

COMUNE DI MANERBA DEL GARDA
PROVINCIA DI BRESCIA

ACQUEDOTTO INTERCOMUNALE MANERBA-PUEGNAGO STAZIONE DI RILANCIO AL SERBATOIO MONTANINA ALLA FRAZIONE RAFFA DI PUEGNAGO DEL GARDA

Progetto ESECUTIVO

PROGETTISTA

ETATEC
STUDIO PAOLETTI

RESPONSABILE AREA TECNICA EST

Dott. Geol. Gianfranco Sinatra

DIRETTORE TECNICO



STUDIO TACCOLINI
INGEGNERI ASSOCIATI

STUDIO DI INGEGNERIA
IDRAULICA AGOSTINI

NUMERO	DESCRIZIONE	DATA
rev. 0	Prima emissione	Ottobre 2022
rev. 1	Osservazioni AcqueBresciane 16/12/2022	Gennaio 2023
rev. 2		Mese 20xx

OGGETTO :

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
- PARTE II TECNICA -
(Opere Civili + Opere Elettromeccaniche)**

ELABORATO

E.R.07

DATA

Ottobre 2022

SCALA

—

DISEGNATORE:

CONTROLLATO:

APPROVATO:

COMMESSA:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE II

SPECIFICHE OPERE CIVILI – IDRAULICHE - ELETTROMECCANICHE

COMUNE DI MANERBA- PROVINCIA DI BRESCIA

ACQUEDOTTO INTERCOMUNALE MANERBA-PUEGNAGO

STAZIONE DI RILANCIO AL SERBATOIO MONTANINA

ALLA FRAZIONE RAFFA DI PUEGNAGO DEL GARDA

Sommario

1	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA E REQUISITI DI ACCETTABILITA'	5
1.1	Descrizione sintetica	5
1.2	Collaudi previsti	5
1.2.1	Apparecchiature di sezionamento e valvolame	5
1.2.2	Tubazioni in ghisa e relativi raccordi	6
1.2.3	Letto di posa tubazione e relativo piano di imposta	6
1.2.4	Ripristini stradali	6
2	SPECIFICHE GENERALI	6
2.1	Ordine da seguirsi nella esecuzione dei lavori	6
2.2	Qualità e provenienza dei materiali	6
2.3	Scavi e reinterri	7
2.4	Scavi in trincea	7
2.5	Sbadacchiatura degli scavi	9
2.5.1	Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata	9
2.5.2	Palancole	10
2.6	Rinterri	12
2.6.1	Bonifica del piano di imposta delle tubazioni	13
2.7	Ripristino pavimentazioni stradali	13
2.8	Inerti	15
2.8.1	Materiali calcarei di cava	16
2.8.2	Graniglie e pietrischetti di fiume	16
2.8.3	Sabbia, ghiaietti e ciottoli	16
2.9	Opere In Conglomerato Cementizio	17
2.9.1	Cementi	17
2.9.2	Aggiunte	18
2.9.3	Aggregati	18
2.9.4	Aggregati di riciclo	19
2.9.5	Acqua di impasto	19
2.9.6	Additivi	19
2.9.7	Acciaio	19
2.9.8	Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati	22
2.9.9	Rapporto acqua/cemento	23
2.9.10	Acqua di bleeding	24
2.9.11	Contenuto d'aria	24
2.9.12	Prescrizioni per la durabilità	25
2.9.13	Posa in opera del calcestruzzo	27
2.9.14	Tolleranze esecutive	28
2.9.15	Casseforme	28
2.9.16	Getti faccia a vista	30
2.9.17	Stagionatura	30
2.9.18	Controlli in corso d'opera	31
2.9.19	Controlli supplementari della resistenza a compressione	33
2.9.20	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione (Pilastri, travi, solai in latero-cemento e a soletta piena) poste in ambienti interni di fabbricati	33
2.9.21	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia	35
2.9.22	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato	36
2.9.23	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda o a elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili	37

2.9.24	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili o di elementi parzialmente o completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue	39
2.9.25	Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione "facciavista" esposti all'azione della pioggia	41
2.9.26	Waterstop o idrostop	43
2.9.27	Impermeabilizzanti con effetto cristallizzante	43
2.9.28	Misto cementato	44
2.10	Demolizioni	49
2.11	Tubazioni	49
2.11.1	Tubazioni in ghisa sferoidale acquedotto	49
2.11.2	Tubazioni in ghisa sferoidale fognatura	58
2.11.3	Tubazioni in acciaio	61
2.11.4	Tubazioni in policloruro di vinile	63
2.11.5	Tubazioni in gres	66
2.11.6	Tubazioni in cls	71
2.11.7	Tubazioni in polietilene ad alta densità	74
2.11.8	Tubazioni in PRFV (resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro) per Microtunnelling	83
2.12	Nastri e cavi di segnalazione servizi interrati	85
2.12.1	Criteri di posa	86
2.13	Sterilizzazione delle condotte d'acquedotto	86
2.14	Attraversamenti sotterranei di canali e manufatti esistenti	86
2.15	Attraversamenti mediante perforazione sotterranea teleguidata (TOC)	87
2.16	Rifacimento fognoli	90
2.17	Pozzetti, camerette e manufatti prefabbricati	91
2.17.1	Pozzetti acquedotto	91
2.17.2	Pozzetti di ispezione prefabbricati circolari per fognatura	92
2.17.3	Pozzetti di ispezione gettati in opera per fognatura	92
2.17.4	Pozzetti stradali gettati in opera	93
2.17.5	Pozzetti stradali in PEAD	94
2.18	Ghisa per sigilli	95
2.19	Conglomerati bituminosi	95
2.20	Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder) (UNI EN 13108-1)	100
2.20.1	Prove dei materiali	112
2.20.1.1	Conglomerato bituminoso per strati di usura (UNI EN 13108-1)	104
2.20.1.2	Conglomerati bituminosi semiaperti, stoccabili da stendere a freddo	111
2.20.1.3	Rappezzature	113
2.20.1.4	Manutenzione delle opere e collaudo	116
2.21	Pavimentazioni in pietra	116
2.22	Criteri di impiego delle pavimentazioni in cubetti di pietra	118
2.23	Posa in opera di cubetti su sottofondo in sabbia di allettamento	118
2.24	Posa in opera di cubetti su sottofondo in graniglia di allettamento	119
2.25	Posa in opera di pavimentazione in pietra su sottofondo in sabbia e cemento	119
2.26	Posa di pavimentazioni in lastre di granito, di pietre varie e cordonature	120
2.27	Sigillatura delle pavimentazioni	120
2.28	Materiale rotto o difettoso	121
2.29	Sottofondo di posa degli elementi lapidei	121
2.30	Acciottolati	121
2.31	Marciapiedi	122
2.32	Pavimentazione bituminosa	122
2.33	Pavimentazione in calcestruzzo	123
2.34	Pavimentazione in pietra naturale	123
2.35	Pavimentazione in masselli autobloccanti	123

