzione di getti nella stagione fredda, e nella prefabbricazione, o in tutte le situazioni in cui è richiesto uno sviluppo di resistenza molto elevato specialmente alle brevi stagionature, si farà impiego di additivi acceleranti di presa. L'impasto di calcestruzzo così ottenuto avrà le seguenti caratteristiche: a parità di rapporto a/c dovrà produrre un aumento di slump di 18 - 20 cm. Questa caratteristica verrà determinata secondo il metodo UNI 7163-72, appendice E, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di 2 - 3 cm;

per valori di slump da 20 a 25 cm dovrà presentare un bleeding (quantità di acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a 0,05 cm³/cm².

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ed elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Impermeabilizzanti

Il calcestruzzo, destinato a strutture che in relazione alle condizioni di esercizio debbano risultare impermeabili, dovrà:

presentare a 7 giorni un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s e dell'ordine di 10-12 cm/s a tempo infinito;

risultare di elevata lavorabilità, così da ottenere getti compatti e privi di porosità microscopica;

presentare un bleeding estremamente modesto in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

I requisiti di cui al punto precedente verranno ottenuti impiegando dei calcestruzzi caratterizzati da elevata lavorabilità (slump 20 cm), bleeding bassissimo, ottime resistenze meccaniche, elevata durezza e basso ritiro, ottenuti aggiungendo ad un normale impasto di cemento un superfluidificante tale da conferire caratteristiche reoplastiche al calcestruzzo, con almeno 20 cm di slump (in termini di cono di Abrams), scorrevole ma al tempo stesso non segregabile ed avente lo stesso rapporto a/c di un calcestruzzo senza slump (2 cm) non additivato iniziale (caratteristica questa determinata secondo le UNI 7163-72, appendice E).

Il rapporto a/c deve essere $0,42 \pm 0,04$ in modo tale da conferire una perfetta impermeabilità del getto (in corrispondenza di tale rapporto, parlando in termini di coefficiente di Darcy, questo deve essere dell'ordine di 10-12 cm/s; tale rapporto, come al punto precedente, deve permettere una messa in opera ottimale).

In termini di tempo di lavorabilità, il superfluidificante deve essere in grado di conferire al calcestruzzo una lavorabilità di 1 ora alla temperatura di 20°C; in termini di slump, dopo un'ora il valore dello slump non dovrà ridursi più del 50%.

Sempre a riguardo dell'impermeabilità il calcestruzzo dovrà presentare un bleeding (quantità d'acqua essudata, UNI 7122-72) inferiore a $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ in modo da evitare la presenza di strati di calcestruzzo arricchiti d'acqua e pertanto porosi e permeabili.

Additivi per calcestruzzi di massa

Allo scopo di minimizzare lo sviluppo di calore nei getti cosiddetti ciclopici si impiegheranno cementi a basso tenore di calce ed in minimo dosaggio, compatibilmente con i requisiti di resistenza dei calcestruzzi induriti e del calcestruzzo fresco. A tal fine si utilizzeranno di volta in volta additivi ritardanti e fluidificanti descritti nei punti precedenti.

Art. 5.6 - Malte e betoncini a stabilità volumetrica

Per gli inghisaggi di precisione di macchinari soggetti a severe sollecitazioni di fatica e/o ad ampi cicli di temperatura ed umidità, motori, alternatori, generatori, compressori e similari, per ancoraggio al calcestruzzo e sigillatura di strutture metalliche, di colonne, piastre d'appoggio di ponti, rotaie di gru,

perni e zanche, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di temperatura di impiego.

Tale malta impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola o scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e, rispettivamente al 140% (consistenza fluida), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm²):

Consistenza	24 ore a 20°C	28 giorni a 20°C
Plastica	300	650
Fluida	250	750

- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda dosatura e modalità di impiego.

Il produttore di malte a stabilità espansiva dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Art. 5.7 - Malte sigillanti espansive e tenuta idraulica

Per ancoraggio e sigillatura tubazioni ed inerti in strutture di calcestruzzo, per la realizzazione di collegamenti strutturali tra parti di strutture prefabbricate in calcestruzzo, verrà impiegata malta esente da ritiro, esente da aggregati metallici e da sostanze generatrici di gas, caratterizzata da elevatissime resistenze meccaniche, espansione controllata che si sviluppa prevalentemente nella prima fase di indurimento, bleeding minimo o nullo, eccezionali caratteristiche di adesione al calcestruzzo indurito ed ampio intervallo di impiego.

Per gli impieghi di cui al punto precedente, nei casi in cui lo spessore della applicazione risulti elevato (da 5 a 20 cm) e quando l'entità dei getti sia tale da richiedere il controllo del calore di idratazione, verrà impiegato betoncino esente da ritiro di idonee caratteristiche.

Per gli impieghi suddetti, ma in presenza di acque aggressive od acqua di mare, si farà uso di prodotti specifici.

Le malte in questione, impastate col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o DIN 1048 pari rispettivamente al 90% (consistenza plastica) e al 140% (consistenza fluida), dovranno presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione risultanti dalla seguente tabella (kg/cm²):

	a 1 giorno (mat. a 20°C)	a 28 giorni (mat. a 20°C)
plastica	300	850
fluida	250	750

- assenza di bleeding;
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

I prodotti dovranno essere impiegati secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego.

Il produttore di malte espansive dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Art. 5.8 - Intonaci impermeabilizzanti speciali

Per la realizzazione di intonaci impermeabilizzanti di serbatoi, gallerie, canali, anche ove siano richieste caratteristiche antiusura ed applicazione mediante giunte ed anche in presenza di acque aggressive od acqua di mare si farà uso di malta con idonee caratteristiche. La malta in questione, impastata col quantitativo d'acqua occorrente ad ottenere uno spandimento alla tavola a scosse ASTM o metodo DIN 1048 pari al 90% (consistenza plastica), dovrà presentare:

- i valori minimi di resistenza a compressione di 350 kg/cm² a 1 giorno e 850 kg/cm² a 28 giorni (maturazione a 20°C);
- assenza di bleeding (UNI 7122-72);
- caratteristiche di espansività tali da produrre nella prova di espansione contrastata eseguita secondo il procedimento UNI (*) una variazione di lunghezza dei provini a 7 giorni di almeno 0,03%.

Il prodotto dovrà essere impiegato secondo le istruzioni della casa produttrice per quanto riguarda la dosatura e le modalità di impiego.

Il produttore di malte impermeabilizzanti dovrà mettere a disposizione su richiesta, propri tecnici specializzati nel loro impiego per la risoluzione dei vari problemi tecnici in relazione alla migliore esecuzione delle opere.

Art. 5.9 - Materiali per giunti

È previsto, per ottenere la tenuta idraulica fra strutture giuntate e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri in PVC o in gomma o in lamierino, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti o sigillatura con speciali mastici e collanti. Le dimensioni dei nastri e dei lamierini sono indicate sui disegni: le giunzioni sono realizzate mediante incollaggio, vulcanizzazione o sigillatura a caldo. L'esecuzione di tali giunzioni dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. Le superfici di contatto dei materiali devono essere perfettamente asciutte, pulite e lisce.

Art. 5.10 - Composizione delle malte e dei calcestruzzi

1. Per ciascun genere di lavoro le malte ed i calcestruzzi saranno costituiti, misurando i componenti, nelle proporzioni prescritte e saranno indicati nell'elenco prezzi nelle disposizioni relative alle modalità di esecuzione dei lavori.

2. In ogni caso la classe di consistenza specificata negli elaborati di progetto, si intende riferita al momento del getto del calcestruzzo, il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele.

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse. La granulometria dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito.

3. Il rapporto acqua-cemento delle miscele sarà stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati progettuali e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito. Nella determinazione del rapporto acqua-cemento occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta.

4. Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di ordinare variazioni in più o in meno nella composizione delle malte e dei calcestruzzi e di sostituire qualità e tipo dell'agglomerante. Il prezzo relativo verrà determinato in base al prezzo stabilito in elenco per l'impasto normale, tenendo conto dell'agglomerato impiegato in più o in meno.

Art. 5.11 - Calcestruzzi cementizi semplici ed armatiGeneralità

1. Nel presente capitolo sono fornite le prescrizioni relative alla confezione, alla messa in opera, ed alle prove del calcestruzzo semplice ed armato, che dovranno peraltro essere conformi alle norme vigenti. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- > della Legge 5/11/1971, n.1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" e delle relative Norme Tecniche emanate, in applicazione dell'art. 21 della predetta legge, con D.M. 27/7/1985 (Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.113 del 17/5/1986);
- > del D.M. 21/1/1981 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni, rocce, ecc. e criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- > del D.M. 12/2/1982 (Gazzetta Ufficiale n.56 del 26/2/1982) "Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", rettificato con "Avviso" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.80 del 23/3/1982 e di qualunque ulteriore normativa in vigore all'atto dell'esecuzione delle opere;
- > del D.M. 14/2/92: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- > del D.M. 4/5/90 : "Aggiornamento sulle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali";
- > del D.M. 9/1/96: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- > del D.M 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni";
- > della UNI-EN 206-1:2006 "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- > della UNI 11104:2004 "Specificazione, prestazione, produzione e conformità; istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1";
- > della UNI ENV 197:2006 "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità";
- > di tutte le ulteriori norme UNI applicabili.

2. L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, alla determinazione delle caratteristiche dei conglomerati cementizi tramite opportune verifiche ed elaborazioni che saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia.

3. Nell'esecuzione di strutture in cemento semplice ed armato dovrà essere utilizzato preferibilmente calcestruzzo a prestazione garantita con resistenza pari a quella indicata negli elaborati di progetto; in ogni caso l'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza delle disposizioni seguenti:

Materiali e composizione del conglomerato cementizio

- a) acqua, leganti idraulici ed inerti - Per questa voce si veda quanto detto all'articolo specifico di questo Capitolato.
- b) cemento - Con riferimento alle classi dei calcestruzzi si potrà adottare il cemento Portland o Pozzolánico tipo R 325 o R 425(UNI 197:2006).

c) materiali per giunti - E' previsto, per ottenere la tenuta fra strutture giuntate e fra riprese di getti in calcestruzzo, l'impiego di nastri waterstop di larghezza 20 mm, che dovranno essere posti in opera con particolari precauzioni e, ove necessario, con interposizione di adatti materiali isolanti e sigillatura con speciali mastici e collanti. I nastri vanno giuntati, incollando, vulcanizzando o saldando previa autorizzazione della D.L. Le giunzioni tra pozzetti e tubazioni saranno realizzate inserendo di cordolo bentonitico idroespandente tra le costolature del tubo corrugato e sigillando il tutto con malta cementizia impermeabile antiritiro.

d) resistenze e dosaggi minimi – Nell'esecuzione delle opere si dovrà utilizzare conglomerato cementizio a prestazione garantita.

Trasporto di conglomerati cementizi

1. Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di disaggregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

2. A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire i documenti di trasporto del materiale sul quale saranno indicati:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità di calcestruzzo fornito;
- classe di resistenza;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza;
- codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- dimensione massimo aggregato;
- tipo, classe e contenuto di cemento;
- rapporto acqua/cemento;
- dosaggio e tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

3. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed eccezionalmente i nastri trasportatori.

4. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo, alla bocca di uscita della pompa.
5. Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al successivo paragrafo.
6. In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque, non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 206-1:2006, salvo l'uso di particolari additivi. È facoltà dell'Appaltante rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

Posa in opera di conglomerati cementizi

1. L'Appaltatore è tenuto ad informare la D.L. dell'esecuzione dei getti, e potrà procedere nell'operazione solo previa ispezione ed autorizzazione della D.L. ed in presenza di un rappresentante della stessa. Per la loro esecuzione l'Impresa dovrà osservare le prescrizioni stabilite dalle vigenti norme per le prove di accettazione degli agglomerati idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio.
2. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. In qualsiasi caso se si transige a quanto di cui sopra non si dovrà procedere al getto, sotto pena di demolire quanto fatto.
3. Non è ammessa l'esecuzione del getto in presenza di acqua; prima dello stesso si dovrà pertanto asciugare lo scavo mediante idonee apparecchiature e stendere un adeguato quantitativo di filler, in maniera tale da avere un piano di posa asciutto e stabile.
4. I casseri di legno, i puntelli e le centinature dovranno avere la necessaria robustezza per resistere al peso del calcestruzzo ed alla compressione. Inoltre si dovrà provvedere a che tutta l'attrezzatura sia sufficiente ad assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni imputabili a ritardi di trasporto del calcestruzzo, ad insufficienza dei vibratori, a manodopera scarsa o male addestrata.
5. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc. si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi e la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.
6. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e

delle pareti di contenimento.

