



Comune di Druogno
Provincia del Verbano - Cusio - Ossola
Regione Piemonte



INTERVENTI PER OTTIMIZZARE L'APPROVVIGIONAMENTO DELLA
RISORSA IDROPOTABILE E LA FUNZIONALITÀ COMPLESSIVA DELLA RETE
ACQUEDOTTISTICA A SERVIZIO DEL COMUNE DI DRUOGNO - STRALCIO 2

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE

Comune di DRUOGNO

Piazza del Municipio n. 3
28853 DRUOGNO (VB)

OGGETTO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

TIMBRI E FIRME

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

dott. ing. Santo LA FERLITA
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10943X
Cod. Fisc. LFR SNT 81R08 H163L

dott. ing. Luca MAGNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.10941V
Cod. Fisc. MGN LCU 81T27 F335F

CONTROLLO QUALITA'

| DESCRIZIONE | EMISSIONE | |
|---------------|-----------|--|
| DATA | FEB/2023 | |
| COD. LAVORO | 585/SR | |
| TIPOL. LAVORO | D | |
| SETTORE | G | |
| N. ATTIVITA' | 01 | |
| TIPOL. ELAB. | DD | |
| TIPOL. DOC. | E | |
| ID ELABORATO | 08 | |
| VERSIONE | 0 | |

REDATTO

ing. Santo LA FERLITA

CONTROLLATO

ing. Luca MAGNI

APPROVATO

ing. Santo LA FERLITA

ELABORATO

1.8



INDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. DISPOSIZIONI GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO..... | 5 |
| 1.1 OGGETTO DELL'APPALTO | 5 |
| 1.2 MODO E AMMONTARE DELL'APPALTO | 5 |
| 1.3 DESIGNAZIONE DELLE OPERE..... | 6 |
| 1.3.1 A – Alimentazione dal versante sud della val Vigizzo (Mour, Cresta e Pozzo idropotabile) | 7 |
| 1.3.2 B – Alimentazione dal versante sud della val Vigizzo (Antoliva) | 8 |
| 1.3.3 C – Alimentazione dal versante nord della val Vigizzo (Cresta piatta) | 9 |
| 1.3.4 D – Alimentazione dal versante nord della val Vigizzo (Ca' Turbin) | 10 |
| 1.4 ESEGUIBILITÀ DEI LAVORI IN PROGETTO | 11 |
| 1.5 SOGGEZIONE AD ALTRI CAPITOLATI, LEGGI E NORME | 11 |
| 1.6 TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI – PENALI IN CASO DI RITARDI | 11 |
| 2. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE | 13 |
| 2.1 ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI | 13 |
| 2.1.1 Generalità..... | 13 |
| 2.1.2 Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche in cantiere | 13 |
| 2.2 COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO..... | 14 |
| 2.2.1 Leganti per opere strutturali | 14 |
| 2.2.2 Aggregati..... | 15 |
| 2.2.3 Additivi | 15 |
| 2.2.4 Agenti espansivi | 18 |
| 2.2.5 Prodotti disarmanti | 19 |
| 2.2.6 Acqua di impasto..... | 19 |
| 2.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO | 19 |
| 2.3.1 Le forme di controllo obbligatorie | 19 |
| 2.3.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati | 20 |
| 2.3.3 I tipi d'acciaio per cemento armato..... | 22 |
| 2.3.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego | 24 |
| 2.3.5 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario..... | 26 |
| 3. APPARECCHIATURE IDRAULICHE | 28 |
| 3.1 TIPOLOGIA DI APPARECCHIATURE..... | 28 |
| 3.1.1 Saracinesche a cuneo gommato..... | 28 |
| 3.1.2 Filtro ad H ad alta capacità | 28 |
| 3.1.1 Valvola tipo Clayton - pozzetto Varsaia | 29 |
| 4. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE..... | 31 |
| 4.1 FILATURA, DISGAGGIO E DECESPUGLIAMENTO | 31 |
| 4.2 TAGLIO ALBERI | 31 |
| 4.3 DEMOLIZIONI | 31 |
| 4.3.1 Interventi preliminari..... | 31 |
| 4.3.2 Sbarramento della zona di demolizione | 32 |
| 4.3.3 Idoneità delle opere provvisorie | 32 |
| 4.3.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione..... | 32 |
| 4.3.5 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta..... | 33 |
| 4.3.6 Proprietà degli oggetti ritrovati | 33 |
| 4.3.7 Proprietà dei materiali da demolizione | 33 |



| | | |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4 | SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E SBANCAMENTI IN GENERALE..... | 34 |
| 4.4.1 | Generalità..... | 34 |
| 4.4.2 | Ricognizione | 34 |
| 4.4.3 | Smacchiamento dell'area..... | 34 |
| 4.4.4 | Riferimento ai disegni di progetto esecutivo..... | 34 |
| 4.4.5 | Splateamento e sbancamento..... | 34 |
| 4.4.6 | Scavi a sezione obbligata | 34 |
| 4.4.7 | Scavi in presenza d'acqua..... | 35 |
| 4.4.8 | Deposito di materiali in prossimità degli scavi | 35 |
| 4.4.9 | Presenza di gas negli scavi | 36 |
| 4.4.10 | Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi | 36 |
| 4.4.11 | Manutenzione degli scavi..... | 36 |
| 4.5 | RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI | 36 |
| 4.6 | RILEVATI E RINTERRI..... | 37 |
| 4.7 | CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO..... | 37 |
| 4.7.1 | Confezione, trasporto e posa in opera del cls per strutture in cls semplice e armato | 37 |
| 4.7.2 | Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato..... | 48 |
| 4.7.3 | Ripristini e stuccature..... | 49 |
| 4.8 | ESECUZIONE DI STRUTTURE PREFABBRICATE | 50 |
| 4.8.1 | Programma di montaggio | 50 |
| 4.8.2 | Identificazione degli elementi | 50 |
| 4.8.3 | Stoccaggio | 50 |
| 4.8.4 | Verifiche preliminari | 50 |
| 4.8.5 | Giunti e unioni | 50 |
| 4.8.6 | Posa in opera dei pannelli | 52 |
| 4.8.7 | Sigillature dei giunti dei pannelli | 52 |
| 4.9 | FONDAZIONI DIRETTE | 52 |
| 4.9.1 | Scavi di fondazione..... | 52 |
| 4.9.2 | Controllo della rispondenza tra i parametri geotecnici assunti in progetto e quelli effettivi..... | 53 |
| 4.9.3 | Magrone..... | 53 |
| 4.10 | OPERE E STRUTTURE DI MURATURA..... | 53 |
| 4.10.1 | Spessore minimo dei muri | 53 |
| 4.10.2 | Cordoli di piano e architravi | 53 |
| 4.10.3 | Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione..... | 54 |
| 4.10.4 | Muratura armata | 54 |
| 4.10.5 | Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai | 56 |
| 4.10.6 | Criteri generali per l'esecuzione | 57 |
| 4.10.7 | Facce a vista delle murature di pietrame | 59 |
| 4.11 | RETI DI PROTEZIONE IN RETE METALLICA ZINCATA IN ADERENZA | 60 |
| 4.12 | REALIZZAZIONE DEL RETICOLO DI CONTENIMENTO IN FUNE..... | 61 |
| 4.13 | SISTEMAZIONI A VERDE..... | 62 |
| 4.13.1 | Pulizia dell'area cantiere | 62 |
| 4.13.2 | Semina a spaglio | 62 |
| 4.13.3 | Risarcimento opere a verde..... | 62 |
| 4.13.4 | Manutenzione per il periodo di garanzia | 64 |
| 5. | OPERE IN PROGETTO | 67 |
| 5.1 | TUBAZIONI..... | 67 |
| 5.1.1 | Tubazioni in PEAD..... | 67 |
| 5.1.2 | Tubazioni in PVC..... | 67 |

**Progetto definitivo – Stralcio 2**

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1.3 | Tubazioni in C.A. | 68 |
| 5.1.4 | Tubazioni in ghisa..... | 68 |
| 5.1.5 | Tubazioni in acciaio..... | 70 |
| 5.1.6 | Modalità di scavo | 70 |
| 5.2 | GIUNZIONI | 71 |
| 5.3 | ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI..... | 71 |
| 5.4 | POZZETTI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN CLS | 72 |
| 5.5 | CHIUSINI E GRIGLIE | 72 |
| 5.6 | MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI | 72 |
| 5.6.1 | Trasporto dei tubi..... | 72 |
| 5.6.1 | Carico, scarico e movimentazione | 72 |
| 5.6.2 | Accatastamento dei tubi | 73 |
| 5.6.3 | Conservazione dei materiali | 73 |
| 5.7 | SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI | 73 |
| 5.7.1 | Interferenze con edifici..... | 73 |
| 5.7.2 | Interferenze con servizi pubblici sotterranei..... | 74 |
| 5.7.3 | Realizzazione degli scavi..... | 74 |
| 5.8 | LETTO DI POSA PER LE TUBAZIONI..... | 77 |
| 5.8.1 | Appoggio su suoli naturali..... | 77 |
| 5.8.2 | Appoggio su materiale di riporto | 78 |
| 5.8.3 | Appoggio su calcestruzzo | 78 |
| 5.8.4 | Camicia in calcestruzzo | 79 |
| 5.9 | MODALITÀ ESECUTIVE PER LA POSA IN OPERA DI TUBAZIONI | 79 |
| 5.9.1 | Controllo e pulizia dei tubi..... | 79 |
| 5.9.2 | Nicchie in corrispondenza dei giunti..... | 79 |
| 5.9.3 | Continuità del piano di posa..... | 79 |
| 5.9.4 | Tubi danneggiati durante la posa in opera | 80 |
| 5.9.5 | Piano di posa | 80 |
| 5.9.6 | Modalità di posa in opera | 81 |
| 5.10 | RINTERRO DELLE TUBAZIONI | 81 |
| 5.10.1 | Generalità..... | 81 |
| 5.10.2 | Esecuzione del rinterro | 81 |
| 5.10.3 | Raccomandazioni per la compattazione | 82 |
| 5.11 | POSA DEL TUBO | 83 |
| 5.12 | CONDIZIONI DI POSA PARTICOLARI | 83 |
| 5.13 | ALLINEAMENTO DEI TUBI..... | 84 |
| 5.14 | ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI..... | 84 |
| 6. | OPERE STRADALI | 85 |
| 6.1 | SOVRASTRUTTURA STRADALE. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE | 85 |
| 6.1.1 | Terminologia relativa alla sovrastruttura | 85 |
| 6.2 | MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE..... | 86 |
| 6.2.1 | Generalità..... | 86 |
| 6.2.2 | Materiali..... | 86 |
| 6.2.3 | Accettazione del misto granulare..... | 87 |
| 6.2.4 | Confezionamento del misto granulare | 88 |
| 6.2.5 | Posa in opera del misto granulare..... | 88 |
| 6.2.6 | Controlli | 89 |
| 6.3 | OPERE D'ARTE STRADALI | 90 |
| 6.3.1 | Caditoie stradali | 90 |



| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3.2 | <i>Camerette d'ispezione</i> | 95 |
| 6.3.3 | <i>Pozzetti prefabbricati</i> | 96 |
| 6.3.4 | <i>Pozzetti realizzati in opera</i> | 96 |
| 6.3.5 | <i>Collegamento del pozzetto alla rete.....</i> | 97 |
| 6.3.6 | <i>Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)</i> | 97 |
| 6.3.7 | <i>Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)</i> | 97 |
| 6.3.8 | <i>Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli</i> | 98 |
| 6.3.9 | <i>Cordonature</i> | 101 |



1. DISPOSIZIONI GENERALI RIGUARDANTI L'APPALTO

1.1 OGGETTO DELL'APPALTO

Le opere oggetto dell'appalto comprendono gli interventi necessari a ottimizzare l'approvvigionamento della risorsa idropotabile e la funzionalità complessiva della rete acquedottistica a servizio del Comune di Druogno.

Gli interventi previsti nel progetto definitivo complessivo datato aprile 2020 erano molteplici e, in ragione della complessità degli stessi e dell'esigenza di provvedere al reperimento dei finanziamenti necessari, avrebbero potuto essere attuati per stralci funzionali anche in ragione del beneficio apportato e del grado di priorità conseguentemente assegnato.