2.36	Pavimentazione in mattoni di cotto.....	123
2.37	Apparecchiature idrauliche	124
2.37.1	<i>Saracinesche ed accessori.....</i>	124
2.37.2	<i>Sfiati automatici acquedotto</i>	125
2.37.3	<i>Sfiati automatici fognatura</i>	126
2.37.4	<i>Giunti antisilo.....</i>	126
2.37.5	<i>Giunti compensatori.....</i>	126
2.37.6	<i>Idranti.....</i>	126
2.37.7	<i>Fontanelle</i>	127
2.37.8	<i>Contatori tipo Woltmann.....</i>	127
2.37.9	<i>Valvole idrauliche automatiche a membrana per scarichi di fondo rete.....</i>	127
2.37.10	<i>Valvola idraulica di regolazione con funzione di sostegno pressione.....</i>	128
2.37.11	<i>Valvole automatiche a farfalla</i>	128
2.37.12	<i>Valvole di ritegno a membrana tipo IDROSTOP.....</i>	129
2.37.13	<i>Valvole di ritegno tipo a CLAPET acquedotto</i>	129
2.37.14	<i>Valvole a CLAPET di linea fognatura.....</i>	129
2.37.15	<i>Valvole a CLAPET IN PEAD fognatura</i>	130
2.37.16	<i>Valvole a CLAPET IN ACCIAIO fognatura</i>	130
2.38	Attrezzatura well-point.....	130
2.39	Cartello segnalazione tubazione.....	131
2.40	Rischio amianto.....	131
2.41	Verniciatura pozzetti	131
2.42	Piping in acciaio INOX.....	133
2.42.1	<i>Riferimenti, Normative ed abbreviazioni</i>	133
2.42.2	<i>Tipologia materiali Piping</i>	133
2.42.3	<i>Valvole</i>	134
2.42.4	<i>Posa in opera e sopportazioni.....</i>	134
2.42.5	<i>Saldatura</i>	134
2.42.6	<i>Tracciabilità.....</i>	135
2.42.7	<i>Lavaggio e passivazione</i>	135
2.42.8	<i>Test e analisi</i>	135
2.43	Misuratori di portata ad induzione elettromagnetica.....	135
2.44	Pompa di sentina	137
2.45	Lucernario cabina di rilancio apribile elettricamente luce netta 200x270.....	137
2.46	Accoppiamenti per isolamento da corrosione galvanica	138
4	COLLAUDI.....	139
4.1	Tubi in ghisa	139
4.1.1	<i>Tratte di collaudo.....</i>	139
4.1.2	<i>Riempimento d'acqua.....</i>	139
4.1.3	<i>Verifica del riempimento.....</i>	139
4.1.4	<i>Messa in pressione</i>	140
4.1.5	<i>Pressione di collaudo.....</i>	140
4.1.6	<i>Prova di pressione</i>	140
4.1.7	<i>Determinazione dell'accettabilità.....</i>	140
4.1.8	<i>Prescrizioni generali.....</i>	141

1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA E REQUISITI DI ACCETTABILITA'

1.1 Descrizione sintetica

OPERE IDRAULICHE

- Fornitura e posa di tubazioni in ghisa sferoidale DN200 per circa con giunto elastico antisfilamento ad inserti metallici; compresi gli scavi, i ripristini delle aree, apparecchiature di sezionamento, valvole idrauliche e pezzi speciali per circa 230 ml;
- Connessione alla rete idrica esistente di valle con saracinesche e nuova cameretta;
- Formazione di cavidotto interrato con corrugato in pead DE160mm pe nuova linea di alimentazione enel per una lunghezza di circa 260m completo di pozzetti e relativi chiusini.
- Ripristini stradali provvisori per circa 720 mq e ripristini definitivi con tappetino d'usura da 30mm per circa 1360 mq;
- Formazione di piping in acciaio INOX AISI 304 per interno cabina di rilancio e per le tubazioni di collegamento al gruppo e alle tubazioni esistenti da realizzarsi con DN150 sp 3.0mm, collettore DN400 sp 3.0mm, DN200 sp 3.0mm per presa dal serbaotio esistente;
- Fornitura e posa in opera di valvolame come da disegni tecnici e N. 2 misuratori di portata ad induzione elettromagnetici;
- Solo posa in opera di gruppo di rilancio fornito dalla Stazione Appaltante in cantiere su pianale da scaricare.

OPERE CIVILI:

- Realizzazione di cabina di rilancio con struttura costituita da platea in c.a. continua di dimensioni esterne di 3.60 x 7.80 m spessore 35cm, elevazioni con muri in c.a. di spessore 25cm, soletta di spessore 20cm;
- Lunernario apribile con luce netta da 200x270 e formazione di rivestimento della copertura piana con doppia guaina impermeabilizzante incrociata, caldana in argilla, scossaline e grond ein lamiera preverniciata color testa di moro;
- Carpenterie metalliche in acciaio zincato a caldo interne alla cabina con grigliato carico minimo 500 kg/mq complete di corrimano e fermapiede, parapetti da min 1.10m;
- Formazione di serramento su prese d'aria con telaio e grigliato in alluminio;
- Rivestimento in mattoncini esterno come da prospetti di pergetto;
- Formazione di N. 1 pozzo perdente DN1000;
- Sistemazione area esterna con nuova recinzione.

OPERE ELETTRICHE

Si rimanda all'apposito capitolato di cui all'Allegato ER.08.

1.2 Collaudi previsti

1.2.1 Apparecchiature di sezionamento e valvolame

- verifica visiva prima della posa
- corrispondenza dimensionale al progetto
- corrispondenza alla norma di riferimento
- n° di minimo campioni da sottoporre a verifica: 2 per ogni tipo e per ogni diametro e per ogni tipologia

1.2.2 Tubazioni in ghisa e relativi raccordi

- verifica visiva prima della posa
- corrispondenza dimensionale al progetto
- corrispondenza alla norma di riferimento
- rilievo dei lotti di produzione: 100% dei lotti
- verifica assenza di danni superficiali: 100% delle barre
- n° di campioni minimo: 1 per ogni tipo e per ogni diametro
- prova di collaudo idraulico al 100% secondo i criteri di cui al Capitolo 3

1.2.3 Letto di posa tubazione e relativo piano di imposta

- Prove indirette di carico tipo dinamico con N. 3 test/ogni 20m;
- N. 2 prelievi per analisi di laboratorio sul grado di compattazione, densità e umidità relativa;

1.2.4 Ripristini stradali

- verifica visiva e misurazione durante l'esecuzione
- corrispondenza alla procedura prevista dalla Norma
- n° massimo di saggi di verifica ad opera realizzata: 1 ogni 200 m. di scavo
- n° minimo di saggi di verifica ad opera realizzata: 1 per ogni tipo di scavo
- n° minimo di carote per verifica curva granulometri, contenuto di bitume e indice dei vuoti n. 3 (allineati) ogni 200m su strade provinciali o statali e N. 2 (allineati) ogni 300 m su strade comunali.

2 SPECIFICHE GENERALI

2.1 Ordine da seguirsi nella esecuzione dei lavori

E' riservato in modo assoluto ed ineccepibile alla Direzione dei Lavori la facoltà di stabilire di volta in volta il lavoro da eseguire senza che per ciò l'Impresa possa accampare ragioni per qualsiasi superiore compenso.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno inoltre essere osservate le prescrizioni seguenti:

a) prima o durante l'esecuzione degli scavi per la posa delle condotte dovranno essere approvvigionate e preparate le tubazioni, i pezzi speciali e tutto il materiale necessario per garantire la buona continuità del lavoro, dovendo ogni tronco essere condotto completamente a termine evitando che per qualsiasi ragione gli scavi rimangano aperti oltre il necessario;

b) per tutti i tratti interessanti strade e corsi d'acqua interrotti, i lavori saranno svolti secondo le precise indicazioni nei tempi e modi che saranno prescritti dalla Direzione stessa, al fine di evitare qualsiasi interruzione, disagio o danno.