7. Insindacabilmente i getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

8. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

9. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

10. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

11. Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legature di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento o, in caso di parete sotto battente idraulico, con idonee resine impermeabili; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

12. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la disaggregazione dei materiali, da altezze non superiori a 1 m. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 30 cm ottenuti dopo la vibrazione.

13. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori, in relazione al tipo di struttura e di calcestruzzo ma sempre comprimendo la massa in modo che la costipazione risulti perfetta. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

14. Nel caso di interruzione di getti si dovrà, prima di procedere alla ripresa del lavoro, pulire accuratamente la superficie di congiunzione e bagnarla con malta e con boiacca di cemento. Tutte le superfici dentro cui dovrà essere versato il calcestruzzo, dovranno essere asciutte, esenti da detriti, terra od altro materiale nocivo.

15. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata e resa adeguatamente scabra con idonea scalpellatura. In

caso di riprese di getto sotto battente idraulico dovranno essere utilizzati idonei aggrappanti da stendere sulla superficie di presa e giunti del tipo waterstop. Queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compenso a parte.

16. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

17. L'Appaltatore dovrà adottare cure particolari per i getti e le vibrazioni dei calcestruzzi di strutture a contatto con i liquami (come serbatoi, vasche, canalette, pozzetti, ecc.) in modo da garantire la impermeabilità degli stessi. Al limite del possibile bisognerà evitare le riprese di getto.

18. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti sarà a carico dell'Appaltatore.

19. Nel caso di realizzazione di pozzetti gettati in opera, questi dovranno avere dimensioni tali da garantire l'ispezionabilità, per questo l'area minima dovrà essere almeno di 1 m², salvo indicazioni diverse da parte della Direzione Lavori. Qualsiasi sia la situazione, ciascun pozzetto dovrà avere un'idonea cassetteria ed armatura, da verificare in contraddittorio con la Direzione Lavori, l'esecuzione del getto dovrà essere tassativamente autorizzata dalla D.L. e si dovrà procedere eseguendo prima il fondo e poi le pareti. Durante la fase di predisposizione delle armature non è ammesso considerare come portante la struttura del tubo, la parte gettata dovrà sopportare interamente i carichi senza che ulteriori sollecitazioni gravino sui tubi. Parte integrante del pozzetto si considerano anche i getti di seconda fase destinati a favorire il deflusso delle acque, la mancanza o la cattiva esecuzione degli stessi costituiranno motivo di difformità che potrà inficiare l'approvazione del lavoro da parte della Direzione Lavori. Stessa cosa dicasi per l'innesto dei tubi e le necessarie sigillature a garanzia della tenuta.

Stagionatura

1. A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

2. Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibili urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

3. Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

4. La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nelle leggi e norme applicabili.
5. Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.
6. Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie

1. La larghezza e la conformazione dei giunti dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. I giunti dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Appaltatore.
2. Sono da intendersi compensati dai singoli prezzi unitari anche gli eventuali manufatti di tenuta o di copertura dei giunti e gli oneri per la messa in perfetto assetto del giunto stesso.
3. I manufatti di tenuta o di copertura dei giunti, potranno essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadine), a struttura paraffinica (butile), a struttura complessa (silicone, poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene), ed elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.
4. In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti. I sigillanti potranno essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose, siliconiche, a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta dell'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

1. L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni esecutivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle murature per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti ecc. L'onere relativo è ad esclusivo carico dell'Appaltatore ed è pertanto da intendersi compreso nei singoli prezzi unitari.
2. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le

eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Prescrizioni particolari relative ai cementi armati

1. Nel caso di manufatti ricadenti in zona sismica dovranno essere attuate le disposizioni di cui alle leggi vigenti
2. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori (copriferro) prefabbricati in conglomerato cementizio. Si intendono comprese e compensate nei prezzi in elenco tutte le spese per le prove di carico delle strutture nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, dei saggi e dei rilievi.
3. Durante l'esecuzione delle opere la Direzione Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Appaltatore dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura aggiuntivi.

Art. 5.12 - Barre per C.A.

1. Normalmente, salvo diversa specificazione, si utilizzerà acciaio tipo B450 C a barre ad aderenza migliorata controllato in stabilimento.
2. Le barre dovranno soddisfare i requisiti richiesti conformemente a quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.
3. Le armature verranno fornite e poste in opera dall'Appaltatore in base ai disegni esecutivi di progetto. Si impiegheranno acciai normali, semiduri, acciai ad alta resistenza od acciai ad aderenza incrementata secondo le prescrizioni di progetto.
4. I ferri dovranno essere fissati nelle casseforme nella loro posizione finale prevista (per mezzo di piastrine di cemento o dispositivi analoghi) e legati strettamente con filo di ferro uno all'altro in modo da formare una gabbia rigida.
5. I ferri dovranno essere puliti dalla ruggine e dai residui di oli o tinta che ne possano pregiudicare l'aderenza.

Art. 5.13 - Casseforme

1. Le casseforme potranno essere di legname o metalliche.
2. Tutte le casseforme dovranno essere solide, indeformabili ed atte a sopportare ogni sollecitazione, sia durante che dopo il getto. Prima dell'impiego dovranno essere accuratamente pulite ed

eventualmente trattate con oli opportuni per facilitare il disarmo. Il legname da impiegare dovrà essere sufficientemente stagionato ed ogni angolo sarà smussato mediante apposito listello triangolare.

3. Le giunture delle casseforme dovranno essere eseguite in modo da evitare assolutamente la perdita di calcestruzzo, specie per effetto della vibrazione dei getti.

4. Sarà facoltà della Direzione Lavori eseguire campionature sul posto per poter definire le caratteristiche più opportune delle casseforme, il sistema di disarmo, la troncatura e lo sfilaggio dei tiranti metallici d'ancoraggio, ecc.

5. Il disarmo dovrà effettuarsi solo quando il calcestruzzo abbia raggiunto un indurimento sufficiente a scongiurare il pericolo di lesioni, e, comunque, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori.

Art. 5.14 - Elementi prefabbricati in calcestruzzo

1. La seguente specifica non intende precludere l'uso di altri tipi di prefabbricati che possano essere approvati dal Direttore dei Lavori, purché abbiano le stesse dimensioni e caratteristiche prestazionali di quelli previsti a progetto. Tutti gli elementi gettati in opera saranno fabbricati in calcestruzzo con resistenza caratteristica a 7 giorni $R_{ck} \geq 250 \text{ kg/cm}^2$, il cui impasto sarà approvato dal Direttore dei Lavori e in ogni caso con granulometria passante al 100% al vaglio di 20 mm.

2. Gli elementi prefabbricati dovranno avere prestazioni e dimensioni uguali a quelle indicate dal progetto. Nel caso si intendessero impiegare elementi con dimensioni diverse o caratteristiche prestazionali superiori a quelle previste nel progetto, dovrà essere data comunicazione preventiva alla direzione lavori, che dovrà dare conferma ed accettare o rifiutare il nuovo elemento, prima della posa in opera dello stesso.

3. Per tutti gli elementi in calcestruzzo, prefabbricati e non, bisognerà porre particolare cura alla tenuta idraulica e all'impermeabilizzazione, che, nel caso non sia garantita dal produttore, dovrà essere ottenuta mediante l'utilizzo di boiacca cementizia a penetrazione osmotica ad alta resistenza nei confronti di sostanze aggressive.

4. Relativamente alle vasche prefabbricate in c.a. della nuova stazione di sollevamento, verranno consegnate alla D.L. idonee certificazioni di qualità, conformità e caratteristiche strutturali dei materiali predisposte dal produttore dei manufatti.

Art. 5.15 - Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della D.L. o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei

provini mediante sigle indelebili, etichette individuabili; la certificazione del laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale.

L'Appaltatore dà avviso con almeno tre giorni di anticipo alla D.L. circa il programma dei getti e provvede a propria cura e spese a tenere costantemente in cantiere cubettiere a norma per il prelievo dei campioni di calcestruzzo.

Dopo il prelievo i campioni andranno conservati al riparo dal sole.

I provini saranno nella quantità scelta dalla D.L., comunque non inferiori a due provini per ciascuna giornata di getti e per ciascuna tipologia di calcestruzzo.

Per eventuali prove che la Direzione Lavori volesse eseguire sopra gli impianti od i calcestruzzi in opera, l'Appaltatore è tenuto a fornire tutta l'assistenza del caso.

L'Appaltatore comunica inoltre alla D.L. all'inizio dei lavori il nominativo del Laboratorio certificato a cui conferirà i provini di calcestruzzo e si fa carico di fornire alla D.L. i certificati di prova in originale entro 60 giorni da ciascun prelievo.

CAPO 6 - OPERE ACQUEDOTTISTICHE

Art. 6.1 - Valutazione dei lavori

1. Le tubazioni saranno valutate a metro lineare e misurate in opera senza tenere conto delle parti che si compenetrano o si sovrappongono. Nei prezzi delle tubazioni sono compresi il trasporto, la provvista, il carico e lo scarico nei luoghi di deposito e da questi a piè d'opera, con la somministrazione di tutti i materiali da usare per le giunzioni, di qualunque tipo esse siano, la manodopera ed i mezzi occorrenti sia per dare le tubazioni in perfetto stato di funzionamento, sia per poter procedere alle varie prove. Sono altresì compresi lo scavo, il rinterro.

2. Apparecchi e pezzi speciali dovranno essere di accurata lavorazione, perfetta funzionalità, nonchè provenire da accreditati produttori specializzati. Essi saranno adatti alle pressioni di esercizio prescritte dal progetto e rispetteranno le prescrizioni del D.M. n. 174 del 06/04/2004.

Saracinesche e valvole, idranti, sfiati, riduttori di pressione, misuratori, raccordi, flange, curve, manicotti, diramazioni ed altre componenti speciali saranno di tipi, materiali e caratteristiche funzionali rispondenti alle prescrizioni contenute in progetto e nell'allegato Elenco Prezzi. Comunque l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori, come per le tubazioni, prima di dare corso alla fornitura, le specifiche tecniche dei prodotti ed il nominativo delle ditte presso le quali egli intende approvvigionarsi dei materiali. Si intende pertanto vincolante il parere favorevole della Direzione Lavori in merito all'installazione delle componenti sopracitate.

Art. 6.2 - Posa in opera delle condotte

1. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di posare condotte prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani degli scavi. La condotta dovrà essere posata a regola d'arte secondo quanto previsto dal Decreto 12/12/1985 del Ministero dei Lavori Pubblici e dalle norme UNI 10968 e UNI 1610. I tubi, come rappresentato dagli elaborati grafici, dovranno poggiare con pressione uniforme su sottofondo e rinfilanco in sabbia per tutta la lunghezza della tubazione e per tutta l'altezza, più un franco desumibile dagli elaborati grafici, a tal fine le condotte devono trovare appoggio continuo lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza. L'Impresa dovrà essere attrezzata con macchinari e apparecchiature adatte (autogrù, carrelli elevatori, ecc.) per scaricare i tubi senza arrecare danno di sorta ai tubi stessi, o realizzare fori specie in corrispondenza dei giunti. Le operazioni di collocamento devono essere eseguite da operatori esperti. I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo disposizioni da parte della Direzione Lavori. In ogni caso, le singole barre o tratti di condotta, realizzati fuori scavo, devono essere calate nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa predisposizione del fondo ed allineate inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, ricalzandole in vicinanza dei giunti. Gli elementi che possono sollecitare i tubi col loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta. Per quanto riguarda il deposito l'Impresa dovrà assicurarsi che i tubi non siano scaricati in prossimità dello scavo per il pericolo di franamenti, siano protetti dalla possibilità di essere coperti dal terreno di scavo e nel periodo invernale non debbano essere danneggiati dal gelo, sia per adesione del fango per assorbimento di acqua, nel caso debbano restare esposti a intemperie per un periodo prolungato. Per il loro corretto montaggio tanto le estremità dei tubi che le guarnizioni dovranno essere perfettamente ripulite mediante spazzolatura. Le estremità dei tubi dovranno eventualmente essere spalmate con apposito lubrificante da fornirsi dalla Ditta produttrice. L'innesto dovrà risultare sempre a regola d'arte e l'inserimento nel bicchiere dovrà avvenire sino in fondo (terza costolatura), senza danneggiare in alcun modo il tubo. Non è ammesso che i tubi vengano semplicemente accostati e poi rinfilanciati con calcestruzzo, la perfetta tenuta del sistema deve essere sempre garantita dalla perfetta battuta all'interno della sede del bicchiere o manicotti, a prescindere dalle eventuali ulteriori misure adottate. L'eventuale rotazione dei tubi in corrispondenza delle giunzioni non dovrà superare quanto ammissibile dal tipo di giunzione e, in ogni caso, sotto pena di demolire quanto fatto, l'innesto dovrà risultare a regola d'arte sino a fondo battuta, come da indicazioni precedenti. I collegamenti tra i tubi ed i vari manufatti dovranno essere effettuati in modo da permettere piccoli assestamenti senza che si producano rotture o possibilità di infiltrazioni sia dall'esterno che dall'interno. Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno

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

2. In ogni caso la posa del tubo dovrà avvenire all'asciutto e il piano di posa dovrà risultare conforme alle indicazioni di progetto, per cui si dovranno impiegare tutti le idonee apparecchiature e adeguate quantità di filler per garantire un fondo stabile. Non è ammesso in alcun caso la posa in presenza di acqua nello scavo.