Il Comune di Druogno ha affidato agli Scriventi la **progettazione definitiva dello STRALCIO 2** relativo ai seguenti interventi:

- C.2: la nuova condotta dalle sorgenti Cresta Piatta alla località Varsaia (Vasca C),
- C.3: lo stacco per alimentazione località Foppiano,
- C.4: il collegamento della nuova condotta alla Vasca C,
- C.10: gli interventi di manutenzione generale sentiero e condotta esistente per Cresta Piatta,
- C.12: gli interventi di manutenzione ai bottini di Cresta Piatta,
- C.13: la sensoristica a servizio dell'acquedotto Cresta Piatta.

1.2 MODO E AMMONTARE DELL'APPALTO

Il contratto è stipulato interamente "a corpo" ai sensi degli articoli 43, comma 6, e 184 del D.P.R. n. 207 del 2010 e s.m.i., per cui l'importo contrattuale resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità e alla qualità di detti lavori.

L'appalto è concesso ed accettato sotto l'osservanza piena, assoluta, inderogabile e inscindibile delle norme, condizioni, patti, obblighi, oneri e modalità dedotti e risultanti dal decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, nonché delle previsioni delle tavole grafiche progettuali, che l'impresa dichiara di conoscere e di accettare e che qui si intendono integralmente riportati e trascritti con rinuncia a qualsiasi contraria eccezione.

L'importo complessivo dei lavori compensati a corpo secondo quanto di seguito indicato, ammonta a **Euro 395'435,98 (trecentonovantacinquemilaquattrocentotrentacinque/98)**, comprensivo di oneri di sicurezza non soggetti a ribasso.

Si rimanda al Quadro economico per informazioni di maggiore dettaglio.

L'Amministrazione e la Direzione Lavori potranno richiedere l'esecuzione di qualunque altra opera, anche non risultante dagli elaborati progettuali, ma comunque compresa nell'elenco dei prezzi unitari che si rendesse



necessaria per il perfetto compimento dei lavori, purché le conseguenti variazioni non mutino essenzialmente la natura delle opere comprese nell'appalto.

Di conseguenza l'Appaltatore riconosce alla D.L. l'insindacabile possibilità di introdurre le variazioni, aggiunte e soppressioni ai dati di progetto che crederà opportune, anche con modifiche planimetriche ed altimetriche di progetto, sia all'atto della consegna dei lavori sia in corso di esecuzione con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dal Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (nel seguito «Codice degli Appalti»).

L'importo del compenso a corpo, fisso ed invariabile per il costo degli apprestamenti e attrezzature atte a garantire il rispetto delle norme del D. lgs 81/2008 non è soggetto a ribasso d'asta.

Se non saranno date dalla D.L. disposizioni specifiche varranno i dati desumibili dagli elaborati di progetto, il quale si intende fare parte integrante di questo disciplinare.

1.3 DESIGNAZIONE DELLE OPERE

Gli interventi sono stati organizzati suddividendoli in funzione delle principali dorsali di alimentazione dell'acquedotto di Druogno:

- A. Alimentazione dal versante meridionale della Val Vigezzo: Mour, Cresta e Pozzo idropotabile;
- B. Alimentazione dal versante meridionale della Val Vigezzo: Antoliva;
- C. Alimentazione dal versante settentrionale della Val Vigezzo: Cresta Piatta;
- D. Alimentazione dal versante settentrionale della Val Vigezzo: Ca' Turbin.

Si ribadisce, tuttavia, che il presente stralcio progettuale riguarda soltanto alcuni degli interventi previsti per il versante settentrionale ("C"), come specificato nella capitolo 1.1.

Lavori ed oneri per spese di impianto, esercizio e rimozione di cantiere, deviazione provvisoria di strade, canali, e passaggi al di fuori della sede e delle pertinenze derivanti, la loro demolizione e rimozione anche parziale a lavori ultimati, spese inerenti l'illuminazione notturna, segnaletica e guardianeria diurna e notturna per tutta la durata dei lavori, manutenzione delle opere tutte fino al termine del periodo di manutenzione: tali lavori ed oneri sono da intendersi compensati con i prezzi di appalto.

L'Amministrazione si riserva di affidare in tutto o in parte ad altra Ditta opere escluse al presente appalto senza che l'Impresa possa fare eccezioni o richiesta di compenso alcuno.

Tutte le opere riguardanti il seguente progetto saranno a corpo, date finite in ogni loro particolare e fase ed elemento costruttivo risultante dalle tavole di progetto e dalle indicazioni fornite dalla D.L. ove necessario, compreso gli scavi, reinterri, trasporti di materiali etc., che si rendano necessari, compresi i ripristini stradali e la segnaletica stradale e tutti quei dispositivi e attrezzature che sono necessari per realizzare l'opera in condizioni di sicurezza come stabilito dal D. lgs 81/2008.

Si rimanda agli specifici elaborati progettuali per un maggior dettaglio progettuale relativo ai singoli interventi, nei seguenti paragrafi se ne riporta l'elenco sintetico.



1.3.1 A – Alimentazione dal versante sud della val Vigezzo (Mour, Cresta e Pozzo idropotabile)

Alla luce delle criticità riscontrate (cfr. Elab. 1.1), gli Scriventi hanno definito una serie di interventi, coerenti con la nuova logica complessiva di funzionamento dell'acquedotto comunale:

- **A.1** – Ottimizzazione della configurazione interna e dei collegamenti idraulici dei bottini di presa del Mour (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo**);
- **A.2** – Ricostruzione e adeguamento strutturale di n.2 bottini di presa del Mour (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo**);
- **A.3** – Posa di una nuova condotta di adduzione in PEAD DN160 PN16 e interrimento della condotta in PEAD attualmente posata fuori terra tra i bottini di presa del Mour e il nuovo serbatoio di accumulo/compenso (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo**);
- **A.4** – Realizzazione di un nuovo serbatoio, composto da vasche e da un locale tecnico di servizio, avente funzione di accumulo/compenso della risorsa captata dalle sorgenti del Mour e di loc. Cresta e eventualmente addotta dal pozzo idro-potabile (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 1 del Progetto Complessivo**);
- **A.5** – Prolungamento fino al nuovo serbatoio della condotta di collegamento con il serbatoio di Orcesco (la nuova condotta potrà essere utilizzata con direzione di flusso bidirezionale), contestuale dismissione dell'attuale pozzetto di derivazione e collegamento tra la vasca di riunione esistente e il nuovo serbatoio (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo**);
- **A.6** – Realizzazione di una nuova condotta adduttrice in PEAD DN200 PN16 tra il nuovo serbatoio del Mour e il concentrico di Druogno volta al potenziamento dell'adduttrice già esistente (**oggetto dello STRALCIO 1 del Progetto Complessivo**).
- **A.7** – Realizzazione di una nuova condotta di collegamento tra il pozzo idro-potabile e il nuovo serbatoio del Mour. Il pozzo idro-potabile sarà così collegato con entrambi i principali serbatoi che alimenteranno l'acquedotto del capoluogo, ossia quello già esistente della "Baulina" e quello in progetto del Mour (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotti 1 e 2 del Progetto Complessivo**);
- **A.8** – Locale tecnico interrato in località Colonia Alpina: disconnessione fisica tra la condotta di mandata del pozzo già esistente e quella di adduzione dall'acquedotto del Mour e sostituzione delle tubazioni e delle saracinesche presenti;
- **A.9** – Interventi di manutenzione straordinaria del sistema di pompaggio e interventi di manutenzione del pozzo, quali rimozione sedimenti, spazzolatura, spurgo, etc.

Inoltre, predisposizione dei necessari approntamenti che consentano, in caso di necessità, l'installazione di una pompa di rilancio per l'alimentazione reciproca tra i serbatoi del Mour e della "Baulina" (**oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo**);



- **A.10** – Demolizione e ricostruzione per adeguamento strutturale e funzionale dei pozzetti esistenti in via Vallari e via Pasquaro (in parte oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 1 del Progetto Complessivo);
- **A.11** – Realizzazione di un sistema di monitoraggio da remoto della presenza e distribuzione della risorsa idrica in corrispondenza dei principali elementi del sistema acquedottistico.

In particolare, nel locale tecnico di gestione del pozzo idropotabile si prevede l'installazione del sistema generale di monitoraggio (PLC) dell'intera rete acquedottistica comunale (in parte oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo);

- **A.12** – Esecuzione di interventi di manutenzione straordinaria da eseguirsi in tutte le strutture già esistenti, volti al ripristino dell'impermeabilizzazione delle vasche, della funzionalità dei serramenti, etc. (in parte oggetto dello STRALCIO 1 – Lotto 2 del Progetto Complessivo).

1.3.2 B – Alimentazione dal versante sud della val Vigizzo (Antoliva)

Alla luce delle criticità riscontrate (cfr. Elab. 1.1), gli Scriventi hanno pertanto definito una serie di interventi, coerenti con la nuova logica complessiva di funzionamento dell'acquedotto comunale:

- **B.1** – Ricostruzione e adeguamento strutturale e funzionale dei bottini di presa. In particolare si prevede la costruzione di un nuovo bottino, adeguatamente collocato e dimensionato, al fine di ottimizzare la captazione della risorsa idrica attualmente dispersa;
- **B.2** – Realizzazione di una nuova condotta di adduzione in ghisa DN200/150 PN40/63 tra le sorgenti dell'Antoliva e il nuovo locale tecnico di via Curti a Coimo. In abbinamento alla condotta sarà posato anche un cavidotto per l'alloggiamento dei cavi di potenza/segnale del sistema di monitoraggio (vedi intervento B.6);
- **B.3** – Realizzazione di un locale tecnico nei pressi del km 10+750 della S.S. n.337 per consentire l'alloggiamento di: valvole di regolazione, scarico per svuotamento condotte, una nuova derivazione verso Ca' Turbin, una nuova vasca di accumulo/compenso dei volumi idrici, etc.;
- **B.4** – Ampliamento della sede viaria di via Curti da eseguirsi contestualmente alla posa della nuova condotta di adduzione in ghisa DN150 PN63;
- **B.5** – Adeguamento del sistema di valvole nel serbatoio di Orcesco per consentire l'alimentazione diretta del nuovo serbatoio del Mour dalle sorgenti di Antoliva;
- **B.6** – Realizzazione di un sistema di monitoraggio da remoto della risorsa idrica presente e distribuita in corrispondenza dei principali elementi del sistema acquedottistico;
- **B.7** – Esecuzione di interventi di manutenzione straordinaria da eseguirsi in tutte le strutture già esistenti, volti al ripristino dell'impermeabilizzazione delle vasche, della funzionalità dei serramenti, etc.



1.3.3 C – Alimentazione dal versante nord della val Vigezzo (Cresta piatta)

Alla luce delle criticità riscontrate (cfr. Elab. 01), gli scriventi hanno definito una serie di interventi, coerenti con la nuova logica complessiva di funzionamento dell'acquedotto comunale alcuni dei quali sono oggetto del presente stralcio funzionale n.2:

- **C.1** – Realizzazione di un locale tecnico in via Curti a Coimo per l'interconnessione tra le nuove condotte di adduzione dall'Antoliva, da Cresta Piatta, da Druogno e (tramite questa) anche dal nuovo serbatoio del Mour. Il locale tecnico alloggerà: valvole di regolazione, by-pass, etc.;
- **C.2** – Realizzazione di una nuova condotta di adduzione tra le sorgenti di Cresta Piatta e il nuovo locale tecnico di via Curti a Coimo.