2.2 Qualità e provenienza dei materiali

Tutti i materiali da impiegare saranno delle migliori qualità fornite dal commercio e prima del loro impiego dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori la quale potrà richiedere tutti quei campioni che crederà convenienti per far eseguire tanto su di essi che sui materiali in provvista, a spese dell'assuntore, tutte le

prove che riterrà necessario per accertarsi che essi corrispondano alle qualità prescritte al campione accettato.

Si dichiara poi esplicitamente che la designazione dei luoghi di provenienza si intende fatta in via indicativa, per modo che l'Appaltatore avrà facoltà di provvedere materiali anche da località diverse purché corrispondano ai requisiti prescritti dalle Leggi vigenti, dal presente Capitolato, dall'elenco prezzi o, anche in mancanza di una speciale normativa e a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, siano riconosciuti uguali o migliori di quelli prescritti, per natura, qualità, idoneità.

Per questo l'Appaltatore non avrà diritto a chiedere variazioni di prezzi o maggiori compensi per le spese che egli dovesse eventualmente sostenere per le provviste, i trasporti od altro che egli dovesse fare qualora dagli indicati luoghi di provenienza, per qualsiasi ragione, non potessero ricavarsi od acquistarsi.

Tutti i materiali di rivestimento e protezione delle tubazioni e delle apparecchiature fornite, se a diretto contatto con l'acqua potabile convogliata, dovranno essere idonei al contatto con prodotti alimentari ed in particolare rispondenti al Decreto del Ministero della Salute n. 174 del 06.04.2004.

A tal fine le ditte produttrici dovranno produrre opportuna documentazione.

Poiché - trattandosi di appalto misto di lavori e forniture, con prevalenza di forniture - trova applicazione **l'art. 137 comma 2** del D.Lgs n. 50/2016 (con riferimento anche alla Deliberazione ANAC n. 696 del 03/07/2019), l'Appaltatore deve garantire che, come prescritto dal citato art. 137, la parte di prodotti originari di paesi terzi, ai sensi del Regolamento UE n. 952/2013 del Parlamento Europeo e del Consiglio, non superi il 50% del valore totale dei prodotti che devono essere forniti nell'ambito del contratto di appalto.

2.3 Scavi e reinterri

Gli scavi in generale saranno eseguiti secondo le sagome geometriche prescritte dalla Direzione dei Lavori, e qualora le sezioni assegnate venissero maggiorate, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuto ad eseguire a proprie cure e spese tutte quelle opere che si rendessero per conseguenza necessarie. Qualora invece l'Appaltatore, anche se a tutto suo rischio, esegua scavi con sezioni inferiori a quelle assegnate, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di liquidare i lavori secondo le effettive dimensioni e modalità di esecuzione.

2.4 Scavi in trincea

Lo scavo in trincea per la posa delle condutture dovrà essere regolato in modo che l'appoggio del tubo si trovi a quella profondità che verrà precisata dalla Direzione Lavori al momento della consegna.

In presenza di manto bituminoso, prima di iniziare i lavori di scavo, si dovrà procedere al taglio dello stesso per l'intero spessore impiegando esclusivamente apposita sega per asfalto o con altro mezzo ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori

I materiali provenienti dagli scavi se non ritenuti idonei dalla DD.LL. non potranno essere impiegati nei reinterri dell'opera d'arte, ma dovranno invece essere portati alla pubblica discarica.

Non sono consentiti comunque formazioni di depositi a rifiuto delle materie di scavo sulle sedi stradali interessate dai lavori onde non produrre ostacoli alla libera circolazione né costituire pericolo o motivo di danno per persone o cose.

Gli scavi saranno eseguiti a pareti possibilmente regolari e verticali, con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e col diametro esterno del tubo, ricavando ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie. Prima di far discendere il tubo, il fondo dello scavo verrà regolato e compresso secondo la prescritta livelletta, avendo cura, in modo assoluto, che il tubo appoggi per tutta la sua lunghezza.

Se negli scavi per la posa delle tubazioni con relative apparecchiature sorgesse dell'acqua di infiltrazione dal fondo o dal terreno circostante, o si raccogliesse in essi acqua piovana, l'Impresa è obbligata ad eseguire a tutte sue spese e con adeguata attrezzatura i prosciugamenti necessari. Qualora per la qualità del terreno o altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti degli scavi, soprattutto se di profondità superiore a 1,50 m., l'Impresa dovrà provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno. Qualora il terreno d'appoggio non risultasse idoneo, questo, a giudizio insindacabile della Direzione, sarà rimosso e sostituito con materiale adatto.

Durante l'esecuzione dei lavori si dovrà assicurare la continuità del transito stradale e si dovrà predisporre e mantenere per tutta la durata dei lavori la necessaria e prescritta segnaletica stradale sia diurna che notturna.

Qualora a maggior garanzie della sicurezza del traffico stradale la DD.LL. o l'Ente preposto alla gestione della strada interessata dalle opere di scavo imponesse l'installazione di un impianto semaforico, l'Impresa dovrà provvedere con la massima sollecitudine mantenendolo attivo fino alla fine dei lavori. All'Impresa verrà riconosciuto il noleggio dell'impianto come da capitolato.

Qualora durante i lavori si intersecassero dei servizi pubblici sotterranei (conduttore per gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti dalla presenza dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco prezzi per l'esecuzione degli scavi. Sono invece a carico della stazione appaltante gli assaggi ordinari dalla DD.LL. e finalizzati all'individuazione dei servizi interrati.

Qualora invece gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici si dovrà procedere ad un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità onde non pregiudicare con lo scavo in trincea la stabilità dei fabbricati stessi. Se qualche fabbricato presenta lesioni o lo stato di fatto induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltante redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di documentazione fotografica e installando all'occorrenza idonee spie. Sono a carico della Stazione Appaltante i sondaggi eseguiti secondo le modalità consentite dalla Direzione Lavori, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore nella realizzazione degli stessi.

Onde evitare che il disagio dipendente dall'apertura delle trincee si estenda a tratti di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere aperti tronchi di trincea di lunghezza superiore a metri duecento e che gli stessi debbano risultare chiusi nelle ore notturne.

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 scolli d'acqua, per la difesa dei cavi, per l'incolumità delle persone e per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che venissero a determinarsi sulle aree pubbliche e privati e specialmente per ciò che concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa dovrà ottenere non solo l'approvazione della DD.LL. ma anche il preventivo consenso delle autorità competenti e dei privati proprietari e dovrà attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi.

2.5 Sbadacchiatura degli scavi

2.5.1 Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Appaltatore.

Per scavi di profondità inferiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con box pesanti costituiti da cassoni autoaffondanti e distanziatori regolabili in acciaio". I cassoni, premontati a bordo scavo, del tipo a ribaltamento oppure a traino, saranno costituiti da un pannellone base e da pannelloni di rialzo.

Sia i pannelloni che i distanziatori metallici, dotati di cerniere alle estremità, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo.

Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte. E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento. La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto.

L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

Per scavi di profondità superiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con moduli dotati di guide di scorrimento a semplice o a doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelloni scorrevoli, ad avanzamento scavo".

L'armatura perimetrale sarà costituita da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che gli slittoni distanziatori di scorrimento, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo.

Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte. E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento. La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

L'impresa appaltatrice è tenuta ad utilizzare, in ogni caso, un'armatura adeguata alla profondità di scavo ed alle caratteristiche del terreno. Ove non espressamente prevista in progetto un'armatura speciale, l'armatura dello scavo è comunque compresa nei prezzi d'elenco riguardanti gli scavi: resta perciò a totale carico dell'impresa eseguire il contenimento del terreno come da normativa vigente.