3. Gli scostamenti massimi tollerabili sulle pendenze dei condotti saranno i seguenti:

- per pendenza di progetto $> 0.3\%$ non più dello 0.05% ;
- per pendenza di progetto dal 0.2 al 0.3% non più dello 0.04% ;
- per pendenza di progetto al 0.1 al 0.2% non più dello 0.03% ;
- per pendenza di progetto $< 0.1\%$ non più dello 0.01% .

Qualora fossero riscontrati scostamenti maggiori dovrà essere rifatta la posa in opera.

4. A completamento della posa, le tubazioni verranno calottate, dopo la verifica delle pendenze, e inglobate in un getto di calcestruzzo R_{ck} 15 MPa.

Art. 6.3 - Tubazioni in polietilene ad alta densità

1. I tubi in polietilene di tipo ad alta densità (PEHD o PEAD), saranno tutti con marchiatura IIP UNI, saranno forniti in rotoli di lunghezza variabile in base al diametro fino al D esterno = 110 mm ed in barre di lunghezza 6 - 12 m per i diametri superiori. Le caratteristiche di detti tubi dovranno essere tali da resistere ad una pressione di prova idraulica in officina pari a 1,5 volte la massima pressione che potrà verificarsi nella condotta, tenuto conto delle sovrappressioni per colpo di ariete. I tubi in polietilene ad alta densità dovranno essere conformi alle norme DIN 8074 e 8075 ed alle norme UNI 7611 e UNI 7615, ed in particolare i polimeri dovranno rispondere alle caratteristiche minime indicate dalle relative norme UNI 7448/75, 6061/67. I diametri esterni e gli spessori dei tubi debbono essere compresi entro i limiti di tolleranza indicate dalle norme UNI 7441. Durante il trasporto i tubi dovranno essere supportati per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati. Le imbragature per il fissaggio del carico dovranno essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; per usare cavi di acciaio si dovranno proteggere i tubi nella zona di contatto. L'Impresa dovrà provvedere ad immagazzinare i tubi su di una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi, come ad esempio prodotti oleosi e/o bituminosi.

I tubi dovranno essere accatastati ad una altezza non superiore a 1,5 m onde evitare possibili deformazioni nel tempo. Nel caso, infine, in cui i tubi non vengano adoperati per un lungo periodo, dovranno essere protetti dai raggi solari diretti.

2. Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili: nome del produttore, sigla IIP, diametro, spessore, SDR, tipo di Polietilene, data di produzione, norma di riferimento; inoltre il tubo PE dovrà avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice. Il colorante

utilizzato per la coestruzione deve essere dello stesso compound utilizzato per il tubo.

3. La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN12201-1+5/04 e deve essere realizzata mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/97;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521/97;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736/90), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza. Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.. I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito. Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità. Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere.

La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi. A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti. Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo

dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e della D.L.. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla D.L.. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della D.L..

L'accettazione delle condotte in polietilene ad alta densità da parte della Direzione Lavori è subordinata alla completa osservanza della normativa UNI al riguardo e precisamente UNI 7054-72, UNI 7611, UNI 7612, UNI 7613, UNI 7615; l'inosservanza anche di una sola delle specifiche contenute nella precitata normativa e di ogni ulteriore prova e collaudo richiesto dalla Direzione Lavori comporterà il totale rigetto della fornitura da parte di quest'ultima senza che l'appaltatore abbia diritto a risarcimento alcuno.

Le condotte inoltre dovranno essere obbligatoriamente contrassegnate con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1/2/1975.

Le condotte potranno essere dei tipi:

-312-UNI 7611/7615 per condotte in pressione e 303 UNI 7613/7615 per condotte di scarico interrate. Qualora a seguito di calcoli di verifica e delle condizioni di posa il tipo 303 si dimostrasse fisicamente insufficiente esso potrà essere sostituito con un pari diametro nominale della classe 312 e di adeguato spessore.

L'appaltatore si impegna a dimostrare, con dettagliate relazioni tecniche da sottoporre alla Direzione Lavori, le caratteristiche delle sollecitazioni cui le condotte saranno sottoposte in opera ed in fase di assemblaggio.

In caso di posa subacquea le condotte dovranno obbligatoriamente essere idoneamente appesantite in modo tale da controbilanciare abbondantemente la spinta idrostatica e resistere ad eventuali correnti ortogonali all'asse delle stesse; dovranno inoltre essere poste in una trincea ricavata nel fondo del corpo idrico da attraversare e quindi ricoperte con uno strato di terreno ben compatto di almeno 50 cm di spessore.

La giunzione fra i vari tubi in PEAD dovrà essere fatta con saldatura testa a testa secondo le modalità della DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI "Procedure qualification for Welding of h.d. PE" 71/E; in casi particolari saranno autorizzate, previa presentazione dei relativi disegni e dimensionamenti, giunzioni di tipo flangiato e plastificate; in ogni caso la superficie interna

della tubazione nella zona di saldatura dovrà essere perfettamente liscia e non presentare protuberanze o sbavature di sorta.

In principio i pozzetti dovranno essere ricavati da tubazioni in p.e.a.d. e non da lastre saldate, ma per la loro messa in opera la Direzione Lavori si riserva il giudizio definitivo ed insindacabile.

Per tutto quanto non esplicitamente espresso nel presente articolo si rimanda alla normativa nazionale ed internazionale vigente valendo a parità di condizioni quelle maggiormente restrittive.

Disinfezione e lavaggio delle condotte

Per le condotte di nuova posa si prevede un'operazione di disinfezione prima della messa in servizio, che dovrà essere effettuata come di seguito prescritto: completata l'operazione di collaudo idrostatico, si deve procedere alla disinfezione della tubazione. Tutte le operazioni di disinfezione e lavaggio devono essere eseguite da personale appositamente formato e sotto la sorveglianza dell'assistente responsabile e/o del Direttore dei lavori.

Dopo aver svuotato la condotta dell'acqua di collaudo, occorre reintrodurre acqua pulita addizionata di ipoclorito di sodio commerciale (15% p/v circa in cloro attivo) nella misura di 1 litro ogni 6.000 litri di acqua contenuta nella condotta, cui corrisponde una dose di circa 25 mg/l di Cloro libero ($150.000/6.000 = 25 \text{ mg/l}$).

Trascorse circa 24 ore per permettere un buon contatto disinfettante/tubazione, occorre misurare il residuo in cloro libero per verificare che sia superiore a 10 mg/l. Valori inferiori evidenziano una disinfezione insufficiente, causata da presenza di batteri o di sostanze ancora ossidabili, oppure da una cattiva distribuzione dell'ipoclorito di sodio immesso. In tal caso, occorre scaricare la tratta di condotta, effettuarne nuovamente il lavaggio ed eseguire una nuova disinfezione. Viceversa se l'esito è favorevole, ossia il residuo in cloro libero riscontrato è superiore a 10 mg/l, la condotta deve essere comunque sottoposta a un ulteriore lavaggio fintanto che il residuo in cloro libero risulti allineato a quello normalmente impiegato per l'uso potabile (0.15/0.20 mg/l). Durante la fase di lavaggio occorre evitare che il prelievo di grosse quantità d'acqua riduca drasticamente la pressione di rete, e quindi la disponibilità idrica per l'utenza con conseguenze negative sul servizio (in linea generale la quantità d'acqua complessiva utilizzata è almeno 3 volte il volume della condotta). Qualora le disponibilità idriche fossero insufficienti, occorre procedere alle operazioni sopra descritte in ore notturne o suddividendo le tratte di condotta da disinfettare in tronchi più corti. Ad operazioni di disinfezione e lavaggio completate, saranno prelevati alcuni campioni d'acqua per le analisi chimiche e batteriologiche che completeranno la procedura per la messa in servizio della nuova condotta (a corpo per tutte le tubazioni realizzate).

Art. 6.4 - Tubazioni in ghisa sferoidale

Tubazioni e pezzi speciali in ghisa sferoidale devono essere conformi alla vigente norma UNI EN 545 con riferimento a prescrizioni tecniche, norme, prove e caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di ghisa sferoidale per acquedotto.

Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla vigente norma ISO 9001, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.

Le Ditte produttrici devono possedere la Certificazione di Prodotto, rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che attesti la conformità dei tubi e dei pezzi speciali alla norma UNI EN 545.

Per quanto non specificato nel disciplinare, si fa riferimento alla vigente norma UNI EN 545, nonché a tutte le norme tecniche citate nel presente documento

NORMATIVA PRINCIPALE

- UNI EN 545: Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Prescrizioni e metodi di prova.
- UNI 9163: Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto.
- DIN 28603: Ductile iron pipes and fittings - Push-in joints - Survey, sockets and gaskets (N.B. questa norma definisce le dimensioni del giunto Tyton).
- UNI 9164: Giunto elastico a serraggio meccanico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto (N.B. norma ritirata senza sostituzione)
- UNI EN 1092-2: Flange e loro giunzioni- Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa.
- UNI EN 681-1: Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
- UNI ISO 10802: Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale – Prove idrostatiche dopo posa.
- EN 197-1: Cement - Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
- Decr. Min. LL.PP. 12/12/85: Norme tecniche relative alle tubazioni.
- Circ. n. 27291 Min. LL.PP. 20/3/86: Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute: Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.

PRESSIONI NOMINALI, CLASSI DI PRESSIONE E SPESSORI DI PARETE

La norma UNI EN 545, all'Annex A definisce la modalità di calcolo delle PFA, PMA e PEA:

- **PFA** (*Pressione di funzionamento ammissibile*: pressione interna che un componente può sopportare con sicurezza in servizio continuo, escluse le sovrappressioni improvvise) = $(20 \times e_{min} \times R_m) / (D \times SF)$
dove:
 e_{min} = spessore minimo di parete del tubo, in millimetri;
 R_m = carico unitario di rottura della ghisa sferoidale (420 Mpa);
 D = $DE - e_{min}$, in millimetri;
 SF = coefficiente di sicurezza pari a 3.
- **PMA** (*Pressione di funzionamento massima ammissibile*: pressione interna massima che un componente in servizio può sopportare con sicurezza, comprese le sovrappressioni improvvise da colpo d'ariete) = $1,2 \times PFA$.
- **PEA** (*Pressione di prova ammissibile*: massima pressione idrostatica che un componente appena installato può sopportare per un periodo di tempo relativamente breve allo scopo di verificare di misurare l'integrità e la tenuta della tubazione) = $PMA + 5 \text{ bar}$.

La norma UNI EN 545 al paragrafo 8, tabella 17, indica, per ogni DN e DE, le classi di pressione, "Cxx", standard (in grassetto) con i relativi spessori di parete standard, nonché le classi di pressione non standard, ma comunque presenti sul mercato. Il progettista dovrà valutare la Classe di spessore da adottare, in base alla PFA (calcolata, assegnato lo spessore di parete, con la formula sopra citata) ed altre valutazioni progettuali al contorno (es. carichi dinamici).

RIVESTIMENTI STANDARD

I tipi di rivestimenti accettati in condizioni standard (ambiente non aggressivo) sono:

- **rivestimento esterno di lega Zinco-Alluminio**, omogenea, di tipo monofasico (percentuale di Zn: tra 80-90 %; percentuale di Al: 10-20 %) con massa minima pari a 400 g/m², con strato di finitura (resina sintetica compatibile con la lega di zinco) avente spessore medio non minore di 70 µm, con un minimo locale di 50 µm;
- **rivestimento interno di malta cementizia d'altoforno**, conforme alla norma UNI ISO 4179. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla norma EN 197-1 (che impone la marcatura CE) ed alla Direttiva 98/83/CE (che prevede che l'impasto sia realizzato con acqua potabile, oltre che gli eventuali additivi che non alterino le caratteristiche qualitative dell'acqua potabile), entrambe citate nella norma di riferimento EN 545. Il rivestimento interno di malta cementizia, sull'intera superficie interna del tubo,

deve presentarsi liscio ed uniforme; a tal proposito la tabella 9 del paragrafo 4.5.3.3 della EN 545 indica, per ciascun diametro nominale, i seguenti spessori di rivestimento e difetti locali ammissibili:

S = 4,0 mm per DN da 40 a 300 mm (tolleranza: -1,5);

S = 5,0 mm per DN da 350 a 600 mm (tolleranza: -2,0);

S = 6,0 mm per DN da 700 a 1200 mm (tolleranza: -2,5);

S = 9,0 mm per DN da 1400 a 2000 mm (tolleranza: -3,0).