In abbinamento alla condotta sarà posato anche un cavidotto per l'alloggiamento dei cavi di potenza/segnale del sistema di monitoraggio (vedi intervento C.13)

Il presente STRALCIO 2 prevede la posa di una condotta in PEAD DN150 PN 25 tra la sorgente di Cresta Piatta e Foppiano, da qui a valle sarà invece posata una condotta in ghisa DN150 PN 40 che si collegherà alla "Vasca C" a Varsaia. Il tratto successivo in ghisa DN150 PN 63, previsto per il collegamento al nuovo locale tecnico di via Curti a Coimo, sarà oggetto di un successivo stralcio funzionale;

- **C.3** – Predisposizione dello stacco per l'alimentazione della rete di Foppiano

Nello STRALCIO 2 si prevede la realizzazione di un nuovo locale tecnico semi-interrato in c.a., che alimenterà la rete di Foppiano staccandosi dalla rete Cresta Piatta - Varsaia;

- **C.4** – Predisposizione dello stacco per l'alimentazione della "Vasca C", appartenente alla dorsale acquedottistica del vallone dell'Alpe Cortina

Lo STRALCIO 2 prevede l'adeguamento dell'opera civile esistente della Vasca C per l'allaccio della condotta di alimentazione da Cresta Piatta;

- **C.5** – Realizzazione di una nuova condotta di collegamento reciproco tra le reti acquedottistiche di Coimo e Druogno in ghisa DN100 PN 40. La nuova condotta sarà posata lungo la pista ciclabile che unisce i due centri abitati e in abbinamento ad essa sarà posato anche un cavidotto per l'alloggiamento dei cavi di potenza/segnale del sistema di monitoraggio (vedi intervento C.13);
- **C.6** – Predisposizione dello stacco per l'alimentazione della "Vasca D" (appartenente alla dorsale acquedottistica del vallone dell'Alpe Cortina);
- **C.7-C.8** – Predisposizione dello stacco per l'alimentazione di Gagnone e realizzazione di una nuova condotta di derivazione in ghisa DN80 PN40 dalla dorsale Coimo-Druogno al concentrico di Gagnone;
- **C.9** – Predisposizione dello stacco per l'alimentazione di Sasseglio;
- **C.10** – Nel presente Stralcio 2 si prevede la manutenzione straordinaria dell'attuale sentiero di accesso alle opere di presa di Cresta Piatta, comprendenti interventi diffusi di sistemazione dei versanti



circostanti. Localmente si renderà necessario migliorare il ricoprimento della condotta di adduzione esistente, ad esempio nei pressi delle sorgenti laddove la condotta attraversa il rio in corrispondenza di una soglia di fondo. Nella tavola 2.7 sono riportati i particolari costruttivi degli interventi che si intende realizzare, la cui esatta localizzazione ed estensione sarà definita in sede di progetto esecutivo/D.L. al fine di attagliarsi al meglio alla situazione di dissesto geologico-idraulico costantemente in evoluzione;

- **C.11** – Adeguamento degli attuali schemi idraulici della Vasca D di Coimo e dei serbatoi della “Baulina” e di Albogno per consentire la connessione della nuova condotta adduttrice da Coimo. In caso di eventuale danneggiamento dell’attuale condotta di adduzione dalle sorgenti di Cresta Piatta al serbatoio di Albogno, quest’ultimo potrà comunque essere alimentato utilizzando la nuova linea di Coimo-Druogno;
- **C.12** – Nel presente Stralcio 2 si prevede l’esecuzione di interventi di manutenzione straordinaria del bottino di presa di Cresta Piatta da eseguirsi in tutte le strutture esistenti, volti al ripristino dell’impermeabilizzazione, della funzionalità dei serramenti, etc.;
- **C.13** – Realizzazione di un sistema di monitoraggio da remoto della risorsa idrica disponibile e distribuita in corrispondenza dei principali elementi del sistema acquedottistico. Nello STRALCIO 2 si prevede l’installazione dei nuovi sistemi di monitoraggio da remoto nelle località Cresta Piatta, Foppiano, Varsaia – “Vasca C”.

1.3.4 D – Alimentazione dal versante nord della val Vigezzo (Ca’ Turbin)

Alla luce delle criticità riscontrate (cfr. Elab. 1.1), gli scriventi hanno definito una serie di interventi, coerenti con la nuova logica complessiva di funzionamento dell’acquedotto comunale:

- **D.1** – Realizzazione di una nuova condotta di adduzione in PEAD DN80 PN16 tra la rete di Mozzio e la vasca di carico già esistente nei pressi di Ca’ Turbin. Insieme alla condotta sarà posato anche un cavidotto per l’alloggiamento dei cavi di potenza/segnale del sistema di monitoraggio (vedi int. D.6);
- **D.2** – Predisposizione della derivazione della nuova condotta di adduzione tra la rete di Mozzio e la vasca di accumulo/compenso di Ca’ Turbin;
- **D.3** – Realizzazione di una nuova condotta in ghisa DN200 PN40 che si dirama dal nuovo locale tecnico previsto in corrispondenza del Km 10+750 della S.S. 337 (vedi intervento B.3) che alimenti sia la nuova vasca di riunione di cui al punto seguente, sia la vasca di carico già esistente. In quest’ultima sarà realizzata una predisposizione che consentirà in futuro, nel caso si rendesse necessario, di estendere il servizio acquedottistico del Comune di Druogno verso i centri abitati posti più a valle verso la piana di Masera;
- **D.4** – Realizzazione di una nuova vasca di accumulo/compenso nei pressi di Ca’ Turbin, laddove convogliare anche le acque provenienti dall’attuale condotta di adduzione che si origina a Coimo;
- **D.5** – Interventi di manutenzione straordinaria da eseguirsi in tutte le strutture esistenti, volti al ripristino dell’impermeabilizzazione delle vasche, della funzionalità dei serramenti, etc.



- **D.6** – Realizzazione di un sistema di monitoraggio da remoto della risorsa idrica disponibile e distribuita in corrispondenza dei principali elementi del sistema acquedottistico.

1.4 ESEGUIBILITÀ DEI LAVORI IN PROGETTO

Il solo fatto di avere presentato l'offerta obbliga l'Appaltatore ad avere riconosciuto eseguibili le opere descritte nel progetto definitivo. I lavori dovranno essere condotti in funzione delle leggi vigenti facendo specifico riferimento al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (nel seguito «Codice degli Appalti»).

1.5 SOGGEZIONE AD ALTRI CAPITOLATI, LEGGI E NORME

Salvo quanto espressamente regolamentato dal contratto e dal presente disciplinare tecnico, sono applicabili tutte le disposizioni vigenti e concernenti i lavori pubblici delle Amministrazioni dello Stato ed in particolare:

- Il Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 (nel seguito «Codice dei contratti»);
- Il Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (nel seguito «Codice degli Appalti»);
- il Regolamento di esecuzione ad attuazione del Codice dei contratti pubblici D.P.R. n.207/2010;
- il Regolamento recante il Capitolato Generale di Appalto dei lavori pubblici approvato dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto n° 145 del 19/04/2000;
- il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- i riferimenti ancora attivi alla precedente legge sulle opere pubbliche 20/03/1865 n. 2248, in particolare l'Allegato F;
- delle normative vigenti relative all'accettazione dei materiali;

e ciò indipendentemente dal fatto che talune norme dei testi suddetti siano esplicitamente richiamate ed altre no.

L'Impresa dovrà inoltre ottemperare, sotto la sua esclusiva responsabilità, alle leggi, ai regolamenti ed alle prescrizioni emanate dalle competenti autorità in materia di lavori pubblici, di materiali da costruzione e di sicurezza e di igiene del lavoro e simili.

1.6 TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI – PENALI IN CASO DI RITARDI

Il tempo contrattuale concesso per dare ultimati i lavori sarà indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto predisposto nell'ambito del Progetto Esecutivo degli interventi.

Il tempo contrattuale è la traduzione in tempo meteorico del tempo utile lavorativo giorni necessari per dare ultimati i lavori, senza considerare quelli di andamento stagionale sfavorevole calcolato mediante l'uso della tabella, qui di seguito riportata, con riferimento alla data di consegna dei lavori.

Per penali sui ritardi, eventuali sospensioni dei lavori ed eventuali proroghe si fa riferimento al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (nel seguito «Codice degli Appalti»).



L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dall'Appaltatore comunicata per iscritto al Direttore dei Lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.



2. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

2.1 ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI

2.1.1 Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

2.1.2 Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche in cantiere

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.



Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

2.2 COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

2.2.1 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

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

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

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



2.2.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 1, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso 2 della norma europea armonizzata **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 1 - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo.

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

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

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

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

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

2.2.3 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.



Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

2.2.3.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

2.2.3.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;



- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

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

2.2.3.3 Additivi antigelo

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

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

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

2.2.3.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.



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

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

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

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

2.2.3.5 Additivi aeranti

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

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

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**.

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

2.2.4 Agenti espansivi

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

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

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma uni 7123.

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

Norme di riferimento

- **UNI 8146** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;



- **UNI 8147** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;
- **UNI 8148** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;
- **UNI 8149** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

2.2.5 Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

2.2.6 Acqua di impasto

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

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

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

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

Tabella 2 - Acqua di impasto.

| Caratteristica | Prova | Limiti di accettabilità |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Ph | Analisi chimica | Da 5,5 a 8,5 |
| Contenuto solfati | Analisi chimica | SO ₄ minore 800 mg/l |
| Contenuto cloruri | Analisi chimica | Cl minore 300 mg/l |
| Contenuto acido solfidrico | Analisi chimica | minore 50 mg/l |
| Contenuto totale di sali minerali | Analisi chimica | minore 3000 mg/l |
| Contenuto di sostanze organiche | Analisi chimica | minore 100 mg/l |
| Contenuto di sostanze solide sospese | Analisi chimica | minore 2000 mg/l |

2.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

2.3.1 Le forme di controllo obbligatorie

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;



- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

2.3.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.



Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

I prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

2.3.2.1 Il caso dell'unità marcata scorporata

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

2.3.2.2 L'attestato di qualificazione

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.



2.3.2.3 Centri di trasformazione

Le Nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

2.3.2.3.1 Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

2.3.2.3.2 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

2.3.3 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.



I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella Tabella 3.

Tabella 3 - Tipi di acciai per cemento armato

| Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti | Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata) |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) | B450C ($6 \leq \varnothing \leq 50$ mm) |
| FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate) | B450A ($5 \leq \varnothing \leq 12$ mm) |

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 Nuove norme tecniche):

- **UNI EN ISO 15630-1** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
- **UNI EN ISO 15630-2** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y , con $f_{(0,2)}$.

La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5$ °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di A_{gt} , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m , bisogna considerare che:

- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m/2000$$

dove

A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo F_m



R_m è la resistenza a trazione (N/mm^2).

La misura di A_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza r_2 di almeno 50 mm o $2d$ (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r_1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

2.3.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura ce.

Le barre sono caratterizzate dal diametro f della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

2.3.4.1 La sagomatura e l'impiego

Le Nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.



2.3.4.2 Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\phi_{\min}/\phi_{\max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma **uni en iso 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio b450a oppure b450c saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.



2.3.5 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario

2.3.5.1 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti a uno stesso diametro devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle norme tecniche. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso, occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

2.3.5.2 Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i



requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.



3. APPARECHIATURE IDRAULICHE

3.1 TIPOLOGIA DI APPARECCHIATURE

Tutte le apparecchiature dovranno essere compatibili con le caratteristiche idrauliche e chimico-fisiche del fluido convogliato.

Tutte le apparecchiature, anche se provviste di attuatore elettrico, dovranno essere corredate da volantino per l'eventuale manovra manuale e/o per interventi di manutenzione.

Le operazioni di chiusura dovranno avvenire sempre con rotazione destrorsa del volantino.

Le apparecchiature dovranno essere corredate di quanto necessario per la loro giunzione (bulloni, dadi, rondelle, flange e cartelle, manicotti, ecc.) con tubazioni e/o pezzi speciali di qualsiasi materiale e/o con altre apparecchiature.

Tutti i materiali delle superfici destinate a venire a contatto con l'acqua dovranno essere certificati ai sensi del Decreto del Ministero della Salute n. 174 del 06/04/2004.

Tutte le apparecchiature idrauliche saranno fornite con caratteristiche compatibili con i loro alloggiamenti (DN congruo) e le condizioni di pressione necessaria (PN).

3.1.1 Saracinesche a cuneo gommato

Saracinesca cuneo gommato in ghisa sferoidale a corpo piatto e vite interna, corpo e coperchio in ghisa GS400 con 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), cuneo rivestito in elastomero EPDM, albero in acciaio inossidabile, madrevite in bronzo; flangiata e forata a norma UNI EN 1092-1, pressioni nominali di prova e esercizio a norma UNI 1284. La pressione di esercizio delle saracinesche e il diametro sono riportati negli appositi elaborati grafici.