2.5.2 Palancole

L'utilizzo di palancole è previsto per l'esecuzione degli scavi delle camere di spinta dim. 9.50x4.00m e di arrivo dim. 6.00x4.00m del microtunnelling e per la formazione dello scavo nel tratto a valle della cameretta di arrivo e fino al muro di sostegno del parcheggio comunale.

L'infissione delle palancole dovrà avvenire con sistema Silent Pilling e deve garantire, durante la battitura, la verticalità e l'accurato allineamento delle stesse.

Risulta a carico dell'Appaltatore predisporre la documentazione necessaria e fornire la relazione di verifica alla Direzione Lavori per l'opera provvisoria di irrigidimento delle camere di spinta e di arrivo del microtunnelling secondo quanto prescritto dalle NTC 2018.

Le palancole dovranno essere poste in opera con precisione lungo le linee indicate in progetto ed alle quote prefissate; l'Appaltatore dovrà provvedere a predisporre le dime, le guide o i riscontri necessari per la perfetta esecuzione dell'opera.

Per una buona esecuzione della palancolata metallica è condizione necessaria che la scelta del metodo d'infissione e della tecnica di battitura siano adatti al particolare lavoro da eseguire.

L'Appaltatore prima di dare inizio ai lavori dovrà:

- effettuare la scelta del numero e dell'ubicazione delle prove d'infissione al fine di determinare i punti di presumibile difficoltà;
- riconoscere la stratigrafia dei terreni interessati correlando le indicazioni geotecniche fornite con i dati reali di prova d'infissione;
- effettuare un piano di infissione con l'indicazione di tutti i punti particolari e del metodo previsto d'infissione (a palanca singola o doppia, oppure "autoguidata", a pannelli continui o alternati ecc.) per i diversi tratti di terreno interessati;
- effettuare la scelta della tecnica d'infissione e di conseguenza il tipo o i tipi di martelli o vibratorii per le varie tratte ed i relativi caschi di battitura;
- prevedere, nel caso se ne ravvisi la possibilità d'intervento, l'approntamento dell'apparecchiatura per la "lancia ad acqua", in unione agli altri mezzi di infissione;
- effettuare prove di estrazione delle palancole infisse nel terreno alle quote di progetto.

Tutte le scelte di cui sopra dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate frequenti verifiche del posizionamento planaltimetrico della palancolata; le palancole che manifestino deviazioni eccessive rispetto alla linea teorica di infissione dovranno essere estratte e reinfisse oppure sostituite nel caso presentino danneggiamenti.

Per correggere difetti di verticalità non possono essere usate palancole rastremate senza la preventiva approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I profili che raggiungono il rifiuto ad una quota inferiore a quella di progetto non possono essere tagliati

senza il benestare dell'Ufficio di Direzione Lavori che decide inoltre l'inserimento di eventuali tiranti.

Le palancole tagliate devono essere registrate indicando la lunghezza della parte asportata.

Paratie di palancole tipo Larssen

Le palancole metalliche impiegate con funzione strutturale per opere definitive, dovranno avere le caratteristiche di resistenza, peso, dimensioni e lunghezza specificate negli elaborati di progetto o comunque sufficienti a garantire l'adeguata stabilità dal punto di vista statico.

I profili delle palancole dovranno avere caratteristiche di resistenza compatibili con quelle previste nei disegni di progetto. Poiché nei calcoli di stabilità si è tenuto conto dell'intero palancolato come un unico elemento che lavora in serie, le gargamature dovranno essere in grado di trasferire gli sforzi di taglio richiesti per assicurare questo comportamento globale.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso. Le palancole potranno essere fornite e infisse singole, a coppie, a terne, purché siano rispettate le caratteristiche geometriche del diaframma finale e la possibilità di trasmettere taglio lungo i gargami, allo scopo sopra citato.

La sequenza di infissione dovrà essere indicata dall'impresa, dietro consiglio della casa fornitrice, ed approvata preventivamente dalla Direzione Lavori.

Nel caso di battitura, i magli dovranno essere di peso idoneo secondo le tipologie ed i pesi indicati dalla casa costruttrice e comunque di peso non inferiore al peso delle palancole più cuffia. Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca; a tale proposito dovrà essere consultata la casa fornitrice per regolare la potenza di infissione, ed eventualmente per prevedere la spalmatura degli incastri di grasso, prima dell'infissione. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca, o con vibratore.

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

L'impresa deve presentare la documentazione tecnica ed i calcoli relativi alla scelta delle palancole alla D.L. per approvazione.

Si prevedono i prelievi di due saggi per ciascuna diversa colata per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, e si prevede che la posizione nel petto da cui essi saggi devono essere prelevati e la preparazione delle provette e le modalità di prova siano rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EU 18 (dicembre 1980), UNI 552 (ottobre 1986), EN 10002/1a (marzo 1990), EN 10025 (marzo 1990). In casi controversi si farà riferimento al D.M. del 14 febbraio 1994.

Tolleranze nella battitura delle palancole

Disassamento angolare

Il disassamento angolare massimo rispetto alla verticale ammesso è dell'1,5% (15 cm su 10 m) nel piano parallelo alla poligonale del marginamento e dell'1% (10 cm su 10 m) nel piano ad essa normale.

Quando sia superato nel corso di successive battiture il limite ammesso, dovranno essere posti in opera pezzi speciali al fine di ristabilire la direzione corretta.

Distanza tra le palancole

La distanza massima indicata tra due palancole adiacenti, misurata tra i lembi più esterni teoricamente previsti in contatto, è di 1,5 cm; il disallineamento massimo, sempre valutato tra due palancole adiacenti è di 0,5 cm.

Nei casi questi limiti fossero superati, si dovrà provvedere all'estrazione ed alla reinfissione delle palancole.

Per questa operazione non sarà riconosciuto all'Impresa alcun onere aggiuntivo.

Quote

Le quote finali dopo l'infissione delle palancole, dovranno essere precise a meno di ± 3 cm.

2.6 Rinterri

Gli scavi per la posa delle condotte saranno riempiti, dopo la posa in opera dei tubi, solo a seguito di esito favorevole delle prove di resistenza e di tenuta.

Qualora la Direzione ordinasse rinterri parziali, prima di eseguire le dette prove, l'Impresa dovrà curare che rimangano liberi i giunti, i quali dovranno in ogni caso essere scoperti a cura e spese dell'Impresa durante le prove stesse.

Gli scavi, aperti per la posa delle condotte, posti in banchina, dovranno essere riempiti, dopo la posa del tubo, col materiale proveniente dalla escavazione, se appartenente ai gruppi A1; A3; A2-4; A2-5, secondo la classificazione CNR UNI 10006, scevri di sostanze organiche. Detto materiale dovrà essere collocato negli scavi in strati, non maggiori di 30 cm., costipati a fondo meccanicamente mentre la parte superiore dello scavo dovrà essere riempita con misto granulare stabilizzato avente spessore compreso non inferiore in ogni punto a cm. 20 - Dovrà inoltre essere regolarizzata tutta la superficie superiore della banchina interessata dagli scavi con misto granulare stabilizzato steso a mano ed adeguatamente rullato fino a raggiungere la quota dei bordi esterni della carreggiata.