Secondo la stessa tabella, per i rivestimenti asciutti sono ammesse crepe e spostamenti radiali delle dimensioni limite opportunamente specificate per fascia di diametro.

per DN da 40 a 300 mm (tolleranza: 0,4);

per DN da 350 a 600 mm (tolleranza: 0,5);

per DN da 700 a 1200 mm (tolleranza: 0,6);

per DN da 1400 a 2000 mm (tolleranza: 0,8).

Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere devono essere rivestite, in accordo con la UNI EN 545, con vernice epossidica (con eventuale sottofondo in zinco) secondo UNI EN 14901.

Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901.

Il Direttore dei Lavori deve assicurarsi, pena il rifiuto della fornitura, che:

- la tipologia di rivestimenti interni ed esterni utilizzati sia attestata attraverso specifica menzione nella Certificazione di Prodotto (o suoi allegati), rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, relativa ai tubi/raccordi sui quali tali rivestimenti vengono applicati;
- nella suddetta Certificazione siano esplicitamente richiamate, oltre alle tipologie di rivestimento, le relative, vigenti, norme di riferimento;
- esista apposita dichiarazione del produttore che attesti che i rivestimenti in malta cementizia siano conformi alle prescrizioni tecniche indicate nelle norme UNI EN 545 e UNI EN 197-1 e nella Direttiva europea 98/83/CE;
- i rivestimenti ricoprano le superfici del tubo con uno strato continuo ed uniforme, abbiano un aspetto liscio e regolare, siano esenti da difetti, quali zone di scarsa aderenza o assenza di rivestimento;
- eventuali prove chimico-fisiche, commissionate dalla stazione appaltante ed effettuate presso Laboratorio terzo accreditato secondo UNI EN ISO/IEC 17025, abbiano dimostrato l'assoluta conformità dei rivestimenti alle vigenti normative di riferimento.

GIUNZIONI

Il giunto generalmente utilizzato è quello di tipo elastico, realizzato secondo le prescrizioni stabilite dalla norma UNI EN 9163 (tipo elastico automatico) oppure secondo le prescrizioni indicate nella norma DIN 28603 (tipo Tyton).

Nei casi in cui le caratteristiche del territorio (es. zone soggetti a cedimenti) e/o le condizioni di posa (es. pendenze elevate) e/o le pressioni previste in condotta possano far ipotizzare degli sfilamenti di giunto, può essere adoperato il giunto elastico del tipo “a serraggio meccanico”, realizzato secondo la norma UNI 9164 o il giunto cosiddetto “anti-sfilamento”, che può essere del tipo “Vi” (semplice, generalmente per $PN \leq 10$ bar) oppure “Ve” (con doppia camera, generalmente per $PN > 10$ bar). In tali casi, possono anche essere utilizzati giunti flangiati, con flange secondo UNI EN 1092-2 e UNI EN 545.

GUARNIZIONI ELASTOMERICHE

I requisiti dei materiali elastomerici e le prove di controllo sono prescritti dalla norma UNI EN 681-1 e successivi aggiornamenti. L'accettazione delle guarnizioni è subordinata all'esibizione di certificazione ufficiale relativa alle prove di migrazione secondo quanto previsto dal Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute.

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.

Le guarnizioni devono riportare le seguenti marcature previste dalla norma EN 681-1:

- la dimensione nominale;
- l'identificazione del fabbricante;
- il numero della norma EN 681-1, con il tipo di applicazione (WA) e la classe di durezza;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione;
- l'indicazione abbreviata della gomma (per esempio EPDM).

MARCATURE DI TUBI E RACCORDI

I tubi e i raccordi devono riportare almeno le seguenti informazioni:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- la designazione della ghisa sferoidale;
- il diametro nominale;
- per le flange, la classificazione secondo la PN;

- il riferimento alla norma UNI EN 545;
- classe di pressione.

I primi cinque dati di marcatura sopra elencati devono essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto, oppure stampati a freddo; gli altri due dati di marcatura possono essere applicati anche con verniciatura sul getto oppure fissati all'imballaggio.

ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI – CERTIFICAZIONI E DICHIARAZIONI

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, oltre ad effettuare le opportune verifiche visive e dimensionali, deve accertare che ciascuna fornitura sia corredata dalla seguente documentazione:

- *Certificazione di conformità del sistema qualità aziendale:* La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma UNI EN ISO 9001 (relativamente alla produzione di tubi e raccordi di acciaio), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.
- *Certificazione di conformità del sistema di gestione ambientale (solo su richiesta della D.L.):* La Ditta produttrice deve possedere un *Sistema di Gestione Ambientale* conforme alla UNI EN ISO 14001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021.
- *Certificazione di conformità dei prodotti:* certificazione, rilasciata alla Ditta produttrice da un Organismo terzo accreditato secondo la norma ISO/IEC 17065, che attesta che le tubazioni e i raccordi sono conformi ai requisiti della vigente norma UNI EN 545.
- *Certificato di collaudo:* Certificazione del tipo 3.1 conforme alla norma UNI EN 10204, rilasciata dai produttori dei materiali riportante i controlli e le prove di cui al presente disciplinare e alla norma UNI EN 545 effettuate sui tubi e sui raccordi.
- *Certificato di collaudo sui giunti:* Certificazione, rilasciata da Organismo terzo accreditato secondo la norma EN ISO 17065, che attesti l'esecuzione delle prove di prestazione sui giunti elastici secondo le prescrizioni di cui ai punti 5 e 7 della norma UNI EN 545.
- *Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute:* Dichiarazione rilasciata da Laboratori terzi accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, relativa ai rivestimenti interni, agli elastomeri e in generale a tutti i materiali che devono entrare in contatto con l'acqua potabile.
- *Dichiarazione di prestazione,* a firma del produttore del cemento utilizzato per il rivestimento interno, che attesti la sua conformità alla norma EN 197-1 ed al Regolamento Europeo 305/2011.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione Lavori sottoporre a prove uno o più campioni, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alle norme di riferimento e al presente disciplinare tecnico.

Art. 6.5 - Collaudo delle condotte

Generalità

Tutte le condotte e le opere d'arte connesse dovranno essere impermeabili alla penetrazione delle acque dall'esterno ed alla fuoriuscita dall'interno nelle previste condizioni di esercizio. Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta secondo le prescrizioni della tabella che segue. Le pressioni di collaudo in campo, p_c , per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio p_E : esse dovranno comunque risultare $p_c = 1.5 p_E$, sempreché detto valore risulti superiore a $p_E + 2$ (kgf/cm²), valore limite inferiore per le pressioni p_c . Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiore a m 0,50 circa.

Materiale	Prova di riferimento	Modalità di prova	Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento
Acciaio saldato e non saldato	Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione Prova di schiacciamento o comportamento del materiale a flessione	UNI 6363/84 par. 9.7.1 UNI 6363/84 tubi saldati par. 9.7.5/6 tubi senza saldatura par. 9.7.7	

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

Se durante una prova di collaudo si dovessero riscontrare delle perdite superiori a quelle previste dalle relative norme, la prova dovrà essere interrotta e ripetuta dopo che l'Impresa avrà proceduto alle necessarie riparazioni che potranno anche consistere in un rivestimento in calcestruzzo o in sigillature profonde con materiali resistenti alla corrosione e di sicura adesione, da approvarsi dalla Direzione Lavori. In caso di più gravi difetti potrà essere richiesta la sostituzione dei tubi. Quando una prova per riuscire favorevole richiedesse le suddette riparazioni, la Direzione lavori ordinerà la seconda prova su altro tronco dello stesso diametro e nel caso che anche per questo non si verificasse la tenuta, l'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a sigillare indistintamente tutti i giunti della condotta dello stesso diametro con i procedimenti di cui sopra, salvo poi un nuovo collaudo su tronchi scelti dalla Direzione lavori.

Collaudo con acqua

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della condotta, deve inoltre essere eseguito a scavo aperto per consentire l'ispezione visiva del tratto sottoposto a collaudo: Le metodologie previste per la verifica di tenuta idraulica in opera nel caso del PE devono tenere conto del comportamento visco-elastico del materiale.

Procedimento:

Il collaudo dovrà essere eseguito in conformità al progetto e alla norma UNI 11149 per le tubazioni in polietilene, alla normativa UNI EN 1610 per le tubazioni in calcestruzzo, e alla normativa DIN 4033 per le tubazioni in grès ceramico. La condotta sarà sottoposta a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione pari ad 1.5 volte la pressione di esercizio, con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla D.L. e comunque conforme alle previsioni dell'art. 3.10 del Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985. La prova eseguita a giunti scoperti verrà considerata positiva in base alle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dalla contemporanea verifica di tenuta di ogni singolo giunto. La medesima prova verrà quindi ripetuta dopo il completo rinterro delle tubazioni sulla base delle risultanze del grafico del manometro. La prova a giunti scoperti avrà durata di 8 ore e la seconda, dopo rinterro, durerà 4 ore. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo. I verbali, i dischi con i grafici del manometro, eventuali disegni illustrativi inerenti le prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse. L'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flange cieche di chiusura, pompe, manometri registratori

con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. L'acqua da usarsi dovrà rispondere a requisiti di potabilità, di cui dovrà essere fornita opportuna documentazione, e la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà vietare all'Impresa l'uso di acqua che non ritenga idonea. Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia stato l'esito. Dopo l'esito positivo delle prove, sia le condotte che le vasche o serbatoi, dovranno essere tenuti pieni a cura e spese dell'Impresa fino a fine collaudo.

In alternativa un procedimento particolare è descritto nella norma UNI EN 805; tale procedimento comprende le fasi:

- preliminare
- prova di perdita di carico integrata
- prova principale

preliminare: durante la fase preliminare vengono create le condizioni per una esecuzione appropriata alla prova principale e una conseguente corretta lettura dei dati ottenuti:

la tubazione è sciacquata, è sfiatata (la presenza di aria deve essere evitata) e riempita di acqua a pressione atmosferica. Segue un periodo di riposo di almeno 60 minuti.

Aumentare la pressione rapidamente (meno di 10 minuti) fino alla pressione di prova e mantenerla per 30 minuti mediante pompaggio continuo, in questo periodo deve essere ispezionato il tratto di condotta interessato al collaudo per l'eventuale individuazione di perdite evidenti.

Interrompere il pompaggio per un'ora (durante questo periodo si verifica una perdita di pressione per effetto della deformazione plastica);

Misurare la pressione residua al termine di questo periodo.

L'esito della fase preliminare è considerato positivo se la perdita di pressione misurate è inferiore o uguale al 30% della pressione di prova.

Prova di perdita di carico integrata:

Diminuire rapidamente la pressione rimasta al termine della fase preliminare di un ulteriore 10% - 15% della pressione di prova iniziale, mediante scarico dell'acqua;

Misurare il volume di acqua rimosso ΔV con la massima precisione possibile;

Calcolare la perdita d'acqua ammissibile ΔV_{max} con la seguente formula:

$$\Delta V_{max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot (1/E_w + D/(e \cdot E_r)) \quad \text{dove:}$$

$$\Delta V_{max} = \text{perdita d'acqua ammissibile [l]}$$

$$V = \text{volume in litri della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova [l]}$$

$$P = \text{perdita di pressione [kPa]}$$

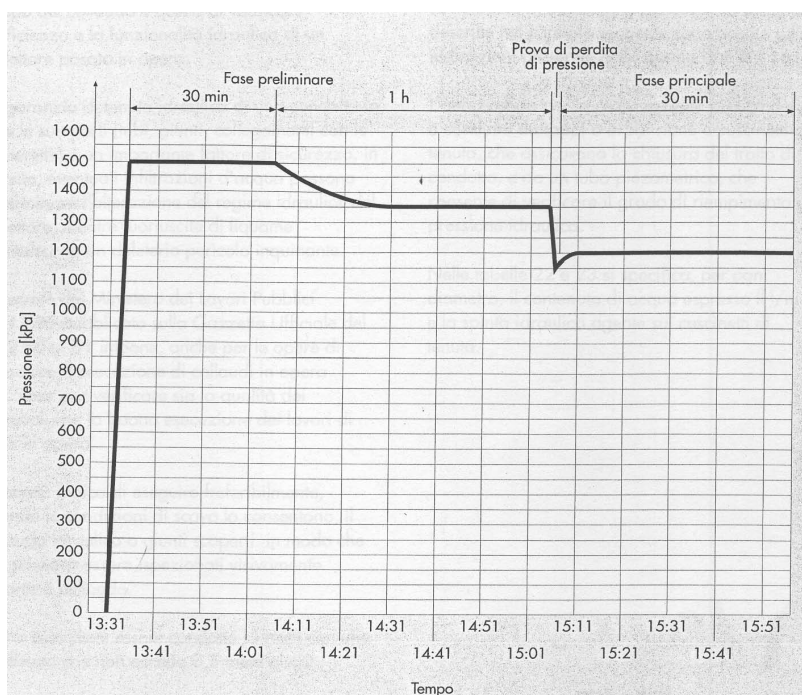
$$D = \text{diametro interno dei tubi [m]}$$

$$E_w = \text{modulo di elasticità dell'acqua} = 2\,000\,000 \text{ kPa}$$

e = spessore del tubo [m]

E_r = modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale [kPa] pari per il PE a 1.000.000 kPa Controllare che $\Delta V \leq \Delta V_{max}$

Prova principale: la rapida perdita di pressione provocata nella prova di perdita di pressione produce una contrazione nella tubazione, interrotto lo scarico dell'acqua la contrazione deve innescare un aumento della pressione evidenziabile con la registrazione frequente per 30 minuti dei valori di pressione (vedi grafico).