3.1.2 Filtro ad H ad alta capacità

Filtro in linea a cassetta a protezione dalle impurità realizzato con le seguenti caratteristiche:

- Corpo e coperchio in ghisa sferoidale EN-GJS-400-18 con rivestimento epossidico;
- Tronchi di collegamento flangiati a forma divergente - convergente che aumentano la superficie di passaggio ostruita dall'organo filtrante per la massima riduzione delle perdite di carico;
- Cestello curvato in acciaio inossidabile EN 1.4401 (AISI 316);
- Griglia di supporto in ghisa sferoidale con rivestimento anticorrosivo;
- Coperchio superiore smontabile per consentire l'ispezione e la pulizia della maglia del filtrante completo di dado in acciaio inossidabile con vite di spurgo manuale dell'aria;
- Tenuta per mezzo di guarnizione OR con alloggiamento nel corpo;
- Maglia del filtro: minimo 2x2 mm;



- Bulloni di serraggio in acciaio inox EN 1.4305;
- Predisposizione inserimento di una valvola di spurgo manuale o automatica programmabile per una pulizia rapida e veloce.

Dati tecnici: esecuzione flangiata con foratura delle flange secondo PN e norma EN 1092-2.

Il dettaglio delle perdite di carico in dm.c.a è riportato nella seguente tabella.

| ↓ v DN → | 40 | 50 | 60 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,5 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 1 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,36 | 0,25 | 0,31 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 2 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,43 | 1,02 | 1,22 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 |

3.1.1 Valvola tipo Clayton - pozzetto Varsaia

Valvola automatica di regolazione del tipo a singola camera certificata da ente terzo per la conformità alla direttiva europea 2014/68/UE. Con funzione di regolazione della pressione di rete e sfioro della minima portata in eccesso.

Caratteristiche costruttive:

- Fusione di ghisa sferoidale EN-GJS-400-18;
- Corpo, coperchio, otturatore e rondella superiore sono integralmente protetti dalla corrosione da uno strato epossidico applicato con trattamento termico. Tutte le altre parti metalliche interne sono realizzate in acciaio inossidabile con qualità da EN 1.4301 a EN 1.4401 (AISI 316);
- L'otturatore è di forma cilindrica a sezione costante, non piatta o rastremata;
- Il gruppo mobile è serrato per mezzo di un solo dado, senza viti o minuterie addizionali;
- Il gruppo mobile deve essere vincolato da guide prive di tenute morbide poste all'interno del corpo valvola in corrispondenza delle estremità dello stelo;
- L'anello di tenuta in gomma è vincolato su 3 ½ lati, ha sezione rettangolare con elevato spessore;
- Il contro-seggio a disco è realizzato con speciale profilo parabolico oppure con spigolo a 5° antifrizione per l'ottimizzazione del comportamento alle minime portate;
- La membrana è prodotta in gomma rinforzata tramite trame di Nylon;
- La regolazione si ottiene tramite un circuito di comando con le seguenti caratteristiche e parti:
 - Componenti realizzati interamente in acciaio inossidabile;
 - Filtro di protezione, pastiglia con foro calibrato e rubinetti a spillo non inseriti in alloggiamento monoblocco ed ispezionabili in maniera indipendente;
 - Piloti a 2 vie con disco otturatore guidato senza interferenza con il passaggio d'acqua e membrana serrata per mezzo di rondella elastica



- Tubazioni e raccordi totalmente in acciaio inossidabile;
- I collegamenti scomponibili devono essere del tipo a sede piana privi di guarnizioni.

Dati tecnici: esecuzione a passaggio guidato, DN 80 PN 40.



4. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

4.1 FILATURA, DISGAGGIO E DECESPUGLIAMENTO

Filatura, disgaggio e decespugliamento devono essere eseguiti con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da non danneggiare le aree non coinvolte dall'intervento ed in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro. Le attività devono essere eseguite con mezzi ed attrezzature adatte senza compromettere la rinnovazione arborea ed arbustiva naturale. Ove necessitasse si procederà alla regolarizzazione del terreno con ricarico e pareggio dello stesso, l'eliminazione della vegetazione in esubero, l'abbattimento dei volumi in roccia in equilibrio precario.

4.2 TAGLIO ALBERI

Per esemplare arboreo si intende una pianta con diametro superiore a 12 cm. Il taglio degli esemplari arborei dovrà avvenire raso terra. Durante la fase di abbattimento le piante dovranno essere indirizzate verso zone non pericolose per l'incolumità delle persone. Dovrà essere presa ogni precauzione al fine di non danneggiare edifici o altre strutture, le piante circostanti, la rinnovazione forestale, soprattutto nei popolamenti che verranno parzialmente tagliati, nonché la stessa pianta abbattuta. Qualsiasi tipo di danno sarà da attribuirsi esclusivamente all'impresa.

Il taglio dovrà essere netto, privo di pettini o sbavature. La pianta dovrà mantenere integro il suo valore commerciale. Dovranno essere inoltre evitate scortecciature o altre rotture del fusto in fase di abbattimento. Una volta abbattuta, la pianta dovrà essere sramata, tagliando i rami a filo del tronco e privata del cimale. Il materiale idoneo alla produzione di travi non dovrà essere depezzato. Il materiale non idoneo alla produzione di travi, andrà depezzato in topi da 1 m di lunghezza o se, eventualmente idoneo, depezzato con misure adatte ad interventi di ingegneria naturalistica a completa discrezione della Direzione Lavori. La ramaglia e il cimale dovranno essere allontanati, accumulati nel luogo indicato dalla Direzione Lavori e sottoposti a cippatura.

La vegetazione forestale con diametro compreso tra 7 e 12 cm dovrà essere tagliata a raso, il materiale di risulta allontanato e accumulato nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori. Se idoneo, questo materiale dovrà essere utilizzato per interventi di ingegneria naturalistica, in caso contrario dovrà essere sottoposto a cippatura. L'Impresa appaltatrice riutilizzerà il materiale esboscato idoneo per gli interventi di ingegneria naturalistica nell'ambito del cantiere secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

4.3 DEMOLIZIONI

4.3.1 Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi prima dell'inizio delle demolizioni dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas e allacci di fognature nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.



Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

4.3.2 Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

4.3.3 Idoneità delle opere provvisionali

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie a evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

4.3.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.



4.3.5 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

4.3.6 Proprietà degli oggetti ritrovati

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore nell'esecuzione dei lavori scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

4.3.7 Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando a giudizio della direzione dei lavori possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà a essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.



4.4 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E SBANCAMENTI IN GENERALE

4.4.1 Generalità

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezioni obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

4.4.2 Ricognizione

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

4.4.3 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

4.4.4 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

4.4.5 Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

4.4.6 Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo con le tolleranze ammesse.



Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

4.4.7 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

4.4.7.1 Pompe di aggettamento

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

4.4.7.2 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

4.4.8 Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.



4.4.9 Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica - se siano da temere emanazioni di gas pericolosi - l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

4.4.10 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché naturalmente alla direzione dei lavori.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

4.4.11 Manutenzione degli scavi

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire. Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

4.5 RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.



4.6 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o 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 adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora 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.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

4.7 CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

4.7.1 Confezione, trasporto e posa in opera del cls per strutture in cls semplice e armato

4.7.1.1 Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno



essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorquando quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

4.7.1.2 Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.



Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

4.7.1.3 Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

4.7.1.3.1 Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

4.7.1.3.2 Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.



I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad $1/3$ del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a $1/3$ del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

4.7.1.3.3 Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

4.7.1.3.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:



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

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

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

4.7.1.3.5 Getto del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.



4.7.1.3.6 Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

4.7.1.3.7 Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $\geq +5$ °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è ≤ 0 °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm²), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.



Il valore limite (5 N/mm^2) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella Tabella 4 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 4 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto.

| Dimensione minima della sezione (mm^2) | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|
| < 300 | 300 ÷ 900 | 900 ÷ 1800 | > 1800 |
| Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera | | | |
| 13 °C | 10 °C | 7 °C | 5 °C |
| Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione | | | |
| 1,15 °C/h | 0,90 °C/h | 0,70 °C/h | 0,45 °C/h |

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

4.7.1.3.8 Riprese di getto

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:



- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

4.7.1.3.9 Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.



La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

4.7.1.3.10 Stagionatura

a) Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di $70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

b) Protezione in generale

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.



Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

c) Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

d) Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;



- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

4.7.1.4 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

4.7.1.4.1 Caratteristiche delle casseforme

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

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

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

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.



La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

4.7.1.5 Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

4.7.1.6 Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

4.7.2 Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

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



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

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni 3 dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

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

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

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

4.7.2.1 Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

4.7.3 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.



Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

4.7.3.1 Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

4.8 ESECUZIONE DI STRUTTURE PREFABBRICATE

4.8.1 Programma di montaggio

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

4.8.2 Identificazione degli elementi

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

4.8.3 Stoccaggio

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

4.8.4 Verifiche preliminari

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

4.8.5 Giunti e unioni

e) posa e regolazione

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le



tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione per evitare concentrazioni di sforzi.

f) dispositivi provvisori di vincoli

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

g) esecuzione dei giunti e delle unioni

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo. I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e inoltre devono avere scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

c1) giunti

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

c2) unioni

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo. Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e l'umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua. Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione. Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento. Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera tale che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice. Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.



4.8.6 Posa in opera dei pannelli

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli. Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

4.8.7 Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato, secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti. I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista. La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

4.9 FONDAZIONI DIRETTE

4.9.1 Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.



4.9.2 Controllo della rispondenza tra i parametri geotecnici assunti in progetto e quelli effettivi

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

4.9.3 Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

4.10 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

4.10.1 Spessore minimo dei muri

Lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai valori riportati nella Tabella 5.

Tabella 5 - Tipo di muratura e relativo spessore minimo.

| Tipo di muratura | Spessore minimo (mm) |
|-------------------------------------------------------|----------------------|
| Muratura in elementi resistenti artificiali pieni | 150 |
| Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni | 200 |
| Muratura in elementi resistenti artificiali forati | 240 |
| Muratura di pietra squadrata | 240 |
| Muratura di pietra listata | 400 |
| Muratura di pietra non squadrata | 500 |

4.10.2 Cordoli di piano e architravi

A ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio e larghezza almeno pari a quella del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm², le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e comunque per non meno di 12 cm e adeguatamente ancorate a esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, efficacemente ammortato alla muratura.



4.10.3 Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

4.10.4 Muratura armata

4.10.4.1 Gli aspetti generali

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel conglomerato cementizio.

4.10.4.2 Le barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da acciaio con rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo 11.3 delle Nuove norme tecniche.

È ammesso per le armature orizzontali l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impiego di altre armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle pertinenti normative di comprovata validità.

In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosione.

Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano armatura nei letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al controllo della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dello 0,03% dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della resistenza fuori piano).

Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza nel piano o quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5% e non potrà avere interasse superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05% né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 2 cm² dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, a ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e comunque a interasse non superiore a 4 m.

La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestruzzo di riempimento, deve in ogni caso essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfaldamento della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, piegature o forcelle o in alternativa mediante opportuni dispositivi meccanici di comprovata efficacia.



La lunghezza di ancoraggio richiesta per barre dritte può essere calcolata in analogia a quanto usualmente fatto per le strutture di calcestruzzo armato.

L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature, con una barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abbia luogo prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla tecnologia usata, la lunghezza di sovrapposizione deve essere di almeno 60 diametri. La malta o il conglomerato di riempimento dei vani o degli alloggi delle armature deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

4.10.4.3 Gli aspetti di dettaglio

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con alcune eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possono essere utilizzate per le armature orizzontali armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

4.10.4.4 Le fondazioni

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizzando le sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrispondenza di aperture nelle pareti soprastanti.

Qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato in pareti di cemento armato, esso può essere considerato quale struttura di fondazione dei sovrastanti piani in muratura portante, nel rispetto dei requisiti di continuità delle fondazioni.



4.10.5 Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai

4.10.5.1 Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così, con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura, si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm. A richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

4.10.5.2 Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame, da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature, si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli. Negli strati inferiori si dovrà impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

4.10.5.3 Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo, riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale e in



contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

4.10.6 Criteri generali per l'esecuzione

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessioni.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro.

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

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

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

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.

4.10.6.1 Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in opera con le connessioni alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessioni.



Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve essere eseguito con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammortate con la parete interna.

Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete, e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino a un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

4.10.6.2 Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto *a cassa vuota* deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.

La doppia parete deve essere dotata di collegamenti trasversali.

La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti a una testa;



- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita un'arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

4.10.7 Facce a vista delle murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (a opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento cosiddetto *con pietra rasa e teste scoperte* (a opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

Nel paramento definito *a mosaico grezzo*, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento cosiddetto *a corsi pressoché regolari*, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento definito *a corsi regolari*, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi e, ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.



Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito strumento, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

4.11 RETI DI PROTEZIONE IN RETE METALLICA ZINCATA IN ADERENZA

Si prevede la fornitura e posa in opera, in condizioni di perfetta aderenza al suolo, di teli bordati a terra in rete metallica zincata con maglia cm 8*10 plasticata per consolidamento pendici e consolidamento ammassi litoidi incoerenti. Si tratta di interventi da effettuarsi ad alta quota in pendice, su parete sub -verticale a qualsiasi altezza dal piano di campagna e come ed ove esclusivamente riportato in computo.

È prevista la posa di teli bordati realizzati con filo Galfan da mm. 2.70 di diametro resistente (in acciaio trafilato a freddo con rivestimento in bagno galvanico a caldo in lega eutettica di zinco alluminio e ceriolantano, Classe A, con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm²), con protezione esterna plasticata da mm. 0.50 di spessore in colore grigio (rivestimento in polimero plastico applicato per estrusione) a lunga durabilità, ovvero filo con anima metallica da mm. 2.70 di diametro e diametro esterno plasticato da mm 3.70, la rete sarà a maglia esagonale da mm. 80 *100 del tipo a doppia torsione.

È inclusa e omnicompensata la fornitura dei materiali e la posa in opera degli stessi, sulle pendici di intervento e/o sugli ammassi litoidi incoerenti da consolidare.

Sono inclusi i sistemi di ancoraggio sostegno e contenimento così costituiti:

- funi correnti d'acciaio, disposte longitudinalmente al piede ed in sommità di rete, del diametro $\varnothing_i = 12-14$ mm, del tipo a trefoli con filo elementare zincato avente carico di rottura minimo garantito non inferiore a quello previsto dalla tabella UNI corrispondente alla formazione della fune impiegata, (posta in kg/mm² 180 la classe di resistenza del filo elementare). All'estremità le funi saranno fissate per mezzo di giunzione morsettata con l'impiego di tre morsetti per ogni estremità posti a distanza superiore a sette volte il diametro della fune, con la possibilità di fungere da dissipatori di energia;
- funi correnti d'acciaio, disposte verticalmente dalla sommità al piede di rete, del diametro $\varnothing_i = 12$ mm, del tipo a trefoli con filo elementare zincato avente carico di rottura minimo garantito non inferiore a quello previsto dalla tabella UNI corrispondente alla formazione della fune impiegata (posta in kg/mm² 180 la classe di resistenza del filo elementare). All'estremità le funi saranno fissate per mezzo di giunzione morsettata con l'impiego di tre morsetti per ogni estremità posti a distanza superiore a sette volte il diametro della fune, con la possibilità di fungere da dissipatori di energia.



- Barre di acciaio di ancoraggio FeB 44k zincato del diametro $\phi =$ mm. 24 e della lunghezza di mt. 3.00 disposte ad interasse di 3x3 m, con funzione di ancoraggio sia della rete metallica sia delle funi ad andamento diagonale (reticolo di contenimento in fune); gli ancoraggi saranno dotati di idoneo sistema di aggancio/ancoraggio cavi /funi del tipo a golfari zincati.

Le barre d'acciaio di ancoraggio saranno posizionate su foro eseguito in qualsiasi tipo di terreno costituente impianto (diametro foro mm. 36), anche su roccia, opportunamente colmato con malta grassa a pressione (5/10 volte il volume teorico del foro), dosata a kg. 600 di cemento tipo R 32.5. Si precisa che le lunghezze di infissione delle cambre in acciaio potranno essere anche superiori a quelle stabilite, questo in dipendenza della natura delle terre di impianto e secondo le disposizioni insindacabili della D.L.

Nel prezzo di applicazione è compresa la fornitura integrale a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti comunque di tipo certificato secondo norma UNI EN ISO 9001- 9002, gli sfridi e le lavorazioni particolari da effettuarsi anche in cantiere, gli oneri di stesa e cucitura delle reti, gli oneri di stesa ancoraggio reti/funi alle cambre e morsettamento dei cavi. Altresì comprese: le lavorazioni particolari, i materiali di consumo, le assistenze, i noli specifici, gli elevatori, i puntoni, le scale, i compressori, le slitte di perforazione accessoriate, i ponteggi, le piattaforme idrauliche di elevazione a sbraccio con cestello/piattaforma d'opera per il sollevamento il posizionamento l'operatività in quota delle attrezzature dei materiali e degli operai, altresì compreso quanto altro occorrente anche se non espressamente citato per esecuzioni a perfetta regola d'arte e comunque collaudabili.

È previsto l'impiego di personale esclusivamente specializzato (rocciatori, con tutte le attrezzature ed i noli specifici a questi occorrenti). Inoltre incluso il pilotaggio del flusso veicolare su adiacenti viabilità in impiego. Esecuzione a qualsiasi altezza, in qualsivoglia condizione planaltimetrica e di stato al contorno, comunque in pendici scoscese particolarmente impervie e difficili, sub verticali; inclusi gli stradelli di approntamento.

4.12 REALIZZAZIONE DEL RETICOLO DI CONTENIMENTO IN FUNE

L'intervento consiste nel sovrapporre al sistema di protezione semplice (rete metallica in aderenza), un reticolo di funi a disposizione romboidale.

In particolare l'intervento consiste nelle seguenti operazioni:

- formazione di reticolo di contenimento di forma romboidale (3.0m (base) X 6.0m (altezza)) oppure 3.0m x 3.0m con funi $\phi 12.0\text{mm}$ (6x19+WS); sul perimetro esterno del rivestimento sono posizionate anche delle funi di contenimento verticali; la fune da utilizzare è di tipo a trefoli con resistenza unitaria del filo elementare di 1770N/mm^2 (UNI ISO 2408) zincata secondo la ISO 2232;
- sulla sommità e alla base le funi del reticolo di contenimento sono bloccate sulle asole degli ancoraggi precedentemente realizzati per il posizionamento del sistema di protezione; altri ancoraggi devono essere posizionati sui bordi laterali dell'intervento e sugli incroci del reticolo romboidale in fune; questi ancoraggi sono in barra d'acciaio $\phi 24\text{mm}$ filettati ad un'estremità (+ golfaro femmina M20 secondo DIN 582) e di lunghezza pari a 3 m; le barre sono in acciaio del tipo FeB44k.



- Le barre di ancoraggio sono infisse in roccia e terreno previa formazione di fori Ø 36.0mm e iniettati con boiacca di cemento additivata con prodotti antiritiro;
- Il collegamento delle funi del reticolo agli ancoraggi si realizza con un'asola e morsetti (tipo DIN741 Ø 12mm in quantità di 3 per ogni asola);

È compreso l'onere per il lavoro eseguito fino ad un'altezza di 20.0m e per qualsiasi dimensione dell'area da proteggere, la fornitura e il trasporto di tutti i materiali necessari.

4.13 SISTEMAZIONI A VERDE

4.13.1 Pulizia dell'area cantiere

Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le opere di piantagione, tutti i materiali di risulta e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo il più in ordine possibile.

I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'Impresa a sua cura e spese.

Alla fine dei lavori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti.

Le ramaglie ed il legname di recupero sono di proprietà della Ditta appaltatrice.

4.13.2 Semina a spaglio

Modalità di esecuzione:

- 1) Preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura e successivo riporto di terreno vegetale, se il substrato è sterile.
- 2) Semina manuale o meccanica di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate (10-50 g/m²) o di fiorume (0,5-2 kg/m²)
- 3) Distribuzione di fertilizzante organico (50-150 g/m²).

La semina con il fiorume ha il vantaggio di poter impiegare specie altrimenti non presenti in commercio; ciò è importante soprattutto in aree naturali quali parchi e riserve dove andrebbe posta particolare attenzione all'introduzione di specie vegetali non appartenenti alla flora autoctona; va però ricordato che, a volte, nel fiorume non sono presenti specie molto rustiche e, quindi, si potrà utilizzarlo qualora il substrato contenga una certa quantità di humus.

Nel caso si impieghino semi piccoli o leggeri è consigliato aggiungere sabbia o argilla al miscuglio.

Il periodo di semina più idoneo è quello primaverile-estivo.

4.13.3 Risarcimento opere a verde

Per tutte le opere in verde realizzate nel presente progetto è previsto contrattualmente il risarcimento delle fallanze, che è pertanto compreso e compensato nei relativi prezzi unitari di applicazione.



In modo particolare per quanto concerne:

- il materiale di propagazione arbustivo ed arboreo messo a dimora nel corso dei lavori per la realizzazione degli interventi; è prevista la sostituzione dei soggetti non attecchiti o comunque mancanti ad un anno dall'impianto;
- gli inerbimenti realizzati nel corso dei lavori; è previsto il loro rifacimento nelle zone che dopo un anno dall'intervento sono prive di cotica erbacea o con cotica erbacea rada.

A tal fine

- per «anno» si intendono:

[a] giorni 365 consecutivi a partire dal giorno di spedizione della lettera raccomandata A.R. con cui l'Appaltatore comunica all'Amministrazione l'avvenuto completamento del collocamento a dimora del materiale di propagazione se tale operazione è avvenuta nel corso della stagione di riposo vegetativo (all'incirca dal 15 ottobre al 15 marzo);

[b] il termine della stagione vegetativa dell'anno solare successivo a quello di impianto se il collocamento a dimora del materiale di propagazione è avvenuto nel corso della stagione vegetativa (all'incirca dal 15 marzo al 15 ottobre), e sempre che siano trascorsi almeno 365 giorni consecutivi a partire dal giorno di spedizione della lettera raccomandata A.R. con cui l'Appaltatore comunica all'Amministrazione l'avvenuto completamento del collocamento a dimora di detto materiale;

[c] il termine della stagione vegetativa dell'anno solare successivo a quello di impianto per gli inerbimenti e purché siano trascorsi almeno 365 giorni consecutivi a partire dal giorno di spedizione della/e lettera/e raccomandata/e A.R. con cui l'Appaltatore comunica all'Amministrazione l'avvenuto completamento delle operazioni di inerbimento.

Non sono da considerare fallanze, e pertanto non danno luogo a risarcimento:

- per quanto concerne gli interventi con arbusti o alberi il non attecchimento o la mancanza del 15% del materiale di propagazione messo a dimora. Il non attecchimento o la mancanza del materiale di propagazione deve sempre essere risarcito, anche se le fallanze sono inferiori, per ogni tipologia di opera, al 15% del materiale propagativo messo a dimora, relativamente a quelle scoperture la cui lunghezza sia superiore a m 0,50.

- per gli inerbimenti la mancanza di cotica su superfici inferiori a 500 cmq purché il totale di queste superfici non superi il 10% dell'intera superficie oggetto di inerbimento.

La constatazione delle fallanze deve avvenire a cura dell'Amministrazione ed in contraddittorio con l'Appaltatore entro 20 giorni dalla scadenza dell'anno di cui sopra. Gli interventi di risarcimento devono avvenire, a cura e spese dell'Appaltatore, nel primo periodo utile successivo alla constatazione delle fallanze in cui è possibile provvedere a tale operazione. Per «primo periodo utile in cui è possibile provvedere a tale operazione» si intende:

- per la sostituzione del materiale di propagazione arbustivo o arboreo utilizzato per gli interventi:[a] la stagione di riposo vegetativo corrente (all'incirca dal 15 ottobre al 15 marzo) se la constatazione del mancato



attecchimento o della mancanza avviene nel corso di detta stagione e prima degli ultimi 30 giorni naturali e consecutivi della stessa o [b] i primi 30 giorni naturali e consecutivi della stagione di riposo vegetativo immediatamente successiva se tale constatazione avviene negli ultimi 30 giorni naturali e consecutivi della stagione di riposo vegetativo, o [c] i primi 60 giorni naturali e consecutivi della stagione di riposo vegetativo immediatamente successiva se tale constatazione avviene nel corso della stagione vegetativa;

- per i risarcimenti degli inerbimenti la primavera o l'autunno immediatamente successivo alla constatazione delle fallanze.