Prima della ultimazione dei lavori dovranno essere inoltri asportati tutti i vari materiali che eventualmente fossero caduti nei fossi laterali alla strada ed infine dovrà essere perfettamente pulito il piano viabile.

Per la posa di condotte sotto il piano viabile il riempimento degli scavi dopo la posa del tubo dovrà essere eseguito con materiale appartenente ai gruppi A1 e A3 secondo la classificazione CNR 10006, steso in strati non superiori a cm. 30 costipati a fondo con idonei mezzi meccanici, mentre per la parte superiore dovrà essere riempita con misto granulare nello spessore compreso non inferiore in ogni punto a cm. 35.

Su strade a macadam o terreni agricoli potranno essere impiegati i materiali di risulta degli scavi purché autorizzati di volta in volta dalla Direzione Lavori.

A metà circa del riempimento si dovrà stendere la rete di segnalazione della tubazione fognaria con incorporati due fili di acciaio per l'individuazione del tracciato della condotta mediante strumentazione idonea.

Effettuato il riempimento l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese, e con continuità, alla manutenzione dei riporti, effettuando le necessarie ricariche e riprese dei materiali, curando lo sgombero dell'acqua dalle strade ed assicurando la continuità e sicurezza del transito fino al completo ripristino delle sedi ed inoltre, l'Impresa dovrà provvedere alla rullatura della superficie mediante compressore stradale di peso non inferiore a ton. 16 ed al trasporto a rifiuto delle materie eccedenti.

2.6.1 Bonifica del piano di imposta delle tubazioni

Se le tavole progettuali lo indicano, sarà necessario procedere alla bonifica del piano di posa del letto in ghiaino. La bonifica verrà effettuata asportando 30 cm del terreno sottostante la quota del fondo scavo e posando un primo strato di materiale arido di media pezzatura (spaccato sino a 80mm) che andrà poi battuto sul terreno con la benna o con sistemi vibranti sino al completo rifiuto. Sarà necessario procedere a stendere e costipare ulteriore materiale sino ad esaurimento del rifiuto. Successivamente andrà steso il tessuto non tessuto granulometria 200gr/mq e quindi posati n. 2 strati di mistone di cava spessore 20+20 cm.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione dello Standard Proctor modificato AASHTO (CNR B.U. 69/78) con tolleranza di +/- 1%.

La corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. In corso d'opera il peso di volume secco ottenuto dalla sopramenzionata prova Proctor (Maximum Proctor) dovrà essere relativo al materiale posto in opera e prelevato nello stesso punto in cui verrà realizzata la prova di densità.

Qualora il materiale messo in opera, nei punti di esecuzione delle densità in sito, presenti caratteristiche omogenee è facoltà dell'ufficio Direzione Lavori assumere come riferimento una determinata prova Proctor.

Non potranno essere accettati, quali valori di riferimento per le densità in sito, pesi di volume secco riferiti a prove eventualmente realizzate in precedenza sui materiali di cava.

2.7 Ripristino pavimentazioni stradali

Tutte le pavimentazioni stradali interessate dalle opere di scavo dovranno essere ripristinate come nello stato preesistente e comunque secondo le specifiche direttive impartite dalla Direzione dei Lavori. Detti ripristini di qualsiasi natura siano costituiti dovranno essere intrapresi e condotti a termine il più possibile e sempre nel termine di pochi giorni dalla esecuzione delle opere di scavo al fine di creare il minor disagio possibile alla circolazione stradale.

Per le pavimentazioni del tipo bituminoso si provvederà di norma come segue:

scarifica sull'intera larghezza dello scavo e cilindratura per la preparazione del piano di posa alla profondità stabilita di 8-10 cm. del tout-venant o binder bituminoso;

- spruzzatura di emulsione bituminosa al 55% di bitume, come mordente, in ragione di 1 kg. per mq. di superficie da asfaltare,
- stesa del tout-venant o del binder bituminoso a mano o con macchina finitrice entro il vano dello scavo per uno spessore compresso di 6-8 cm., ben cilindato e costipato mediante rullo compressore del peso fino a 18 t. -

Se preesistente o comunque richiesto dalla Direzione Lavori la ditta provvederà successivamente alla stesa del conglomerato bituminoso mediante:

1. pulizia con motosoffiante o con energica scopatura del piano di posa;
2. spruzzatura di emulsione bituminosa al 55% di bitume, come mordente, in ragione di 0,5 kg. per mq. di superficie da asfalti;
3. stesa, mediante macchina vibrofinitrice, di uno strato di conglomerato bituminoso dello spessore compresso di 2-3 cm.;
4. cilindratura con rullo compressore stradale del peso fino a 18 t. -Gli impasti normali dovranno essere portati sulla strada e stesi in opera ad una temperatura non inferiore a 120°, usando nel trasporto e nello scarico tutte le cure ed i provvedimenti necessari ad impedire di modificare o sporcare la miscela con terra od elementi estranei.

A lavori ultimati non si dovranno riscontrare avvallamenti a rialzi rispetto al piano viabile esistente.

La composizione dei materiali bituminosi per i ripristini delle pavimentazioni dovrà corrispondere ai seguenti diagrammi:

a) conglomerato bituminoso preparato con misto di ghiaia e sabbia per strati di base:

La granulometria dell'inerte del misto bitumato dovrà presentare una curva granulometrica compresa fra i limiti prescritti sotto indicati:

-	passante al setaccio ASIM n. 1 "1/2 (mm. 38,1)	100%
-	" " " " n. 1 " (mm. 25,4)	75 + 100%
-	" " " " n. 3/4" (mm. 19,1)	65 + 89%
-	" " " " n. 3/8" (mm. 9,52)	45 + 68%
-	" " " " n. 4 (mm. 4,76)	33 + 51%
-	" " " " n. 10 (mm. 2)	22 + 37%
-	" " " " n. 40 (mm. 0,420)	9 + 19%
-	" " " " n. 200 (mm. 0,074)	4 + 8%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 4,5 ed il 5% -

Tutte le percentuali sono riferite al peso degli inerti.

b) conglomerato bituminoso per la costruzione del manto d'usura (tappeto):

La granulometria dell'inerte del conglomerato bituminoso del manto d'usura dovrà presentare una curva granulometrica compresa fra i limiti prescritti sotto indicati:

-	passante al vaglio ASIM n.	1/2" (mm. 12,7)	100%
-	passante al vaglio ASIM n.	3/8" (mm. 9,52)	85 + 100%
-	" " " " n.	1/4" (mm. 6,35)	74 + 89%
-	" " " " n.	4" (mm. 4,76)	64 + 79%
-	" " " " n.	10" (mm. 2,00)	46 + 61%
-	" " " " n.	40" (mm. 0,420)	22 + 34%
-	" " " " n.	80" (mm. 0,177)	12 + 22%
-	" " " " n.	200" (mm. 0,074)	6 + 12%

La percentuale di bitume è prescritta fra il 6,00 ed il 7,00% -

Tutte le percentuali sono riferite al peso degli inerti.

I ripristini delle pavimentazioni stradali riguarderanno di norma la reale larghezza dello scavo in trincea; la Direzione dei Lavori potrà comunque ordinare un ripristino in conglomerato bituminoso di larghezza maggiore (e sempre per forme geometriche) qualora lo richiedano le condizioni generali del piano viabile.

Particolare osservanza si deve alle prescrizioni specifiche imposte dagli Enti Gestori delle strade

(ANAS, Amministrazione Provinciale od altro Ente); in entrambi i casi alla Ditta verranno compensati i reali lavori ordinati ed eseguiti.