L'esito del collaudo è considerato positivo quando la curva della pressione nella fase principale mostra una tendenza all'aumento, in caso contrario esiste una perdita all'interno del sistema che deve essere cercata e riparata.

E' importante che la prova si esegua quanto possibile in condizioni di temperatura controllata (normalmente 12 – 15°C) poiché la temperatura influenza notevolmente i parametri coinvolti in questo collaudo.

Collaudo con aria

Nel caso di collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione del metodo con aria non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova; nel caso in cui la prova ad aria non venga superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova ad acqua e solo il risultato di questa sarà decisivo. I tempi di prova per

le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camerette di ispezioni sono indicati in tabella in base alla dimensione del tubo e ai metodi di prova (LA, LB, LC, LD); per il collaudo di pozzetti e camere di ispezione si può usare un tempo di prova un tempo di prova pari alla metà di quello per una tubazione di diametro equivalente.

Materiale	Metodo di collaudo	p_0^{**} Δp		Tempo di prova min						
		mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1 000
Tubi di calcestruzzo non impregnato	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valori di K_p^{**}				0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
Valori di K_p^{**}				0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

*) Pressione superiore alla pressione atmosferica

**) $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{p_0}{p_0 - \Delta p}$

Per tubi di calcestruzzo non impregnato $K_p = \frac{16}{DN}$ con massimo 0,058.

Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali $K_p = \frac{12}{DN}$ con massimo 0,058.

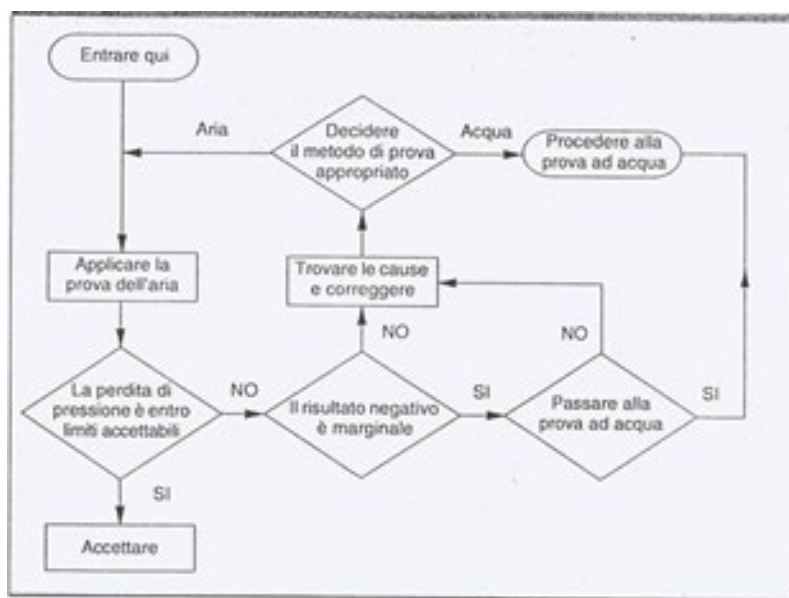
Con t arrotondato al mezzo minuto più vicino quando $t \leq 5$ min, al minuto più vicino quando $t > 5$ min.

$\ln = \log_e$

In primo luogo si deve mantenere per circa 5 minuti una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta, p_0 . Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata in tabella e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC, LD. Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del Δp indicato la tubazione è conforme. L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire la misura del Δp con una precisione del 10%; la precisione del tempo deve essere di 5 s.

In primo luogo si deve mantenere per circa 5 minuti una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta, p_0 . Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata in tabella e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC, LD. Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del Δp indicato la tubazione è conforme. L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire la misura del Δp con una precisione del 10%; la precisione del tempo

Deve essere di 5 s.



Art. 6.6 - Forometrie a tenuta idraulica

Realizzazione di forometria a tenuta idraulica da eseguirsi prima dei getti per il passaggio tubazioni idrauliche di qualsiasi diametro costituita da raccordo lamiera in acciaio sp. mm 8 con briglia antinfiltrazione in acciaio sp. mm 10, giunto bentonitico idroespansivo, corona in polistirene o equivalente e saldatura finale.

Art. 6.7 - Valvole di intercettazione a saracinesca a cuneo gommato

Le valvole a saracinesca a cuneo gommato dovranno essere idonee per l'utilizzo in impianti di approvvigionamento idrico, conformi alle norme di progetto EN 1074-1, EN 1074-2, EN 1171.

Esse dovranno avere il corpo, il coperchio e il cuneo in ghisa sferoidale EN-GJS-400, corpo piatto e vite interna, volantino in ghisa sferoidale, cuneo rivestito in elastomero EPDM, rivestimento epossidico atossico alimentare conforme al D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78), albero in acciaio inox, madrevite in bronzo, attacchi flangiati e forati secondo UNI EN 1092-1, PN10/16.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche dovrà funzionare per temperature minori o uguali a 70°, pressione massima di esercizio di PN16.

I collaudi dovranno essere a norma della EN 12266.

Le valvole dovranno essere marcate CE e fornite unitamente alla dichiarazione di prestazione e dei certificati di prova eseguiti.

Sul corpo delle valvole dovranno essere riportate in modo leggibile e indelebile, le seguenti informazioni:

- nome del produttore;
- diametro nominale DN;
- pressione nominale PN;
- sigla del materiale con cui è costituito il corpo

Il Direttore Lavori può richiedere ulteriori informazioni.

Tutte le apparecchiature dovranno essere conservate in cantiere, in idonei imballaggi protettivi, fino all'esecuzione del montaggio.

Art. 6.8 - Attuatori per valvole

Le valvole per le quali è prevista la motorizzazione saranno dotate di attuatore elettrico multigiro con interfaccia seriale profibus DP, dimensionato per le pressioni di esercizio, completo di:

- motore elettrico: trifase a gabbia di scoiattolo, ad alta coppia di spunto e bassissima inerzia;
- protezione termostatica: incorporata, realizzata a mezzo di tre pastiglie bimetalliche, in serie tra loro con i terminali riportati in morsettiera;
- isolamento: classe F tropicalizzata;
- alimentazione: 400V - 3 - 50 Hz e 24 Vdc per circuiti ausiliari;
- servizio: S2 - 15 min;
- tempo reale di manovra della valvola da concordare con la DL in relazione all'impiego, con un minimo da garantire per le valvole di linea principale in movimentazione continua, non inferiore a 180 secondi sino a DN200, 280 secondi da DN250 a DN500 e 400 secondi per DN600 ed oltre;
- comando manuale di emergenza a volantino con leva di innesto e dispositivo automatico di disinnesto;
- resistenza anticondensa (5 - 20 W) alimentata internamente a 24 V;
- protezione stagna al getto di manichetta IP 67 in accordo EN 60529;
- temperatura di esercizio: -25°C/+70 °C;
- verniciatura protettiva classe KN con colore grigio-argento (RAL 9007);
- presa multirapida di collegamento a pluriconnettori maschio/femmina e coperchio con tre imbocchi cavo (2xM25x1,5 e 4xM20x1,5);

La relativa unità di controllo integrale sarà del tipo a microprocessore con scheda di interfaccia seriale PROFIBUS-DP-V0, completa di:

- correttore automatico della sequenza fasi;
- unità di inversione statica a tiristori;
- tensione di uscita 24VCC max 100mA galvanicamente isolata;

- due ingressi analogici 0/4-20 mA;
- quattro ingressi digitali 24V;
- alimentazione esterna a 24Vdc per circuiti ausiliari;
- scheda di interfaccia ridondata PROFIBUS-DP-V0 in accordo alle EN50170;
- selettore di posizione non intrusivo locale/off/remoto lucchettabile in ciascuna posizione;
- pulsantiera locale non intrusiva con pulsanti Apri-Stop-Chiudi-Reset e 5 led di indicazione rispettivamente per chiusura (giallo), anomalia coppia chiusura (rosso), intervento termico motore (rosso), anomalia coppia apertura (rosso), indicazione apertura (verde);
- display a cristalli liquidi (4x20 caratteri) per indicazione parametri di programmazione del microprocessore e visualizzazione dati memorizzati;
- funzione di targhetta elettronica;
- taratura/parametrizzazione tramite pulsantiera locale e display di visualizzazione (con password di protezione), ed inoltre predisposta per software di programmazione.

L'Unità di controllo, a taratura non intrusiva MWG ad encoder assoluti, interagirà con l'attuatore per le funzioni di:

- fine corsa per le posizioni di aperto e chiuso;
- limitatore di coppia per apertura e chiusura;
- trasmettitore di posizione;
- funzione di segnalazioni intermedie.

Art. 6.9 - Giunti di smontaggio a soffietto

I giunti di smontaggio a soffietto sono dei compensatori assiali di ingombro molto ridotto che si utilizzano per agevolare il montaggio e la manutenzione delle apparecchiature idrauliche (specie di grande dimensione) in cantiere.

Giunti di smontaggio a soffietto metallico a parete multipla con flange UNI PN 10 in AISI 316L

Tipo con convogliatore interno, con tiranti per la spinta di fondo e lo smontaggio.

Materiali:

- Soffietto ASTM A 240 Type 316 L
- Flange - UNI PN 10 in AISI 316 L
- Tiranti smontaggio. In AISI 316L
- Movimento assiale in compressione - 15 mm
- Pressione nominale 10 bar

I giunti dovranno soddisfare le condizioni di prova e di esercizio secondo la normativa UNI 1284 con flange di attacco forate e lavorate secondo le norme UNI 1092:1, PFA 10 bar.

Saranno del tipo a soffietto da comprimere prima dell'impiego per facilitare le operazioni di smontaggio e montaggio delle valvole.

Normalmente per gli accoppiamenti si fa uso di flange a collare in acciaio al carbonio con dimensioni e foratura secondo norme.

La bulloneria di serraggio utilizzata sarà a vite a testa esagonale con dato di serraggio e gambo parzialmente filettato secondo norme UNI ed eventuale uso di rosette. Questa sarà sottoposta a un trattamento di zincatura a caldo con un deposito minimo di circa 150 microns.

Ad accoppiamento serrato la lunghezza sporgente del gambo filettato non dovrà superare i 10 mm.

Le guarnizioni sono utilizzate per garantire la tenuta idraulica delle connessioni flangiate. Circolari, in non amianto (gomma rinforzata tipo SF 19-28 - Kevlar, etc) e certificate per il contatto con fluidi alimentari secondo il D.M. 174/2004.

Art. 6.10 - Idrovalvole

Le idrovalvole devono essere utilizzate, all'interno delle Postazioni di Monitoraggio e Controllo, per la modulazione e stabilizzazione della pressione di valle, indipendentemente dalle variazioni di pressione di monte o dalle richieste di portata. Possono essere usate anche nel caso sia necessario sostenere la pressione a monte di una data sezione della rete. Le idrovalvole devono essere conformi a quanto previsto dalle norme UNI EN 1074-1 e UNI EN 1074-5 che indicano le caratteristiche tecniche generali, le marcature e le prove in fabbrica relative alle valvole in generale (parte 1a) ed alle valvole di regolazione in particolare (parte 5a); La regolazione avviene mediante uno o più "pilotti" di controllo, a seconda delle esigenze di esercizio, ossia a seconda del numero e del tipo di regolazioni necessarie. Il funzionamento è totalmente idraulico ed automatico, salvo casi particolari (più di 2-3 regolazioni), nei quali può essere conveniente, ai fini dell'efficacia delle regolazioni, prevedere l'assistenza di dispositivi elettrici o elettronici.