4.13.4 Manutenzione per il periodo di garanzia

La manutenzione che l'Impresa esecutrice è tenuta ad effettuare, durante il periodo di garanzia fino al collaudo, sarà prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprende le seguenti operazioni:

- gli innaffiamenti;
- ripristino conche e rinalzo;
- il diserbo e le falciature;
- le concimazioni;
- le potature;
- l'eliminazione e la sostituzione delle piante morte;
- la risemina delle parti non perfettamente riuscite dai tappeti erbosi;
- la difesa dalla vegetazione infestante;
- il controllo e la sistemazione dei danni causati da erosione;
- il ripristino della verticalità delle piante;
- il controllo, la risistemazione e la riparazione dei pali di sostegno, degli ancoraggi e delle legature;
- il controllo degli attacchi d'insetti e parassiti e dalle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere dovrà aver inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino a collaudo avvenuto.

Ogni nuova piantagione dovrà essere mantenuta con particolare cura fino a quando non sarà manifestamente evidente che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), abbiano ben attecchito e siano in buon sviluppo.

L'Impresa esecutrice provvederà ad innaffiare tutti gli alberi, gli arbusti, le tappezzanti i tappeti erbosi ed ogni altra piante messa a dimora, per tutto il periodo precedente il passaggio di consegna, bagnando le aree interessate in modo tale da garantire un ottimo sviluppo delle piante stesse.



Le innaffiature saranno in ogni caso ripetute e tempestive e variate in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale. Non dovrà essere in alcun caso eccessiva, onde evitare sprechi d'acqua e deve avere una natura del tutto transitoria.

Se necessario, nei periodi eccessivamente caldi e/o di prolungata siccità l'impresa è tenuta, ogni tre settimane circa, a effettuare un'innaffiatura supplementare.

Le modalità d'esecuzione dell'irrigazione dipendono dalla quantità e dalla forma in cui l'acqua è disponibile.

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori d'impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

Secondo l'andamento stagionale, del clima e delle caratteristiche di specie, l'impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rinalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, la Ditta provvederà, durante lo sviluppo delle specie prative e fino al passaggio di consegna, alle varie falciature del tappeto erboso.

Le falciature dovranno essere tempestive ed essere eseguite quando le essenze prative raggiungono un'altezza di 10 cm circa, regolando il taglio, secondo la specie e della stagione, a 3,5 cm da terra.

L'erba tagliata sarà immediatamente rimossa e depositata nei luoghi di raccolta del materiale vegetale di risulta. Tale intervento sarà eseguito con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

La sostituzione avverrà in rapporto all'andamento stagionale, inderogabilmente effettuate nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

L'eventuale impiego di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi dovranno essere soggette a sarchiature periodiche.

Le concimazioni dovranno essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

Le potature di formazione e rimonda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre di specie identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

Analogamente, epoca e condizioni climatiche permettendo, l'Impresa riseminerà ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle essenze prative, oppure sia stata, dopo tre sfalci dalla semina iniziale, giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

Durante l'operazione di manutenzione l'Impresa dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacchiane quando previsto dal progetto.



L'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza e quindi non dovuti a danni di forza maggiore.

L'Impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità.

È competenza dell'impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.



5. OPERE IN PROGETTO

5.1 TUBAZIONI

5.1.1 Tubazioni in PEAD

Tubi di PEAD di colore nero con bande azzurre coestruse per il trasporto di acqua potabile / da potabilizzare, conformi alla norma UNI EN 12201-2, rispondenti alle prescrizioni igienico sanitarie del Min. della Sanità relative ai manufatti per liquidi alimentari, (Dec. Min. n.174 del 6 aprile 2004).

Prodotti da azienda dotata dei seguenti sistemi di gestione:

- **QUALITÀ secondo UNI EN ISO 9001**
- **AMBIENTE secondo UNI EN ISO 14001**
- **SICUREZZA secondo BS OHSAS 18001**

che dovranno essere certificati e validati da ente terzo accreditato.

Il prodotto dovrà recare per esteso il marchio di conformità, riferito alla normativa di costruzione, rilasciato da un Organismo di certificazione di parte terza accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (certificazione di conformità di prodotto) e tutti gli altri elementi previsti dalla norma

5.1.2 Tubazioni in PVC

Tubi in PVC (polivinilcloruro rigido non plastificato), a parete compatta aventi classe di rigidità nominale SN 8 (kN/m²), diametro di 250, 315, 500 e 800 (mm) conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice di applicazione "U" (all'esterno della struttura dell'edificio) e "UD" (sia interrati entro la struttura dell'edificio sia all'esterno dell'edificio).

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione; il PVC deve essere almeno l'80% sulla miscela totale, e la formulazione deve garantire la prestazione dei tubi nel corso dell'intera vita dell'opera.

Il sistema di giunzione a bicchiere, deve essere con anello di tenuta in gomma conforme a UNI EN 681/1, realizzato con materiale elastomerico.

La marcatura deve essere, su almeno una generatrice del tubo, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401, contenere almeno con intervalli di massimo 2 metri le seguenti informazioni:

1. il nome del fabbricante o marchio commerciale,
2. il numero della norma di riferimento UNI EN 1401-1,
3. il codice area di applicazione U o UD,
4. il materiale PVC-U,
5. il diametro nominale,



6. lo spessore o il rapporto standard dimensionale SDR,
7. la classe di rigidità nominale SN,
8. la data di produzione, numero di trafilatura e numero di lotto,
9. il marchio di conformità.

Il colore deve essere mattone RAL 8023 e/o grigio RAL 7037. Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta.

5.1.2.1 Sistema qualità e certificazioni

Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno essere in possesso di certificato di conformità alle norme UNI EN ISO 9002 rilasciato secondo UNI CEI EN 45012 da ente o istituto accreditato Sincert.

Le ditte produttrici di tubi e raccordi dovranno rilasciare copia dei Certificati di Conformità del prodotto rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da ente o istituto terzo indipendente accreditato Sincert.

5.1.2.2 Modalità di posa in opera e collaudo

L'impresa appaltatrice dovrà installare le tubazioni attenendosi ai requisiti della norma ENV 1046 e operando con la migliore "regola d'arte".

L'impresa appaltatrice deve collaudare la condotta in cantiere, sotto la supervisione della Direzione Lavori, in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 1610.

5.1.3 Tubazioni in C.A.

Tubi in cemento armato a compressione radiale turbocentrifugato circolari con diametro interno di 1000 mm, in conformità con le norme DIN 4035 – UNI EN 1916:04 (CE).

Le tubazioni sono provviste di armatura a spirale in acciaio tipo B450A dimensionata per carichi stradali di 1° categoria (strade carrabili secondo D.M. 17/01/18) risultante da calcolo statico. Il giunto a bicchiere in gomma elastomerica compatta con sezione a cuspidi conforme alle norme UNI EN 681/1 applicata in stabilimento nell'apposita sede del maschio tubo. Il cemento è del tipo Portland II/A – LL 42,5 R secondo UNI EN 197/1 e marchiato CE. Il calcestruzzo è della classe C40/50 – Rck 50 N/mm², realizzato con acqua naturale con contenuto in cloruri e solfati secondo norma UNI EN 1008:03 ed inerti provenienti conformi alle norme UNI EN 12620.

5.1.4 Tubazioni in ghisa

Tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale secondo norme ISO 2531- Art.017 91 e UNI EN 545 – FM Approved, classe da K9 a K20 in base alla pressione di utilizzo e DN. Tubi rivestiti internamente con malta di cemento d'altoforno applicata per centrifugazione; esternamente e all'interno del bicchiere con zincatura a caldo con minimo 200 g/m² di zinco e conseguente strato protettivo dell'intera superficie zincata in poliuretano tipo PUR-L secondo norme Onorm B 2560/N, spessore minimo 120 micron.



Tenuta idraulica realizzata mediante l'inserimento di guarnizione in EPDM secondo EN 681 con marchiatura VRS-T tipo a coda di rondine, da inserirsi all'interno del bicchiere in apposita sede. Sulla guarnizione saranno vulcanizzati i dati identificativi, quale tipologia di materiale, codice, tipologia guarnizione, data di produzione, EN 681-1/WAL/50 W270.

Condotte dotate di giunto speciale antisfilamento di tipo "meccanico" costituito da inserti metallici scorrevoli inseriti in apposita sede e ruotati per garantire la tenuta ed il bloccaggio sul cordone (di altezza minima 5 mm) saldato sull'estremità liscia, e da elementi di sicurezza cilindrici in gomma NR. Il montaggio e lo smontaggio del giunto antisfilamento meccanico avvengono senza l'utilizzo di alcuna attrezzatura. Il sistema antisfilamento è provvisto di certificato da prova di tipo di cui all' art. 7.2 della UNI EN 545.

Il cordone saldato dovrà essere realizzato presso la fabbrica di produzione, ripristinando la zincatura a caldo e il rivestimento in Poliuretano Pur dei tubi nella parte interessata dalla lavorazione. Il giunto antisfilamento meccanico dovrà essere del tipo facilmente smontabile, senza l'utilizzo di attrezzature atte allo scopo; assemblato con i dispositivi antisfilamento, dovrà permettere la completa rotazione della condotta sul proprio asse. Il materiale smontato dovrà essere recuperabile secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Tutte le condotte in ghisa dovranno essere dotate di giunto antisfilamento.

Il dispositivo antisfilamento meccanico dovrà consentire l'angolazione tra tubo – tubo o tubo – pezzo speciale in funzione delle necessità di cantiere garantendo in ogni condizione la tenuta idraulica e meccanica del giunto. La capacità di angolazione minima dovrà risultare dalle prove di Tipo prestazionali di cui all' art. 7.2 della UNI EN 545 con le seguenti caratteristiche prestazionali pressione/angolazione:

- Da DN80 a DN150 (PN100) angolazione 5°
- Da DN200 a DN300 (PN100) angolazione 4°
- DN400 (PN63) angolazione 3°
- DN500 (PN50) angolazione 3°
- DN600 (PN40) angolazione 1,5°
- Lunghezza utile tubo 5 m + bicchiere, lunghezze ammissibili 4 – 4,5 – 5 m
- Rinterro con materiale di scavo vagliato con benna maglia 8 x 8 cm

La pressione nominale del giunto antisfilamento (sistema giunto-tubazione) dovrà essere maggiore o uguale a 100 bar per DN 80, 64 bar per DN da 100 mm a 150 mm, 64 bar per DN da 200 mm con l'utilizzo di un terzo elemento metallico nel giunto speciale antisfilamento, 40 bar per DN 300 mm, 30 bar per DN da 400 mm a 600 mm.

5.1.4.1 Modalità di posa in opera e collaudo

L'impresa appaltatrice dovrà installare le tubazioni attenendosi ai requisiti della norma vigente e operando con la migliore "regola d'arte".



L'impresa appaltatrice deve collaudare la condotta in cantiere, sotto la supervisione della Direzione Lavori, in ottemperanza alle norme vigenti e secondo i metodi previsti dalla norma UNI ISO 10802.

5.1.5 Tubazioni in acciaio

I tubi in acciaio per trasporto di acqua potabile dovranno essere del tipo saldati, lisci o con giunto a bicchiere, conformi alla norma UNI 10224/2003, dovranno avere rivestimento esterno in triplo strato di polietilene estruso conforme alla norma UNI 9099/1989 e rivestimento interno in resine epossidiche speciali idonee al contatto con acqua potabile conformemente al D.M. n° 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/78).

I tubi dovranno presentarsi perfettamente diritti e circolari, privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego. Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego); le singole partite di fornitura dovranno essere accompagnate dalla documentazione relativa alle prove eseguite in stabilimento per la caratterizzazione dei materiali impiegati

5.1.6 Modalità di scavo

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia in quello planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie, allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.



Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

5.2 GIUNZIONI

Il collegamento fra gli elementi avverrà tramite bicchiere con guarnizione elastomerica di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1.