Qualora la Direzione Lavori per imposizione dell'Ente gestore della strada richiedesse dopo il ripristino con tout-venant o binder bituminoso l'asportazione della pavimentazione bituminosa mediante fresatura e per una ben individuata larghezza, la ditta dovrà provvedervi con idonea attrezzatura e per lo spessore indicato. Quindi, previa accurata spazzolatura del piano fresato e spruzzatura con emulsione, provvederà alla stesa del conglomerato bituminoso per uno spessore compreso pari allo spessore della fresatura eseguita.

La Ditta esecutrice rimarrà responsabile dei ripristini delle pavimentazioni per almeno un anno dalla data di esecuzione, garantendo la gratuita ricarica degli assestamenti che si potranno nel frattempo verificare.

2.8 Inerti

Gli inerti dovranno possedere i requisiti fissati nel R.D. 16.11.1939 n. 2229, D.M. 111.1959 n. 1363 e rispondere alle caratteristiche fissate nelle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" del DM 9 gennaio 1996.

L'inerte fine sarà costituito da sabbia naturale priva di particelle scagliose, mentre l'inerte grosso sarà costituito da ghiaia naturale o pietrisco proveniente dalla frantumazione da adatto materiale roccioso. La

granulometria degli aggregati litici degli impasti potrà essere espressamente prescritta dalla Direzione Lavori.

2.8.1 Materiali calcarei di cava

I pietrischi ed i pietrischetti dovranno essere di natura calcarea, sana, non gelivi, provenienti da cava o da frantumazione di ciottoli di fiume con caratteristiche uniformi di materiale, privo di cappellaccio, sostanze marmose o terrose, nelle prescritte pezzature, ricavati da frantumazione e vagliatura meccaniche, opportunamente lavati.

Le pezzature prescritte sono le seguenti: 40 - 70; 25 - 40; 15 - 25; 10 - 15.

In particolare, saranno accettati pietrischi di requisiti non inferiori alla categoria seconda e pietrischi non inferiori alla categoria quarta delle norme citate.

2.8.2 Graniglie e pietrischetti di fiume

La graniglia ed il pietrischetto di fiume saranno ricavati dalla frantumazione omogenea di ciottoli di rocce silicee e calcaree ed in genere ad elevata durezza.

Dovranno essere forniti conformi al campione da presentarsi, nelle pezzature mm. 0-3; 3-5; 5-10; 10-15; 15-25.

Dovranno essere privi di ghiaia, ghiaietto, materie sabbiose, terrose, eterogenee, e di ciottoli alterati; in caso contrario verranno subito rifiutati e l'assuntore è obbligato a rinnovare a proprie spese il materiale.

Saranno accettati materiali di requisiti non inferiori alla categoria quarta.

2.8.3 Sabbia, ghiaietti e ciottoli

La sabbia, naturale ed artificiale, di fiume o calcarea di frantoio deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti non provenienti da rocce decomposte o gessose, deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, essere scevra di materie organiche e melmose e comunque deve essere lavata salvo che il Direttore dei Lavori non lo ritenga necessario.

Il ghiaietto ed i ciottoli devono presentare le stesse caratteristiche della sabbia, devono essere composti di elementi duri, resistenti e non gelivi, essere esenti di elementi friabili e terrosi e non devono contenere polvere.

Come per le sabbie, per il ghiaietto è prescritto il lavaggio, salvo che ciò non sia ritenuto necessario dalla Direzione Lavori.

Per tutti i materiali deve essere presentato un campione prima di iniziare la fornitura, le prove di caratterizzazione e di accettazione saranno eseguite in conformità alle norme citate e l'Appaltatore dovrà curarsi di ottenere l'approvazione dei campioni da parte della Direzione Lavori.

Saranno ritenute non avvenute ed escluse dalla contabilità, salvo risarcimento di legge, quelle forniture di materiali che non rispondessero alle norme citate.

2.9 Opere In Conglomerato Cementizio

L'Impresa dovrà attenersi, per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo, alle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, con D.M. 09.01.1996. Tuttavia l'art. 20, comma 3 della Legge 31/2008 precisa che: "per le costruzioni e per le opere infrastrutturali iniziate, nonché per quelle per le quali le amministrazioni aggiudicatrici abbiano affidato lavori o avviato progetti definitivi o esecutivi prima dell'entrata in vigore [...] continua ad applicarsi la normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo". Tale indicazione risulta confermata anche dalla Circolare del 5 agosto 2009 "Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 17 gennaio 2018 – Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto – legge 31 dicembre 2007, n. 248" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. La composizione della miscela del calcestruzzo sarà basata sui risultati di prove di laboratorio eseguite a cura dell'Impresa e sotto la sua responsabilità. L'Impresa è tenuta a sottoporre preventivamente all'approvazione dall'ufficio di Direzione Lavori la composizione degli impasti e a concordare con essa durante il lavoro le eventuali variazioni necessarie che, comunque, non potranno costituire motivo per l'Impresa di richiesta di sovrapprezzo.

2.9.1 Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104 conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett. C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Controllo della documentazione cemento

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Controllo di accettazione cemento

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del D.P.R. n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

2.9.2 Aggiunte

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

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

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

2.9.3 Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 2.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato

indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);

- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;

- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

2.9.4 Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo NON è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo.

2.9.5 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

2.9.6 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

2.9.7 Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$) tipo B450C;

- tralicci elettrosaldati ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti come adeguata dal D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE".

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle NTC.

Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nelle NTC.

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{\max} sarà 270 N/mm^2 ($0,6 f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm^2 per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm^2 per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con le NTC.

Controllo della documentazione acciaio

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati e controllati secondo le modalità e procedure indicate nelle NTC.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle NTC.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione acciaio

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, 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 agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni delle NTC, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, 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 caratteristico, 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 di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 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.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

Deposito e conservazione in cantiere acciaio

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

Le classi di resistenza acciaio

Si fa riferimento alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

2.9.8 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

2.9.9 Rapporto acqua/cemento

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

(aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m3) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

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

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

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

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

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m3 di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m3 di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m3 di impasto di fumo di silice;

Kcv ; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 .

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possenga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta .

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto

a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

2.9.10 Acqua di bleeding

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

2.9.11 Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

2.9.12 Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)_{max};
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- D.M._{ax} dell'aggregato;
- copriferro minimo.

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.

2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il decreto delle NTC prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;

- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è definito dalle NTC come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

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

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

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

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

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

2.9.13 Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

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

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Tab.4.1 – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

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

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori

utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

2.9.14 Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- ☐ posizionamento rispetto alle coordinate di progetto $S = \pm 3.0\text{ cm}$
- ☐ dimensioni in pianta $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
- ☐ dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$
- ☐ quota altimetrica estradosso $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- ☐ posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- ☐ dimensione in pianta (anche per pila piena) $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- ☐ spessore muri, pareti, pile cave o spalle $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- ☐ quota altimetrica sommità $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- ☐ verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$ $S = \pm 2.0\text{ cm}$
- ☐ verticalità per $H > 600\text{ cm}$ $S = \pm H/12$

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- ☐ spessore: $S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$
- ☐ quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0\text{ cm}$

Vani, cassette, inserterie:

- ☐ posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.5\text{ cm}$
- ☐ posizionamenti inserti (piastre boccole): $S = \pm 1.0\text{ cm}$

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

2.9.15 Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. 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, etc..