Le idrovalvole devono possedere le seguenti caratteristiche tecniche generali:

- corpo e coperchio realizzati in ghisa sferoidale, almeno del tipo EN GJS 400-15 secondo la norma UNI EN 1563;
- albero o stelo acciaio inossidabile, almeno AISI 303;
- sede in acciaio inossidabile austenitico AISI 316 o in bronzo secondo la norma UNI EN 1982;
- disco otturatore in acciaio inossidabile AISI 316;
- tenuta dell'albero e dell'otturatore garantita da guarnizioni elastomeriche in EPDM o NBR atossico o altro materiale equivalente compatibile con l'uso potabile;

- molla dell'otturatore in acciaio inossidabile AISI 302 o equivalente;
- membrana in EPDM, NBR atossico o altro materiale equivalente compatibile con l'uso potabile;
- corpo del dispositivo di regolazione o "circuito pilota in acciaio inossidabile almeno AISI 304;
- rivestimento protettivo in resina epossidica di spessore minimo pari a 250 micron;
- flange conformi alla norma UNI EN 1092-2;
- circuiteria in acciaio inossidabile, con filtro ad alta capacità, con diametri di passaggio non inferiori a 3/8". Per valvole aventi diametri superiori a 250 mm il passaggio sarà 1/2". Valvole a sfera, valvole a spillo, filtrini, ecc. vanno forniti separatamente e non saranno mai conglobati in un unico elemento, in modo da facilitare e semplificare eventuali operazioni di manutenzione. La circuiteria deve essere realizzata in modo da consentire la manutenzione della stessa senza interrompere il flusso e bloccare la valvola nella sua ultima posizione (aperta, chiusa od in regolazione);
- sezioni di passaggio pari al diametro della valvola (valvola a passaggio totale);
- pressione nominale: almeno PN 16. Tutte le necessarie operazioni di manutenzione e riparazione devono essere possibili senza rimuovere il corpo dalla linea, ma semplicemente estraendo verticalmente l'otturatore. +

Le valvole devono essere munite di due manometri. Ogni manometro deve essere corredato di valvola porta-manometro per la verifica della pressione e la messa a riposo. I manometri devono essere posti in prossimità delle flange. A monte di ogni idrovalvola è sempre opportuno collocare un filtro a Y che possa trattenere eventuali corpi solidi. Per le attività di memorizzazione e trasmissione dei dati di misura in remoto e le attività di controllo e regolazione da remoto, devono ordinariamente essere previste idonee unità PLC e/o RTU settate in modo tale da poter comunicare con il sistema informativo centrale di supervisione e telecontrollo aziendale.

Art. 6.11 - Valvole a fuso

La valvola a fuso è una valvola di regolazione che, mediante lo scorrimento assiale di un otturatore azionato da un meccanismo tipo biella-manovella, consente la parzializzazione della portata. Le valvole a fuso devono essere conformi a quanto previsto dalle norme UNI EN 1074-1 e UNI EN 1074-5 che indicano le caratteristiche tecniche generali, le marcature e le prove in fabbrica relative alle valvole in generale (parte 1a) ed alle valvole di regolazione in particolare (parte 5a); "Disciplinare Tecnico di fornitura di idro-valvole" redatto a cura di Acquedotto Pugliese. Questa tipologia di valvola è azionata mediante un attuatore elettrico ed è dotata di unità di controllo. La valvola di base deve possedere le seguenti principali caratteristiche tecniche: - corpo in ghisa sferoidale, almeno del tipo GJS 400-15 secondo la norma UNI EN 1563; - albero di manovra in acciaio inossidabile AISI 420; - otturatore a

pistone di acciaio inossidabile AISI 304, guidato da minimo n 4 pattini-guida del corpo realizzati in bronzo; - collegamento tra otturatore e albero tramite sistema rigido del tipo biella-manovella costituito da uno stelo in acciaio inossidabile AISI 420, a sua volta collegato ad un glifo in ghisa sferoidale, del tipo GS 500-7 secondo la norma UNI EN 1563; - tenuta tra corpo e otturatore garantita da una o più guarnizioni del tipo O-Ring realizzata in EPDM o NBR atossico, con sede di tenuta in acciaio inossidabile AISI 304; - tenuta tra albero e corpo garantita da una o più guarnizioni del tipo O-Ring realizzata in EPDM o NBR atossico o altro materiale simile per uso potabile; - boccola auto-lubrificante in bronzo del tipo CuSn5Zn5Pb5 secondo la norma UNI EN 1982, per lo scorrimento agevole dell'albero; - eventuale diffusore di ghisa sferoidale, del tipo GS 500-7 secondo la norma UNI EN 1563; - eventuale cestello anti-cavitazione in acciaio inossidabile AISI 304; - rivestimento protettivo in resina epossidica di spessore minimo pari a 250 micron; - flange conformi alla norma UNI EN1092-2; - attacco del gruppo di comando conforme alle norme ISO 5210 e ISO 5211; - volantino di manovra in acciaio al carbonio stampato rivestito con vernice protettiva. L'attuatore elettrico deve essere del tipo multi-giro ad azionamento diretto e/o combinato con riduttore e deve poter essere azionato elettricamente sia localmente che a distanza. Esso deve includere: motore, cassa ingranaggi, volantino manuale, boccola di trascinamento, gruppo di controllo per arresto per coppia e/o fine corsa, contatti per segnalazione a distanza, unità di controllo completa di unità tele-invertitrice, pannello di comando locale, selettore per la predisposizione ai comandi remoto/locale/escluso, indicatore locale di posizione e morsettiera di cablaggio in esecuzione a doppia tenuta stagna IP68. Per le attività di controllo e regolazione da remoto, deve essere prevista idonea unità PLC (ved. paragrafo 2.8 del presente documento), settata in modo tale da poter comunicare con il sistema informativo centrale di supervisione e telecontrollo aziendale.

Art. 6.12 - Misuratori di portata elettromagnetici

Misuratori di portata elettromagnetici con elettronica separata dall'elemento primario per misure di portata bidirezionali.

Le caratteristiche richieste sono le seguenti:

- assoluta stabilità di zero, nessuna regolazione di zero, nemmeno in fase di avvio.
- consumo di energia <15VA. Il campo magnetico caratterizzato non omogeneo, deve garantire una misura precisa indipendentemente dal profilo delle velocità del fluido
- Circuiti stampati realizzati con tecnologia

SMD Elemento primario

- materiale flange: acciaio al carbonio zincato per DN 20 ... 1000 acciaio AISI 315 TI DN 10, 15
- rivestimento interno certificato per acque potabili; lining in gomma dura ed elettrodi di misura

- e riferimento di acciaio INOX AISI 316 e mescola conducibile
- elettrodi n°2 di misura + n°1 per riferimento di terra
 - accuratezza +/- 0.5% valore misurato con emissione di certificato di taratura in 1 punto di misura, su banco idraulico accreditato da P.T.B.
 - conducibilità superiore a 5µS/cm
 - grado di protezione IP67
 - campo di temperatura del fluido -20...90 C° gomma dura Trasmettitore
 - installazione a pannello (96x96)
 - indicatore retro illuminato a 32 caratteri alfanumerici (16 per linea) con indicazione di portate bidirezionali in lingua italiana; Q istantanea visualizzabile in %, mA, unità ingegneristica
 - Configurabile senza aprire la custodia a tasti magnetici
 - fondo scala programmabile da 0.5 a 10 m/sec
 - uscita analogica 0/4-20 mA carico max 600 ohm
 - uscite digitali n.1 optoisolato passivo per totalizzazione esterna
 - n.1 optoisolato passivo per segnalazione anomalia
 - ingresso digitale n.1 optoisolato passivo reset totalizzatore, taratura di "0"
 - segnali uscita/ingresso separati galvanicamente
 - connessioni elettriche M 20 x 1.5, con pressacavo PG 13.5
 - Alimentazione elettrica 85 ... 253 V a.c. 50 Hz
 - Cavo speciale: compreso da 10mt.

Art. 6.13 - Misuratore di portata senza la necessità di tratti rettilinei di calma a monte e a valle in versione compatta:

- corpo del sensore e flange in acciaio AISI 304 o altra lega metallica trattata con resina epossidica adatta alla posa interrata e con rivestimento interno in materiale sintetico atossico adatto al fluido misurato;
- estremità del sensore flangiata a norme UNI EN 1092-1 e s.m.i.;
- alimentazione a batteria con durata di 5 anni (con campionamento ogni 15 secondi e due cicli di collegamento giornalieri per l'invio dei dati);
- batteria di alimentazione di tipologia standard reperibile nei normali circuiti di vendita e sostituibili dall'utente;
- corpo del sensore di diametro compreso tra DN 50 e DN 300;
- pressione nominale 16 Bar;
- classe di protezione \geq IP 68;

- elettrodi in AISI 316L o Hastelloy C;
- conformità di tutte le parti a contatto con l'acqua al DM 174 e s.m.i.;
- portata di esercizio variabile;
- errore di misura massimo ammesso:
 - $\leq \pm 0,5 \%$ del valore misurato con velocità del fluido $\geq 0,5$ m/s;
- perdita di carico $\leq 0,1$ bar con velocità del fluido uguale a 3,0 m/s;
- range di temperatura: del fluido misurato $0 \dots + 30^{\circ}\text{C}$., dell'ambiente $-10 \dots \geq + 50^{\circ}\text{C}$;
- installazione del sensore in qualsiasi posizione garantendo sempre l'errore massimo di misura ammesso e senza necessità di alcun tratto rettilineo di calma a monte e a valle;
- targhetta identificativa indelebile riportante nome o marchio commerciale, modello, numero seriale o matricola, diametro, pressione nominale e marchio CE (Comunità europea);
- convertitore/trasmittitore di segnale abbinato al sensore di misura con custodia in metallo o altro materiale adeguato alle condizioni di funzionamento;
- classe di protezione $\geq \text{IP68}$;
- display a cristalli liquidi retroilluminato con possibilità di programmazione locale guidata in lingua italiana;
- unità ingegneristiche programmabili su display l/s, m³/h, m³;
- controlli diagnostici di funzionamento della misura (es. tubo vuoto/pieno, presenza aria, stabilità bobine, ecc.);
- gestione della bi-direzionalità del flusso con la totalizzazione separata dei due flussi;
- uscite impulsive con frequenza e peso dell'impulso programmabili;
- uscita con protocollo di comunicazione Modbus RS485 per tutte le misure comprese le totalizzazioni e la diagnostica;
- tutti i connettori dovranno essere di tipologia MIL;
- connessione tramite protocollo di comunicazione Modbus RS485 per la trasmissione di tutti i parametri misurati (diagnostica compresa) con apparecchiature autoalimentate Lacroix – Sofrel (in uso da *Acqua*) modello DL4W LS-Flow o DL4W Open SensorLP.

CAPO 7 - ALTRE OPERE E MATERIALI

Art. 7.1 - Materiali ferrosi e putrelle

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Essi dovranno soddisfare tutte le prescrizioni contenute del D.M 14/09/2005 ed essere conformi alla norma UNI 10121.

In particolare:

- i cancelli e le piantane per recinzione saranno in acciaio conformi rispettivamente alle norme UNI 13241 e UNI 10147;
- gli acciai per profilati metallici a C, L, I, T, doppio T, tipo IPE, HE e similari saranno conformi alle norme UNI 5397:1978 e UNI 5398:1978.

Art. 7.2 - Strutture in acciaio

Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica», dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», dalle Circolari e dai Decreti Ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate.

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della direzione dei lavori:

- a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
- b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da attestato di controllo e dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le normative vigenti.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza al Capitolato prestazionale degli elementi tecnici strutturali alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali

tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura.

Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 27 luglio 1985 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

Controlli in corso di lavorazione

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

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta

superiore al diametro sopraccitato, si dovra' procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovra' risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per le unioni con bulloni, l'impresa effettuera', alla presenza della direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni. L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovra' essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Capitolato prestazionale degli elementi tecnici strutturali

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa e' tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare: per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua; per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopasso di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc...; per le interferenze con i servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Prove di carico e collaudo statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verra' eseguita da parte della direzione dei lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformita' ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procedera' quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086171.

Art. 7.3 - Opere di carpenteria metallica

Le opere di carpenteria metallica per la copertura di botole e pozzetti saranno realizzate con lamiera in acciaio zincato con spessore di 5 mm e 6 mm, sotto stria.

Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico.

Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a L opportunamente zincati ai bordi delle aperture.

Il prezzo applicato comprende tutti gli oneri sopra descritti per dare l'opera finita.

Ogni parte dei vari impianti oggetto della fornitura, dovrà essere nuova, della migliore qualità e adatta, in relazione alle prestazioni richieste, alle condizioni climatiche del sito ed agli standard vigenti. In particolare l'Impresa Appaltatrice dovrà osservare le seguenti prescrizioni; eventuali deroghe dovranno essere adeguatamente motivate.

Metodi di giunzione

Tutti i bulloni, viti e rondelle per il fissaggio di macchine saranno in acciaio inossidabile o in acciaio cadmiato. I bulloni destinati all'assemblaggio di parti in acciaio inossidabile o in alluminio saranno in acciaio inossidabile e non richiederanno verniciatura protettiva.