Tutti i giunti delle tubazioni in ghisa dovranno essere del tipo antisfilamento, secondo quanto descritto al §5.1.4.

Le guarnizioni elastomeriche ad anello devono avere un rinforzo rigido interno in materiale plastico ed essere premontate in fabbrica durante le fasi di lavorazione in modo da risultare preinserite e solidali col bicchiere.

Le guarnizioni devono garantire la tenuta delle giunzioni e la costanza nel tempo delle caratteristiche richieste. Le mescole di fabbricazione devono, in ogni caso, essere esenti da rigenerato.

Per l'accettazione delle guarnizioni fornite è effettuato il controllo dell'aspetto generale e della finitura, verificando che presentino omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la superficie si deve presentare liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

La traccia di bava in corrispondenza alla linea di chiusura delle due parti dello stampo deve essere uniforme, molto sottile, in modo da non pregiudicare la tenuta delle guarnizioni in esercizio.

5.3 ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI

Il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi, dovrà accertarsi che:

- h) la Ditta produttrice possieda un Sistema Aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- a) sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i tubi siano conformi alle norme UNI EN 12201 e la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i tubi forniti siano conformi al presente disciplinare.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà dal COMMITTENTE procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive.



5.4 POZZETTI IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN CLS

Pozzetti rinforzati quadrati in cemento con impronte a frattura aventi dimensioni interne come da progetto; prolunghes per pozzetti quadrati rinforzati in cemento aventi dimensioni interne come da progetto.

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cm², con durezza di 40 ± 5° IHRD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, pr EN 681.1, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

5.5 CHIUSINI E GRIGLIE

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124. A posa avvenuta, la superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi a perfetta quota del piano campagna. Salvo contrarie disposizioni della Direzione Lavori, i cavi delle condotte saranno riempiti, dopo la posa in opera dei tubi, solo dopo l'esito favorevole delle prove a pressione, di resistenza e di tenuta.

5.6 MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

Per la posa delle tubazioni, interrate e fuori terra, si raccomanda l'osservazione dei principi e delle indicazioni riportate nella norma ENV 1046. Entrambe le suddette norme (di progettazione e di posa) forniscono i dati relativi alla scelta degli inerti utilizzabili (o da escludere) per la formazione del letto di posa e del rinfiacco

5.6.1 Trasporto dei tubi

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità.

Bisogna sostenere, inoltre, i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni. Le imbracature per il fissaggio del carico possono realizzate con funi o con bande di canapa, nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano danneggiati.

5.6.1 Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.



Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità. Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura “da non usare” e segregato in apposita zona. Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti.

Nell'impiego della gru dovrà essere usato un sistema di comunicazione efficace tra l'operatore al comando della gru e l'operatore che si trova a terra.

5.6.2 Accatastamento dei tubi

La soluzione ottimale di accatastamento tubi è realizzata con gabbie di legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi. Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite.

Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale, e con ogni altra opera già esistente.

I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento.

5.6.3 Conservazione dei materiali

E' indispensabile predisporre le misure necessarie affinché, in caso di stoccaggio non breve, siano disponibili locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi e dei raccordi plastici, allo scopo di evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico - chimico – meccaniche dei materiali.

I raccordi possono essere imballati in differenti modi, in base alla forma, dimensione e tipo di trasporto; se forniti sfusi, si deve aver cura di non ammucciarli disordinatamente, evitando urti fra loro e con altri materiali pesanti. In ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari, fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

5.7 SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

5.7.1 Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, a eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori e a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.



Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore - si sia dato corso, secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

5.7.2 Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente a un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

5.7.3 Realizzazione degli scavi

5.7.3.1 Opere provvisorie

Le opere provvisorie in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza (POS), secondo le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008.



5.7.3.2 Scavi per tubazioni e manufatti

Lo scavo per la posa delle condutture in genere dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi alla profondità indicata nei profili di posa o al momento della consegna, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in conseguenza dell'andamento altimetrico del terreno e delle esigenze di posa.

Il terreno di risulta dello scavo per quanto riguarda lo strato superficiale di terra vegetale costituente la parte coltivabile del terreno stesso, dovrà essere accumulato separatamente dagli altri tipi di terreno di risulta lungo lo scavo stesso se possibile, oppure su depositi indicati dall'Amministrazione.

Gli scavi per la posa delle condutture saranno eseguiti con i mezzi d'opera che l'appaltatore riterrà più convenienti con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo, ricavando opportuni allargamenti e nicchie in corrispondenza delle camerette.

É in facoltà della Direzione Lavori di ordinare che gli scavi siano eseguiti completamente a mano e cioè senza l'impiego di mezzi meccanici ogni qualvolta lo scavo a mano garantisca la realizzazione di economie sul ripristino di manti stradali.

Il fondo dello scavo verrà regolato secondo la prescritta livelletta. Sorgendo dell'acqua di infiltrazione dal terreno circostante o raccogliendosi nel cavo in caso di pioggia, l'impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese, con adeguata attrezzatura, gli esaurimenti necessari.

Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, l'impresa dovrà provvedervi di propria iniziativa, adottando tutte le precauzioni occorrenti per impedire i franamenti e restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose.

É a carico dell'Impresa il carico, trasporto e scarico a rifiuto del materiale eccedente in discariche o se richiesto dall'Amministrazione Appaltante in luoghi indicati dalla stessa entro il territorio comunale, intendendosi per materiale eccedente quello relativo al volume dei manufatti e condotte inseriti nello scavo e della fondazione e pavimentazione stradale ivi compreso l'aumento di volume del materiale stesso dovuto allo scavo.

Se il terreno d'appoggio del tubo e quello di rinterro non risultasse idoneo questo, su benestare della Direzione Lavori, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto, la cui fornitura in opera sarà pagata a prezzi di elenco. Il materiale di rifiuto relativo al terreno d'appoggio e di rinterro dovrà essere trasportato in discarica.

Per la continuità del transito si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra impresa ed interessati per una temporanea sospensione del transito.

In particolare l'impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose e se occorre custodite. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada saranno disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa dovrà rendere possibile in posizioni opportune lo scambio di veicoli. L'impresa assume la completa responsabilità di eventuali danni a persone o cose derivanti dalla mancata o insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per la conservazione del transito sulle strade e sui marciapiedi, per la continuità degli scoli d'acqua, per la difesa degli scavi, per l'incolumità delle persone e per



tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori ed anche il preventivo consenso delle Autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi anche nel caso di ritardo delle autorizzazioni e dei consensi.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione della fognatura nelle banchine stradali, l'impresa dovrà procedere alla formazione dei cavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo per ogni singolo tratto il tempo di permanenza con scavo aperto.

Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

In particolare si fa obbligo all'appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione Lavori, dalle Amministrazioni (Comune, SMAT, ...) investita dalla sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori.

L'impresa è tenuta ad assumere a sua cura e spese tutte le notizie alle opere sotterranee di qualsiasi natura che possano interessare l'esecuzione degli scavi e la successiva posa in opera di tubi anche per quanto concerne le norme di rispetto, dovrà poi consegnare un elaborato dal quale risulti la posizione plano-altimetrica delle predette opere.

Pertanto saranno a suo carico gli eventuali incidenti e guasti provocati alle opere stesse, anche se dipendenti da mancata o errata segnalazione, nonché i rifacimenti conseguenti al mancato rispetto delle norme.

Sarà pure a carico dell'impresa l'accordo con gli Enti proprietari delle tubazioni o cavi per gli attraversamenti e parallelismi.

In caso di tubazioni o cavi, che possono comportare danni ai lavoratori o terzi quali tubazioni gas o cavi ENEL l'impresa dovrà dimostrare alla Direzione Lavori prima di intraprendere i lavori, di avere concordato le modalità di lavoro con gli Enti proprietari; comunque l'impresa ha l'intera e piena responsabilità per eventuali incidenti che dovessero accadere.

5.7.3.3 Tipologie di scavi

Il tipo di scavo previsto in progetto in base alla valutazione dei carichi, al tipo di terreno e all'organizzazione di cantiere deve poi essere "scrupolosamente" realizzato nella successiva fase esecutiva.

In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione.

5.7.3.4 Profondità della trincea

La profondità della tubazione H (in metri), intesa come distanza tra il piano di campagna e la generatrice superiore della condotta, deve soddisfare le prescrizioni delle tavole di progetto. In ogni caso si dovrà garantire un ricoprimento minimo della tubazione di 1.000 mm.



5.7.3.5 Larghezza della trincea

E' determinata dalla profondità di posa e dal diametro della tubazione, dovendo consentire la sistemazione del fondo, la congiunzione dei tubi e l'agibilità del personale. La larghezza minima della trincea è definita nelle tavole di progetto. Non si devono superare di molto tali valori limite inferiori, poiché l'efficienza della trincea è tanto maggiore quanto minore è la sua larghezza.

5.7.3.6 Fondo della trincea

Le trincee devono essere realizzate senza cunette o asperità, in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano fondi costruiti con gettate di cemento o simili perché irrigidiscono la struttura.

Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi.

Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno, a causa di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il fondo con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione, disponendo intorno ad essi uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre, in altre parole, assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera.

5.8 LETTO DI POSA PER LE TUBAZIONI

Alla canalizzazione delle tubazioni in progetto deve essere assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali. Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è la sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura massima pari a 10/15 mm.

Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno $(10+1/10D)$ cm, avendo cura di rispettare la pendenza calcolata in fase progettuale.

5.8.1 Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.



Potrà essere, altresì, prescritto il rinalzo della condotta sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rinalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il rinalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia > 15%) con granulometria massima pari a 20 mm ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma, peraltro, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

5.8.2 Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a $100 \text{ mm} + 1/5 D$ ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

5.8.3 Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a $50 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente, si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm.



In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

5.8.4 Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno e, in ogni caso, su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10$ cm (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

5.9 MODALITÀ ESECUTIVE PER LA POSA IN OPERA DI TUBAZIONI

5.9.1 Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento) e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

5.9.2 Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

5.9.3 Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della



trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

5.9.4 Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

5.9.5 Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore della densità sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica, il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR B.U. n. 69-AASHO mod.).



5.9.6 Modalità di posa in opera

L'impresa appaltatrice deve installare le tubazioni di questo capitolato attenendosi ai requisiti della norma ENV 1046 e operando con la migliore "regola d'arte".

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni e altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni e le istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

5.10 RINTERRO DELLE TUBAZIONI

5.10.1 Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione o mediante altri mezzi idonei.

5.10.2 Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla quota di progetto, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibrator a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfiacco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. La compattazione dovrà effettuarsi



esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo, fino a ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm, che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1, A2 e A3 della classificazione CNR UNI 10006 e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 e UNI 7517.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfilanco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

5.10.3 Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore a impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

Per quanto riguarda i terreni a grana grossolana con il 5% di fini, la massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo. La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reazione di assestamento.

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.



Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati compresi fra 0,10 e 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfilanco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

L'ottenimento del valore richiesto per l'indice Proctor, che identifica il grado di compattazione e che di norma deve essere pari o superiore al 90%, deve essere verificato mediante l'esecuzione di apposite prove in laboratorio (prova Proctor AASHO modificato - CNR 69:1978 e UNI EN 13286-2:2005) ed in sito e relative certificazioni, il cui numero è stabilito dalla Direzione Lavori e a carico dell'Impresa appaltatrice.

Le prove di riferimento da realizzarsi in sito per la determinazione del grado di costipamento del materiale dovranno essere effettuate con il metodo della sabbia tarata o mediante la prova con il metodo della membrana elastica, secondo la norma CNR - B.U. n. 22.

Le suddette prove, definite "prove di costipamento e determinazione delle caratteristiche di densità dei materiali", devono essere effettuate col metodo AASHO standard con 4 punti della curva densità/contenuto d'acqua.