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

2.9.16 Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

2.9.17 Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- ☐ la permanenza entro casseri del conglomerato;
- ☐ l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- ☐ l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- ☐ la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- ☐ la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- ☐ la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

2.9.18 Controlli in corso d'opera

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante:

- ☐ controllo di tipo A;
- ☐ controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni e nella norma UNI-EN 206:2016.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- ☐ pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;

- ☐ barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- ☐ vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad $\frac{1}{4}$ della più piccola dimensione del provino;
- ☐ tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

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

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

Identificazione del campione:

- ☐ tipo di calcestruzzo;
- ☐ numero di provini effettuati;
- ☐ codice del prelievo;
- ☐ metodo di compattazione adottato;
- ☐ numero del documento di trasporto;
- ☐ ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
- ☐ Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- ☐ Data e ora di confezionamento dei provini;
- ☐ La firma della D.L.

In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

2.9.19 Controlli supplementari della resistenza a compressione

Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1$ o $= 2$ e non in un intervallo intermedio.

2.9.20 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione (Pilastri, travi, solai in latero-cemento e a soletta piena) poste in ambienti interni di fabbricati

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione all'interno di edifici in classe di esposizione XC1 (UNI 11104), Rck 30 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione che operano in servizio all'interno di edifici che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni, indipendentemente che le stesse siano situate in aeree con clima temperato o rigido.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o in toto si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno ed, in particolare all'azione della pioggia, in aeree a clima temperato o a clima rigido consultare rispettivamente le schede di capitolato 2.2 e 3.1. Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno

all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare la scheda 5.1.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme alla norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC1
- Rapporto a/c max: 0.60
- Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
- Dosaggio minimo di cemento: 300 Kg/m³
- Aria intrappolata: max. 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 20 mm (30 per opere in c.a.p)
- Controllo dell'esecuzione dell'opera (R_{ck} minima in opera valutata su carote $h/d=1$): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 25.5 \text{ N/mm}^2$
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.21 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC3 (UNI 11104), Rck 35 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'interno di edifici a umidità relativa moderata o alta o all'esterno riparati dall'azione della pioggia. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni e sono situate in aeree del Paese caratterizzate da clima temperato.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici con bassa umidità consultare le prescrizioni contenute nella scheda 1.1. Per gli elementi strutturali che in parte o in toto si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aeree a clima rigido consultare la scheda di capitolato 3.1. Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare la scheda 5.1.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC3
- Rapporto a/c max: 0.50
- Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
- Dosaggio minimo di cemento: 320 Kg/m³
- Aria intrappolata: max. 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p)
- Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote h/d=1): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.22 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), Rck 40 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni e sono situate in aeree del Paese caratterizzate da clima temperato.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici consultare le prescrizioni contenute nella scheda 1.1. Per gli elementi strutturali che in parte o in toto si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aeree a clima rigido consultare la scheda della norma. Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare la scheda della norma.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante o superfluidificante ritardante conforme della norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC4
- Rapporto a/c max: 0.50
- Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
- Dosaggio minimo di cemento: 340 Kg/m³
- Aria intrappolata: max. 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p)
- Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote h/d=1): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34 \text{ N/mm}^2$
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.23 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda o a elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture interrato sotto il livello di falda o elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica, in classe di esposizione XC2 (UNI 11104), Rck 35 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4,

Profondità media della penetrazione di acqua (UNI-EN 12390-8): 20 mm

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda quali platee, muri perimetrali controterra, pareti di corpi scala e vani ascensore per i quali si vuole evitare che le infiltrazioni di acqua interessino i vani cantinati. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, inoltre, possono essere estese anche agli elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica destinate al contenimento di acque potabili quali le fondazioni dei canali di irrigazione, delle vasche e delle piscine. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni indipendentemente che esse siano situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato o rigido.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o in toto si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare la schede di capitolato 3.2 e 3.3. Per le strutture a tenuta idraulica che contengono acque di mare quali le vasche di impianti ittici o gli impianti di raffreddamento che operano con acque di mare consultare la scheda 5.2. Per le strutture a tenuta idraulica che trattano acque reflue di altri processi industriali consultare le prescrizioni di capitolato contenute nella scheda 4.2. Per le strutture a tenuta idraulica degli impianti di depurazione effettuare un'analisi preventiva delle acque finalizzata ad accertare la eventuale presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo e/o le armature.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante o superfluidificante ritardante conforme alla norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC2;
- Rapporto a/c max: 0.55
- Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

- Dosaggio minimo di cemento: 320 Kg/m³
- Aria intrappolata: max. 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Classe di consistenza al getto: S4 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%
- Profondità media della penetrazione di acqua (UNI-EN 12390-8): 20 mm

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p)
- Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote h/d=1): $C(x/y)_{opera} > 0,85 \ C(x/y) \geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Utilizzo di profili water-stop in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali oppure iniezione con resine espandenti mediante tubi microforati
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.24 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili o di elementi parzialmente o completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per:

- elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica di acque potabili, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104)
- di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104),
- di elementi completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue, in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),

Rck 40 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4, Profondità media della penetrazione di acqua (UNI-EN 12390-8): 20 mm

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte:

- agli elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica che operano in contatto con acque potabili quali i muri verticali di canali di irrigazione, di vasche di contenimento e piscine;
- agli elementi completamente immersi e a quelli parzialmente emersi di strutture a tenuta idraulica che vengono in contatto con acque reflue provenienti da altri processi industriali.

Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o in toto si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare la scheda di capitolato 3.2 e 3.3. Per le strutture a tenuta idraulica che contengono acque di mare, quali le vasche di impianti ittici o gli impianti di raffreddamento che operano con acque di mare, consultare la scheda Per gli elementi completamente immersi di strutture a tenuta idraulica che trattano acque potabili consultare le prescrizioni di capitolato contenute nella scheda 4.1. Per le strutture a tenuta idraulica degli impianti di depurazione effettuare un'analisi preventiva delle acque finalizzata ad accertare la eventuale presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo e/o le armature.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante conforme o superfluidificante ritardante alla norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme alla UNI-EN 934-2
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2. Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC2 (elementi permanentemente immersi) o XC4 (elementi parzialmente immersi);
- Rapporto a/c max: 0.50
- Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
- Dosaggio minimo di cemento: 340 Kg/m³
- Aria intrappolata: max. 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%
- Profondità media della penetrazione di acqua (UNI-EN 12390-8): 20 mm

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.) strutture completamente immerse; 35 mm (45 mm per opere in c.a.p.) per strutture parzialmente immerse
- Controllo dell'esecuzione dell'opera: (Rck minima in opera valutata su carote $h/d=1$): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34 \text{ N/mm}^2$
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Utilizzo di profili water-stop in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali oppure iniezione con resine espandenti mediante tubi microforati
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.25 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione “facciavista” esposti all'azione della pioggia

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione facciavista di edifici e muri di sostegno o di recinzione facciavista che operano in servizio all'esterno esposti direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), Rck 40 N/mm², Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm \pm 30 mm, Dmax 32 mm, Cl 0.4, dosaggio di cemento minimo 350 kg/m³

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione facciavista di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia. Nel caso che la struttura operi al riparo dalla pioggia si faccia riferimento alla scheda 2.2. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, corpi scala, nuclei ascensore e muri di cinta facciavista che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni e sono situate in aeree del Paese caratterizzate da clima temperato. Le presenti prescrizioni possono essere estese anche ai muri di sostegno facciavista.