I tirafondi di fondazione ed i relativi dadi e rondelle, saranno in acciaio zincato e verniciati dopo il montaggio. Le teste delle viti ed i dadi saranno tutti a tipo esagonale secondo le norme ISO; dopo il serraggio le viti dovranno sporgere dai dadi non più di mezzo diametro.

Le viti di uso corrente saranno in acciaio 5.8 mentre quelle per giunzioni di forza saranno in acciaio 8.8; i dadi saranno generalmente in acciaio di una classe inferiore a quella delle viti. Non sono ammesse giunzioni per chiodatura.

Le saldature saranno in accordo con le prescrizioni dell'Istituto Italiano della saldatura e con i procedimenti delle norme UNI 10011. Di norma dovranno essere evitate saldature di parti in acciaio inossidabile; qualora esse si rendessero indispensabili le superfici dovranno essere adeguatamente protette ad evitare formazioni di ruggine sulle superfici stesse.

Tubazioni in acciaio al carbonio

Le prescrizioni riportate nel seguito riguardano in linea generale i tubi in acciaio al carbonio destinati al trasporto di acqua, liquami e scarichi in genere.

I tubi da utilizzare saranno in acciaio e saranno rispondenti alle norme UNI 6363 - 6/84, FA199-86 per tubazioni realizzate senza saldatura ed alle norme UNI 7091/72 FA 93-82 per tubazioni saldate.

Per le tubazioni in acciaio al carbonio, gli spessori minimi di parete (s) saranno i seguenti (valori in mm):

DN	(s)	DN	(s)	DN	(s)
25	3,2	150	4,5	600	6,3
32	3,2	200	5,9	700	8,0

40	3,2	250	6,3	800	8,0
50	2,9	300	7,1	900	10,0
65	2,9	350	8,0	1.000	10,0
80	3,2	400	8,8	1.200	11,0
100	3,6	450	6,3	1.500	11,0
125	4,0	500	6,3		

I tubi potranno essere collegati tra di loro o con altri elementi delle tubazioni mediante:

- saldatura di testa;
- giunzione a flange.

Tipi in acciaio

I tubi dovranno essere in acciaio non legato, tipo Fe 35 per tubazioni senza saldature e tipo Fe 42 per tubazioni realizzate con saldatura.

Tolleranze

Gli spessori dei tubi saranno compresi entro i seguenti limiti di tolleranza: $12,5 \div 15\%$; per i diametri esterni dei tubi saranno ammesse scostamenti entro il limite di tolleranza $\leq 1,5\%$; la tolleranza ammessa sul peso sarà del $\pm 10\%$.

Superficie

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego. Sono ammessi, tuttavia, leggeri aumenti o diminuzioni di spessore e striature longitudinali purché lo spessore rimanga compresso entro i limiti di cui al punto precedente.

Protezioni o rivestimenti

I tubi saranno posti in opera, in relazione alle caratteristiche di posa e delle funzioni specifiche, completi di zincatura in accordo con quanto indicato ai successivi articoli.

Saldatura di testa

Le estremità da saldare dovranno essere liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo completamente nudo. La sezione e lo spessore dei cordoni di saldatura dovranno essere uniformi e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante e senza porosità o altri difetti apparenti. I cordoni di saldatura dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi

completamente con il metallo di base lungo tutta la superficie di unione. La superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva dovrà essere bene pulita e liberata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. Gli elettrodi dovranno essere di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato dovrà risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Giunzione a flange

L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma o altri materiali inidonei, a forma di corona circolare di spessore non minore di 5 mm. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà alla pulizia delle flange e della guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si procederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salva diversa indicazione i fori delle flange dovranno essere sfalsati di simmetria rispetto ai principali secondo le tabelle UNI PN6 / PN10. I tipi di flange da impiegarsi sono:

flange cieche UNI 6092-67;

flange da saldare a sovrapposizione circolari secondo UNI 2277-67;

flange da saldare di testa secondo UNI 2281-67;

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 7746 del dic. 1977 con FA 107-81.

Modalità costruttive

Le opere in ferro non dovranno presentare spigoli, sporgenze od altro che possa rilevarsi pericoloso per le persone. Le strutture ausiliarie quali scala, passerelle, ballatoi, parapetti, dovranno essere realizzate nel rispetto delle norme di sicurezza. Le saldature in cantiere dovranno essere limitate allo stretto indispensabile.

La di parapetti dovrà corrispondere anche a quanto previsto dal D.Lgs 81/2008 e successive modifiche. Dove previsto o prescritto le opere in ferro dovranno essere collegate elettricamente a terra.

Zincatura

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione. Lo spessore minimo dello strato di zinco dovrà essere di 70 μm .

I pezzi da zincare devono essere preventivamente puliti e sgrassati superficialmente con adeguato decapaggio; dopo la zincatura i pezzi non devono essere assoggettati a trattamenti termici e, sugli

oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della zincatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 micron.

Porte d'ingresso e parapetti

Le porte d'ingresso e i parapetti dovranno essere in linea con le norme di cui al D. Lgs. 81/2008 e realizzate in acciaio inox AISI 304.

Le porte avranno apertura verso l'esterno e saranno munite di aerazione superiore ed inferiore mediante alettatura e zanzariera.

I parapetti di altezza minima 1,1 m saranno muniti di n. 2 correnti, fermapiEDE altezza 15 cm e cancelletto con chiavistello per l'accesso alle strutture in occasione di manutenzioni straordinarie.

Art. 7.4 - Legnami

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano.

Dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 30/10/1912 ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta indicate; non dovranno inoltre presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

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

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

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

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

Per il campionamento dei prodotti, i metodi di prova e le caratteristiche prestazionali si fa riferimento ai metodi e alle norme UNI esistenti.

Art. 7.5 - Chiusini

Chiusini per camerette

Di norma, per la chiusura dei camini di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in acciaio zincato o in ghisa grigia o in ghisa sferoidale. La ghisa grigia sarà conforme alle norme G15 UNI 5007, l'acciaio avrà una resistenza a trazione di 52 kg/mm². La ghisa sferoidale dovrà essere conforme alle Norme ISO 500/7 - 400/12.

Tutti i chiusini dovranno corrispondere ai disegni tipo. In modo particolare si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4% né superiore al 15% di quello prescritto;
- esistano fori di aerazione e di sollevamento.
- il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento	40 t
- su strade comunali senza traffico di scorrimento	25 t

Per carico di prova s'intende quel carico che provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino. Su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

Prove e collaudi su chiusini

I materiali ed i chiusini completi saranno sottoposti a prove per controllare la rispondenza ai requisiti richiesti. Almeno 3 campioni per ogni 100 saranno sottoposti a prove.

Le modalità di prova e l'Istituto presso cui verranno eseguite saranno indicate dalla Direzione Lavori.

Il costo delle prove e gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

CAPO 8 - LAVORI E FINITURE STRADALI.

Art. 8.1 - Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali verranno eseguite con misto granulare e/o misto cementato, secondo gli elaborati progettuali. I materiali dovranno rispondere ai requisiti previsti all'[Art. 76 - PRESCRIZIONI RELATIVE AI MATERIALI](#)

MISTO GRANULARE STABILIZZATO

A – POSA IN OPERA

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere:

- una **densità in sito** non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO mod. (CNR 69/78);
- un **modulo di deformazione Md** determinato con prova di carico su piastra da 300 mm (norma CNR n. 146) non inferiore a 80 MN/m².

B – ACCETTAZIONE DEL MISTO GRANULARE

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione dei misti granulari che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO Mod. (DIN 18127 ovvero CNR 69/78).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

C – CONFEZIONAMENTO DEL MISTO GRANULARE

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

D – CONTROLLI

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella E.1.

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al paragrafo A, vanno verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali e successivamente ogni 2 mesi.

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato (Tabella A.3). L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

A compattazione ultimata la densità del secco in sito (ρ_s), nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ($\rho_{s\text{ ottimo}}$) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto con energia di costipamento AASHO Mod. (DIN 18127 ovvero CNR 69/78) e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (DIN 18125-2 ovvero CNR 22/72). Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)2$$

dove s è lo scostamento percentuale della densità in sito rispetto a quella di laboratorio valutato con:

$$s = 100 (\rho_{s\text{ ottimo}} - \rho_s) / \rho_{s\text{ ottimo}}$$

Valori della densità del secco inferiori al 95% del valore di riferimento ($\rho_{s\text{ ottimo}}$) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto con energia di costipamento AASHO Mod. comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

La misura della portanza viene determinata, prima della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134. Il Modulo di deformazione Ev_1 deve risultare non inferiore a 80 N/mm² con rapporto Ev_2/Ev_1 inferiore a 2,15.

Per valori medi di portanza inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = (80 - Ev_1)/2,5 \times 10^2$$

Valori del modulo Ev_1 inferiori a 65 MN/m² e/o del rapporto Ev_2/Ev_1 inferiori a 2,15 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile. Nelle stesse sezioni

dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell’asse stradale.

Lo spessore medio deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Tabella E.1

Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni settimana	Riferimento Tabelle A.1
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi ogni settimana	Riferimento Tabelle A.2
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 200 m ³ di stesa	Riferimento Tabelle A.3
Sagoma	Strato finito	Ogni 100m	Sagoma previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 200 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia stesa	$E_{v1} \square \square 80 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2} / E_{v1} \square \square \square \square \square$
(*) rimane a discrezione della direzione lavori la facoltà di richiedere controlli sulle forniture dei materiali anche più frequenti			

MISTO CEMENTATO

A – PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest’ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev’essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

B – ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L’Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all’inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l’Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l’aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l’aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

C – CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

D – POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

E – CONTROLLI

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella **Tabella G.1**

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 63955.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli dello spessore, della densità in sito e della portanza.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,1 s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto

Nei casi in cui il valore di s risulti superiore a 20 (carenza di spessore superiore al 20%) si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma CNR 22.

Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove s è lo scostamento percentuale della densità in sito (ρ_s) rispetto a quella di laboratorio (ρ_s ottimo) valutato con:

$$s = 100 (\rho_s \text{ ottimo} - \rho_s) / \rho_s \text{ ottimo}$$

Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva

ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

La misura della portanza viene determinata con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134. Il Modulo di deformazione Ev1 deve risultare non inferiore a 80 N/mm² dopo 24 ore dalla realizzazione e non inferiore a 100 MN/m² dopo 7 giorni dalla realizzazione dello strato.

Nei casi in cui il valore di portanza dopo 24 ore risulti superiore al valore minimo (Ev1 \geq 80 MN/m²) lo strato viene accettato senza l'ulteriore controllo a 7 giorni. Negli altri casi, se i valori medi di portanza, determinati con prove di carico su piastra dopo 7 giorni dalla realizzazione, risultano inferiori a quello previsto (Ev1 $<$ 100 MN/m²) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = p/2,5 p^2$$

dove p è la differenza tra il valore di Ev1 riscontrato (dopo 7 giorni) ed il valore minimo richiesto (100 MN/m²) indicato in precedenza.

Valori del modulo Ev1 (dopo 7 giorni) inferiori a 80 MN/m² e/o del rapporto Ev2/Ev1 inferiori a 2,15 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Tabella G.1
Controllo dei materiali e verifica prestazionale

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE E PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.2
Acqua	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Cemento	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Aggiunte	Impianto	Iniziale	Riferimento Par. A
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 500 m ² di stesa	Curva granulometrica di progetto; Contenuto di cemento
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza) 7 giorni dopo la posa in opera	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 500 m di fascia stesa	$E_{v1} \square \square 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2} / E_{v1} \square \square \square \square \square$
(*) rimane a discrezione della direzione lavori la facoltà di richiedere controlli sulle forniture dei materiali anche più frequenti			

Art. 8.2 - Conglomerati bituminosi prodotti a caldo – binder

ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di ± 3 delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di $\pm 2\%$ per l'aggregato fino (passante al setaccio ASTM n. 4 – mm 4,76) e di $\pm 1,5\%$ del passante al setaccio UNI 0,075 mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque 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 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.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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 150°C e 170°C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose a rottura media oppure rapida, in funzione delle condizioni di utilizzo.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in -Tabella D.1 ,.

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m², nel caso di ricarica (stesa di binder su pavimentazione preesistente) il dosaggio deve essere di 0.35 Kg/m² di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 Kg/m² di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

Tabella D.1

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR 99/84		Positiva	positiva

Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 40	> 40

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.

POSA IN OPERA

La posa in opera del binder viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

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 deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del binder deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder deve essere 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.

POSA IN OPERA SU TRINCEE DI SCAVO

La posa in opera del binder su cassonetto di trincea di scavo, trattandosi per lo più di larghezze tali da non permettere l'utilizzo di macchine vibrofinitrici, viene effettuata a mano o con mezzo meccanico di piccoli dimensioni.

Lo strato posato deve essere perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata su mezzo di trasporto, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del binder, da effettuate appena steso il materiale e condotta a termine senza interruzioni, deve essere realizzato preferibilmente con rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 2t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

La miscela bituminosa del binder deve essere 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.

CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1 .

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre effettuate prove Marshall per la determinazione di: peso di volume (DM), stabilità e rigidezza (CNR 40/73), percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73), perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87), resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,2 s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = \left(\frac{\text{Sprogetto} - \text{Smisurato} \cdot \square_{\text{carota}}}{(\square_{\text{miscela}} \cdot 0,98)} \right) \cdot 100 / \text{Sprogetto}$$

\square_{miscela} è quello riportato nello studio della miscela (DM della tabella A.6 ovvero DG della tabella A.7); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al peso di volume dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui

$$(\text{Sprogetto} - \text{Smisurato} \cdot \square_{\text{carota}}) / (\square_{\text{miscela}} \cdot 0,98) \leq 0,15 \text{ Sprogetto}$$

si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga).

Per la carenza nella quantità di attivante d'adesione effettivamente impiegato verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione = $0,15 \, ds$

dove ds è lo scostamento percentuale della quantità di attivante d'adesione, riscontrata con le prove di laboratorio, rispetto a quella indicata nello studio della miscela presentato dall'Impresa

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione = $0,5 \, v2$

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella F.1

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.2
Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.3
Binder	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.4
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 500 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder	Carote spessori	x Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

Art. 8.3 - Conglomerati bituminosi prodotti a caldo – strato di usura**ACCETTAZIONE DELLE MISCELE**

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di ± 3 delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di $\pm 2\%$ per l'aggregato fino (passante al setaccio ASTM n. 4 – mm 4,76) e di $\pm 1,5\%$ del passante al setaccio UNI 0,075 mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati 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.

L'impianto deve comunque 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 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.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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 150°C e 170°C e quella del legante tra 150°C e 160°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESSA

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose a rottura media oppure rapida, in funzione delle condizioni di utilizzo.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in **-Tabella D.1.**

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m², nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 Kg/m² di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 Kg/m² di bitume residuo.

Tabella D.1

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Cationica 60%</i>	<i>Cationica 65%</i>
Polarità	CNR 99/84		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40 ± 2	35 ± 2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	60 ± 2	65 ± 2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 40	> 40

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

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.

POSA IN OPERA

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

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 deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa 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.

CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1 .

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre effettuate prove Marshall per la determinazione di: peso di volume (DM), stabilità e rigidezza (CNR 40/73), percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73), perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87), resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = 0,2 s2

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto valutato con

$$s = (\text{Sprogetto} - \text{Smisurato} * \square \text{carota} / (\square \text{miscela} * 0,98)) * 100 / \text{Sprogetto}$$

$\square \text{miscela}$ è quello riportato nello studio della miscela (DM della tabella A.6 ovvero DG della tabella A.7); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al peso di volume dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui

$$(\text{Sprogetto} - \text{Smisurato} * \square \text{carota} / (\square \text{miscela} * 0,98)) \square 0,15 \text{ Sprogetto}$$

si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = 25 b2

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi (trattenuti al setaccio n. 4 ASTM) di natura carbonatica verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = 0,2 b2

dove b è la percentuale in peso degli inerti di natura trattenuti al setaccio n. 4 ASTM, rispetto al peso totale degli inerti, anche quelli passanti al setaccio n. 4 ASTM compreso il filler.

Per gli inerti grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche diverse da quelle richieste (rif. Tab. A1) la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per la carenza nella quantità di attivante d'adesione effettivamente impiegato verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = 0,15 ds

dove ds è lo scostamento percentuale della quantità di attivante d'adesione, riscontrata con le prove di laboratorio, rispetto a quella prevista indicata nello studio della miscela presentato dall'Impresa

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = 0,5 v2

dove v è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Tabella F.1

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.2
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 250m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.3

Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 250 m ³ di stesa	Riferimento Tabella A.4
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 500 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote spessori	Pavimentazio ne	Ogni 100 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazio ne	Ogni 100 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazio ne	Pavimentazio ne	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN □□60□ CAT □□□□60□

Art. 8.4 - Conglomerati bituminosi prodotti a freddo – trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo

ATTREZZATURA DI CANTIERE

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo, l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

autobotte dotata di barra spruzzatrice: deve consentire l'umidificazione con acqua dello strato di fondazione in misto granulare secondo i dosaggi stabiliti dalla Direzione Lavori.

motospazzatrice: deve essere di tipo semovente tale da garantire la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);

cisterna spruzzatrice: deve essere di tipo semovente con dispositivo autonomo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione (sia in senso longitudinale che trasversale) del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita, con accurato controllo del dosaggio;

spandigraniglia: è costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro. Lo spandigraniglia può essere anche rimorchiato con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (max 30 cm.). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilite;

Rulli: possono essere metallici e/o gommati. Il tipo a ruote multiple gommate con battistrada liscio deve essere in grado di esercitare una pressione non inferiore a 0.6 N/mm². I rulli metallici devono essere vibranti e dotati di cilindri rivestiti di gomma allo scopo di evitare lo schiacciamento del granulato.

In alternativa alla cisterna spruzzatrice e allo spandigraniglia, è raccomandato l'utilizzo di apposite macchine polivalenti in grado di effettuare simultaneamente la stesa dell'emulsione bituminosa e della graniglia favorendo un migliore rivestimento dei granuli da parte del legante.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Eventuale risagomatura del piano di posa con stabilizzato in misto granulare di pezzatura 0-30 mm, opportunamente steso e compattato;

delimitazione e protezione dei margini della superficie di intervento: prima di dare inizio all'esecuzione del trattamento superficiale di depolverizzazione, l'Impresa deve delimitare i bordi della superficie di intervento con un arginello in sabbia o graniglia allo scopo di profilare i margini del trattamento finito. Ultimato il trattamento, resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti con pietrischetto bitumato.

POSA IN OPERA

L'esecuzione del trattamento non deve essere effettuata se la temperatura superficiale della pavimentazione risulta inferiore a 10°C, se la temperatura dell'aria è minore di 10 °C, in caso di pioggia oppure di piano di posa eccessivamente umido e/o con ristagni di acqua.

I° strato (impregnazione)

L'esecuzione del trattamento prevede inizialmente la stesa di pietrischetto di pezzatura 12/18 e successiva umidificazione del piano di posa con autobotte dotata di barra spruzzatrice; successivamente si applica la prima mano di emulsione bituminosa al 55 % di legante con apposita autocisterna spanditrice dotata di impianto di riscaldamento autonomo, di barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di tutte le strumentazioni per il controllo del dosaggio durante la stesa.

La cisterna spruzzatrice deve inoltre assicurare ovunque l'uniformità di dosaggio. Eventuali giunti longitudinali non devono essere ubicati nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli. La larghezza della striscia deve essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandigraniglia il quale deve seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 m per l'applicazione del pietrischetto 12/18 mm secondo i dosaggi stabiliti.

La realizzazione del primo strato si conclude con una rullatura che anch'essa a non più di 40 m dallo spandigraniglia eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di 2÷3 Km/h per le prime tre e di 8÷10 Km/h per le rimanenti.

II° e III ° strato

Per l'esecuzione del secondo strato è prevista l'applicazione di emulsione bituminosa al 65 % di legante a cui segue l'applicazione della graniglia di saturazione 8/12 secondo i dosaggi stabiliti; il terzo ed ultimo strato si realizza in modo analogo prevedendo l'utilizzo come aggregati di ricoprimento di una graniglia 4/8.

L'applicazione della seconda e terza stesa di legante non deve causare sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di stesa devono essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Al termine dell'esecuzione del trattamento, deve essere effettuata una rullatura analoga a quella descritta per la compattazione del primo strato eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di 2÷3 Km/h per le prime tre e di 8÷10 Km/h per le rimanenti.

In ogni caso si deve garantire che al termine della giornata lavorativa, sulla superficie di intervento sia stato eseguito il terzo strato.

L'Impresa è inoltre tenuta a provvedere alla rimozione dell'aggregato in eccesso mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo i primi 7 giorni di apertura al traffico veicolare a velocità limitata certamente non superiore a 40 Km/h.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; in caso di pioggia successiva alla stesa la strada non deve essere riaperta al traffico.

CONTROLLI

Il controllo della qualità dei trattamenti superficiali di depolverizzazione a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella **Tabella A.6**.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Nel caso di prove o prelievi in situ, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 Km).

Tabella A.6

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
emulsione bituminosa	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m ² di stesa	Riferimento Tabelle A.1 e A.2
Aggregato	deposito di stoccaggio	Settimanale oppure ogni 2500 m ² di stesa	Riferimento Tabelle A.3 e A.4
emulsione bituminosa	autobotte spruzzatrice	giornaliero oppure ogni 2500 m ² di stesa	Riferimento Tabelle A.1 e A.2
Aggregato	tramoggia spandigraniglia	giornaliero oppure ogni 2500 m ² di stesa	Riferimento Tabelle A.3 e A.4
dosaggio legante	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa	5 % del valore risultante dallo studio del trattamento
dosaggio aggregati	Pavimentazione	Ogni 250 m di fascia di stesa	10 % del valore risultante dallo studio del trattamento
aderenza	Pavimentazione	ogni 100 m	BPN ≤ 60
macrorugosità	Pavimentazione	ogni 100 m	HS ≤ 0,7 mm

Dosaggi e qualità dei materiali

La verifica di qualità dell'emulsione bituminosa e degli aggregati lapidei deve avvenire con frequenza settimanale oppure ogni 50000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera ogni 500 m di fascia di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso quantitativi impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto

e confermati dalla Direzione Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$ per il legante e $\pm 10\%$ per gli aggregati. Differenze superiori saranno in ogni caso penalizzate con una riduzione del 15 % del compenso.

Aderenza e rugosità

La resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) maggiori o uguali a 60.

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm. Misure eventualmente eseguite con apparecchiature a rilievo continuo¹ devono essere riferite all'altezza di sabbia (HS) con apposite correlazioni.

Qualora il valore medio di BPN o di HS sia inferiore ai valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15 % del suo costo. Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 50 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso

Controllo visivo

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada, secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie S_m lunghe 100 m aventi larghezza pari a quella di una corsia. L'aspetto visivo della generica maglia si valuta determinando il rapporto tra la somma ponderata della superficie degradata S_d e quella della maglia di riferimento S_m . In particolare il calcolo di S_d è dato dalla seguente espressione:

$$S_d = S_r + 0.5 \times S_p + S_{pl}$$

in cui S_r = superficie che presenta trasudamenti di legante

S_p = superficie che presenta asportazione di elementi lapidei

S_{pl} = superficie che presenta asportazione a placche del trattamento

I livelli qualitativi per l'aspetto visivo e le relative penali da applicare al trattamento eseguito sono riportate in **Tabella A.7**.

Tabella A.7

Livello qualitativo	Aspetto visivo V_i		Penali sul prezzo della singola maglia S_m
SCADENTE	$S_d/S_m > 8 \%$	V_0	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato; rimozione e rifacimento completo del trattamento nella maglia considerata se $S_d/S_m > 15 \%$
SUFFICIENTE	$S_d/S_m < 8 \%$	V_1	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato

¹ Mini texture meter (WDM - TRRL), SUMMS, ecc.

DISCRETO	$S_d/S_m < 5 \%$	V_2	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato, ridotta del 4 % (es. $S_d/S_m = 3 \%$ □ penale = $2 \cdot 3 - 4 = 2 \%$)
BUONO	$S_d/S_m < 2 \%$	V_3	nessuna detrazione

Art. 8.5 - Segnaletica orizzontale

1. Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla D.L..
2. Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel Regolamento di attuazione del "Codice della strada" modificato e integrato con tutte le disposizioni in vigore al momento della collocazione in opera.

Art. 8.6 - Norme finali.

1. Sia durante il ripristino, che nelle riprese e nella formazione del manto di usura, i chiusini stradali ed i coperchi ed i coperchi delle camerette, di qualsiasi servizio, dovranno essere livellati con il piano viabile.
2. Altri tipi di pavimentazione (ciottoli, porfido o lastre in pietra naturale) rimossi all'atto dell'esecuzione dello scavo, saranno rimessi in sito, previa pulizia, sopra un letto di sabbia; il riempimento degli interstizi verrà di norma eseguito con altra sabbia e cemento o bitume a caldo che faciliti tale operazione.
3. Il pilonamento ripetuto e prolungato dovrà essere eseguito fino ad ottenere un perfetto assestamento, costipamento e livellamento della pavimentazione.
4. Per tali pavimentazioni l'impresa dovrà a sua cura e spese provvedere alla sostituzione degli elementi rotti o danneggiati durante le operazioni di scavo.
5. Ogni danno o responsabilità civile per incidenti che dovessero verificarsi a causa di imperfetti ripristini o per mancata o ritardata esecuzione delle riprese di cui sopra, si intende a totale carico dell'Impresa.