5.11 POSA DEL TUBO

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i codoli e i bicchieri devono essere integri.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri (anche se l'ingombro del bicchiere è minimo, è buona norma prevedere una nicchia in corrispondenza del suo appoggio) devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

5.12 CONDIZIONI DI POSA PARTICOLARI

In presenza di falda freatica bisogna assicurarsi che detta falda non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. Occorre, allo scopo, consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, evitando ogni possibile instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura. Qualora nel corso dei lavori si verificchino, per tratti limitati, condizioni di posa più gravose di quelle di progetto (cedimento delle pareti, frane, ecc.) si deve procedere ad opere di protezione che riconducano le condizioni di posa a quelle prescritte, con la realizzazione d'appositi muretti di pietrame o calcestruzzo atti a ridurre la lunghezza della sezione di scavo, o d'altra opportuna soluzione autorizzata dalla Direzione Lavori.



Nel caso in cui, per ragioni tecniche, l'altezza H di ricoprimento in qualche punto debba risultare inferiore ai minimi prescritti, occorre far assorbire i carichi verticali da opportuni manufatti di protezione (diaframmi rigidi di protezione e di ripartizione dei carichi da collocare sopra l'ultimo strato di materiale minuto compatto), secondo apposito ordine della Direzione Lavori.

5.13 ALLINEAMENTO DEI TUBI

Le condotte devono essere posate in modo rettilineo poiché eventuali deviazioni angolari sul giunto (consentiti fino ad un massimo di 2 gradi) provocano difetti di tenuta nei giunti. Pertanto sia nella fase di scavo che nella formazione delle giunzioni si deve assicurare la massima rettilineità dell'asse dei tubi.

Le deviazioni angolari necessarie al tracciato della condotta devono ottenersi esclusivamente mediante i pezzi speciali (curve) o in corrispondenza di pozzetti.

La rettilineità dell'asse in senso verticale (costanza della livelletta) deve realizzarsi esclusivamente mediante rinalzo con terra vagliata o con sabbia della stessa natura del letto di posa; in nessun caso si devono usare pietre o altri corpi.

5.14 ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta (se non premontata) nella gola prevista nel bicchiere;
- lubrificare la superficie esterna del codolo (estremità liscia del tubo) e la superficie interna del bicchiere con apposito lubrificante (grasso, olio al silicone, vaselina, acqua saponosa, ecc.). Evitare l'uso d'oli o grassi minerali che possono danneggiare la guarnizione;
- infilare la testata della tubazione fino a che l'estremità bicchiere non si sovrappone con il segno apposito (riga nera perpendicolare all'asse del tubo che indica la profondità del bicchiere); la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.



6. OPERE STRADALI

6.1 SOVRASTRUTTURA STRADALE. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE

6.1.1 Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del **C.N.R. b.u. n. 169/1994**, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

Con il termine *sovrastruttura* si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture. Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale, suddiviso in strato di usura e strato di collegamento (binder);
- strato di base, ovvero lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione;
- strato di fondazione, ovvero la parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).
- Strati accessori:
 - o strato anticapillare: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione e il terreno di sottofondo, destinato a interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera;
 - o strato antigelo: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo;
 - o strato drenante: strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura per provvedere alla raccolta e allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

I tratti di strada bianca in progetto presenteranno una sovrastruttura superficiale costituita da ghiaie, detriti di cava, frantumato.

Si definisce *sottofondo* il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino a una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili e influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

Il Sottofondo migliorato o stabilizzato, per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto *migliorato* quando viene integrato con materiale arido (correzione



granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR). In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto *stabilizzato* quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

6.2 MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE

6.2.1 Generalità

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

6.2.2 Materiali

6.2.2.1 Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 6.

Tabella 6 - Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali.

| Indicatori di qualità | | | Strato pavimentazione | |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|------|
| | Normativa | Unità di misura | Fondazione | Base |
| Los Angeles | UNI EN 1097-2 | % | ≤ 40 | ≤ 30 |
| Micro Deval umida | CNR B.U. n. 109/85 | % | - | ≤ 25 |
| Quantità di frantumato | - | % | - | ≤ 60 |
| Dimensione max | CNR B.U. n. 23/71 | mm | 63 | 63 |
| Sensibilità al gelo (se necessario) | CNR B.U. n. 80/80 | % | ≤ 30 | ≤ 20 |

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 7.



Tabella 7 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali.

| Passante al crivello UNI n. 5 | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|------|
| Indicatori di qualità | | | Strato pavimentazione | |
| Parametro | Normativa | Unità di misura | Fondazione | Base |
| Equivalente in sabbia | UNI EN 933-8 | % | ≥ 40 | ≥ 50 |
| Indice plasticità | UNI CEN ISO /TS 17892-12 | % | ≤ 6 | N.P. |
| Limite liquido | UNI CEN ISO /TS 17892-12 | % | ≤ 35 | ≤ 25 |
| Passante allo 0,075 | CNR B.U. n. 75/80 | % | ≤ 6 | ≤ 6 |

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

6.2.2.2 Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve possedere la composizione granulometrica prevista dalla norma **UNI EN 933-1**.

L'indice di portanza CBR (**UNI EN 13286-47**) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguita sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione e, in ogni caso, non minore di 30. È, inoltre, richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (*MR*) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma **AASHTO T294**).

Il modulo di deformazione (*Mod*) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 146/1992**).

Il modulo di reazione (*k*) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 92/1983**).

I diversi componenti (in particolare le sabbie) devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

6.2.3 Accettazione del misto granulare

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**).

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi a esso.



6.2.4 Confezionamento del misto granulare

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree e 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.

6.2.5 Posa in opera del misto granulare

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.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino a ottenere una densità *in situ* non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito, si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino a ottenere una densità *in situ* non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**), con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusi la rimozione e il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.



Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

6.2.6 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 situ* al momento della stesa, oltreché con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 8.

Tabella 8 - Controllo dei materiali e verifica prestazionale.

| Tipo di campione | Ubicazione prelievo | Frequenza prove |
|-----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------|
| Aggregato grosso | Impianto | Iniziale, poi secondo D.L. |
| Aggregato fine | Impianto | Iniziale, poi secondo D.L. |
| Miscela | Strato finito | Giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa |
| Sagoma | Strato finito | Ogni 20 m o ogni 5 m |
| Strato finito (densità <i>in situ</i>) | Strato finito | Giornaliera oppure ogni 1000 m ² di stesa |
| Strato finito (portanza) | Strato finito o pavimentazione | Ogni 000 m ² m di fascia stesa |

6.2.6.1 Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

6.2.6.2 Miscele

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale *in situ* già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di ± 5 punti per l'aggregato grosso e di ± 2 punti per l'aggregato fine. In ogni caso, non devono essere superati i limiti del fuso assegnato.

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fine va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

6.2.6.3 Costipamento

A compattazione ultimata, la densità del secco *in situ*, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma **CNR B.U. n. 22/1972**. Per valori di densità inferiori a quelli previsti viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 95 e il 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 93 e il 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità *in situ* e i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm.



6.2.6.4 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

6.2.6.5 Sagoma

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 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

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

6.3 OPERE D'ARTE STRADALI

6.3.1 Caditoie stradali

6.3.1.1 Generalità

Per *caditoie stradali* si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, e dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto *griglia* o *coperchio*, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono:

- a griglia;
- a bocca di lupo;
- a griglia e bocca di lupo;
- a fessura.



Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della norma **UNI EN 124** - *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità*, che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15), per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125), per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili, cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900), per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

6.3.1.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, a elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 cm x 45 cm e di 45 cm x 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubo di scarico deve avere un diametro interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.



Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta-secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

6.3.1.3 Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione. Il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, tramite accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma **UNI EN 124** prevede, per la fabbricazione delle griglie, i seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della norma **UNI EN 124**.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato, per le classi comprese tra B 125 e F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni (secondo le norme **DIN 4281**) pari ad almeno 45 N/mm^2 - nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo - e pari a 40 N/mm^2 , nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza. Per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm^2 .

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.



Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire un'adeguata resistenza all'abrasione.

6.3.1.4 Marcatura

Secondo il punto 9 della norma **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile, durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- il marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera e) del citato punto 9 della norma **UNI EN 124**;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera f) del citato punto 9 della norma **UNI EN 124**.

6.3.1.5 Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura presentino aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della norma **UNI EN 124**.

6.3.1.5.1 Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni in linea con il tipo di classe di impiego.

6.3.1.5.2 Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

6.3.1.5.3 Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità di incastro di almeno 50 mm. Tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio (o griglia) è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

6.3.1.5.4 Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata, in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti, rotazioni ed emissione di rumore. A tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

6.3.1.5.5 Protezione spigoli



Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe compresa tra A 15 e D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della norma **UNI EN 124**.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi comprese tra E 600 e F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

6.3.1.5.6 Fessure

Le fessure, per le classi comprese tra A 15 e B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della norma **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi comprese tra C 250 e F 900.

6.3.1.5.7 Cestelli e secchi scoricatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello, dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

6.3.1.5.8 Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi comprese tra D 400 e F 900 dovrà essere piana, con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

6.3.1.5.9 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

6.3.1.5.10 Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata. Verrà, quindi, steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tal fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm. Qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori,



all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria e opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà, quindi, alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

6.3.2 Camerette d'ispezione

6.3.2.1 Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo e, in generale, in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza. In particolare, devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

6.3.2.2 Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 100 cm. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 60 cm.

6.3.2.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

6.3.2.3.1 Gradini d'accesso



Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare, le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice), questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** e avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo tale che il piolo possa resistere a un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme:

- tipo corto: **DIN 1211 B**;
- tipo medio: **DIN 1211 A**;
- tipo lungo: **DIN 1212**.

In tutti i casi, i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi, la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

6.3.3 Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in cemento armato, PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto il chiusino, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota) e da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento. In ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

6.3.4 Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.



Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m³ di impasto per il fondo e a 300 kg per m³ per i muri perimetrali. Per le solette si impiegherà, invece, cemento tipo CEM II R. 425, nel tenore di 300 kg per m³. In tal caso, sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico. In presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in cemento armato di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

6.3.5 Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto. A tal fine, devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. I due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto - in entrata e in uscita - devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

6.3.6 Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m. Per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto, per attenuare eventuali fenomeni di macroturbolenza, conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

6.3.7 Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, a intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando, così, le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.



I pozzetti di lavaggio devono essere ispezionabili.

Con riferimento alla **C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974**, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare, devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

6.3.8 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane e impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

6.3.8.1 Tubazioni

6.3.8.1.1 Tubazioni in cemento armato vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, e avere le seguenti caratteristiche: $R_{ck} \geq 25$ MPa;

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea e i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

6.3.8.1.2 Tubazioni in PVC rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2, SDR 51, SN4, SDR 41, SN8 e SDR 34, secondo la norma **UNI 1401-1**.

La tubazione deve essere interrata in un cavo, di dimensioni previste in progetto, sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento. Qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.



La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi e inviarli a un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione. Qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

6.3.8.1.3 Pozzetti e chiusini

I pozzetti e i chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato e avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e della maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno, inoltre, essere conformi alla norma **UNI EN 124**.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, le griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:

- la norma di riferimento;
- la classe corrispondente;
- la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

6.3.8.2 Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm², e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

6.3.8.2.1 Canalette a embrici

Le canalette a embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq \dots$ MPa, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo tale che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.



L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di mm e lunghezza non inferiore a cm, infissi nel terreno per almeno cm, in modo tale che sporgano almeno cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

6.3.8.3 Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Quest'opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del **D.P.R. n. 380/2001**, indicato dalla stessa direzione dei lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

6.3.8.4 Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano sia meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, nonché per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura ed entità.

Nell'esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali:

- l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie;
- il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio, con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche;
- l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche;
- l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche e, in genere, qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.



6.3.8.5 Rivestimento per cunette e fossi di guardia

6.3.8.5.1 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3 kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate a incastro a mezza pialla. I giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Dovranno, infine, essere posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

6.3.8.5.2 Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, nonché la formazione di giunti.

6.3.8.5.3 Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m³ di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

6.3.9 Cordonature

Le cordonature per la delimitazione dei marciapiedi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 60÷100 m, di forma prismatica e della sezione indicata nel progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature. Dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Lo spigolo della cordonatura verso la strada deve essere arrotondato e/o smussato.

I cordoli possono essere realizzati direttamente in opera, mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica, e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalle certificazioni attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita,



mediante il prelievo di quattro provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Gli elementi devono essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura. Il piano superiore presenterà una pendenza del 2% verso l'esterno.