Avvertenze

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda 8.1 e finalizzate alla realizzazione di strutture facciavista debbono essere integrate dalle prescrizioni relative:

- al tipo di cassero: i casseri assorbenti (in legno) permettono di ottenere una superficie leggermente ruvida perché assorbono l'acqua in eccesso e impediscono la formazione di antiestetiche bolle superficiali. Per ottenere una superficie omogenea è necessario utilizzare tavole che sono state impiegate lo stesso numero di volte e caratterizzate da medesimo assorbimento (stesso legno). I casseri non assorbenti producono superfici molto lisce ma caratterizzate anche da una maggiore disomogeneità cromatica. Per questo motivo è opportuno che grandi superfici facciavista vengano suddivise mediante motivi architettonici in campiture di modesta estensione che possano attenuare queste disomogeneità cromatiche inevitabili. Relativamente ai casseri è assolutamente importante curare la tenuta dei punti di giunzione; in caso contrario, infatti, la perdita di boiacca da queste zone provoca la formazione di difetti superficiali in termini di macroporosità;

- al tipo di disarmante: prima di procedere al getto è sempre opportuno eseguire delle prove preliminari di compatibilità tra cassero e disarmante. L'applicazione del disarmante deve avvenire con cura e in strati

sottili e regolari prima del posizionamento delle gabbie di armatura. Il disarmante in eccesso deve essere rimosso mediante degli stracci pena l'apparizione di macchie o di zone a colorazione grigia variabile;

- alle modalità di maturazione: la bagnatura delle superfici del calcestruzzo con acqua può promuovere la comparsa di antiestetiche efflorescenze biancastre. Allo stesso modo si possono generare macchiature della superficie se vengono impiegate pellicole in plastica applicate direttamente sulla superficie del calcestruzzo. Le modalità di protezione consigliate per le strutture facciavista sono quelle basate sull'impiego di geotessile oppure quelle realizzate con foglio di plastica tenuto distante dalla superficie della struttura in calcestruzzo evitando comunque che si crei un effetto camino che possa favorire l'evaporazione di acqua dal conglomerato;

- alle condizioni climatiche al momento della realizzazione dell'opera: la qualità estetica delle superfici di calcestruzzo dipende strettamente dalle condizioni di ventilazione e di umidità esistenti durante la realizzazione e la successiva maturazione del getto: climi asciutti e ventilati producono colorazioni diverse da quelle che si realizzano in periodi caldo-umidi. Pertanto, è buona norma, ai fini dell'ottenimento di colorazioni omogenee delle superfici, che i getti di un dato elemento strutturale vengano completati nell'arco di una stessa giornata.

Prescrizioni

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- Acqua di impasto: conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante o superfluidificante ritardante conforme alla norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- Durante l'intera fornitura del conglomerato non debbono essere impiegati aggregati di diversa provenienza.
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. In particolare:
- Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1. Per strutture facciavista bianche utilizzare cemento bianco.
- Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI-EN 450

Prescrizioni per il calcestruzzo

- Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- Classi di esposizione ambientale: XC4
- Rapporto a/c max: 0.50 (la variazione del rapporto a/c deve essere contenuta a ± 0.03)
- Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)
- Dosaggio minimo di cemento: 350 Kg/m³
- Contenuto di cemento e di materiale fine passante a 0.125 mm: ≥ 400 Kg/m³

- Aria intrappolata: max 2,5%
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4
- Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

Prescrizioni per la struttura

- Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p)
- Controllo dell'esecuzione dell'opera: (Rck minima in opera valutata su carote $h/d=1$): $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34$ N/mm²
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica tenuti a 5 cm di distanza dalla superficie del calcestruzzo: 7 giorni
- Acciaio B450C conforme alle NTC

2.9.26 Waterstop o idrostop

La guarnizione espansiva da posare lungo i giunti di ripresa dei getti in calcestruzzo onde garantire la tenuta idraulica andrà posato secondo le prescrizioni qui riportate.

La guarnizione andrà posata la superficie del calcestruzzo secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice. Comunque, la guarnizione andrà tagliata a misura con una lama affilata (non strappata) e incollata con mastice appropriato alla superficie del calcestruzzo, preventivamente pulita e lisciata, o inchiodata ogni 25 cm.

Le giunzioni tra guarnizione dovranno essere accurate ed eseguite accostando ben vicine, per almeno 5 cm, le due strisce. Per applicazioni su superfici verticali, si consiglia di incollare pezzi da 1 metro di lunghezza.

La guarnizione dovrà essere posata ad almeno 8 cm dal bordo esterno della parete di calcestruzzo.

Per battenti idrici superiori ai 5 metri, inserire doppia guarnizione, accostata per tutta la lunghezza.

2.9.27 Impermeabilizzanti con effetto cristallizzante

Per strutture sottoposte ad accumulo di acque sia potabili sia reflue, l'impermeabilizzazione sarà ottenuta mediante l'aggiunta di additivo cristallizzante a base di componenti idrofilici per l'impermeabilizzazione del calcestruzzo. L'additivo cristallizzante, nel dosaggio di 2.5-3.5% sul peso del legante, deve essere aggiunto insieme gli aggregati, al cemento, all'acqua all'impianto di betonaggio e miscelato adeguatamente fino a completa omogeneizzazione.

L'additivo impermeabilizzante capillare conferirà al calcestruzzo caratteristiche di elevata impermeabilità, ridotta possibilità di fessurazione per gradiente termico o ritiro igrometrico : la caratteristica di impermeabilità del calcestruzzo è dovuta alla formazione di cristalli di Silicato di Calcio Idrato insolubili che vanno a sigillare le porosità capillari della matrice cementizia e le eventuali fessurazioni di ampiezza fino a 0,4 mm; il comportamento dell'additivo deve rimanere attivo nel tempo, e nel caso si riproponga l'azione di umidità per infiltrazioni la sua azione si deve riattivare rinnovando nella struttura il processo di una sempre più estesa cristallizzazione per garantire impermeabilità e durabilità al cls.

In commercio prodotti con azione cristallizzante sono ad esempio Penetron Admix – Sika WT200P e Tekna Chem Aeternum.

2.9.28 Misto cementato

DESCRIZIONE

Il misto cementato è costituito da una miscela d’inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare con l’aggiunta, se necessario, di aggregati d’integrazione. La miscelazione deve avvenire in sito attraverso l’utilizzo di idonee macchine stabilizzatrici, dopo l’aggiunta di cemento e acqua, per uno spessore complessivo di circa 20 cm; altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm. Anche in questo caso la miscela dovrà assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

INERTI

Gli inerti sono elementi lapidei dalla cui miscelazione si ottiene il misto granulare che poi costituirà la base del misto cementato.

Essi risultano composti dall’insieme di aggregati grossi e aggregati fini.

Devono rispettare quanto definito dal D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE” e applicata la norma UNI EN 13242.

Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 40\text{mm}$

E’ costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Tabella 11.6.3.A		
Dimensione massima	40 mm	
Requisiti di granulometria	$G_C 80/20$	UNI EN 13242 prospetto 2
Percentuale di superfici frantumate	$C_{50/30}$	UNI EN 13242 prospetto 7
Resistenza alla frammentazione	LA_{30}	UNI EN 13242 prospetto 9

Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ $d > 0,063$

L’aggregato fine deve essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione, ottenuta da materiali di cava o di fiume e deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella 11.6.3.B		
Requisiti di granulometria	$G_F 85$	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell’equivalente in sabbia	30 % - 60%	UNI EN 933-8
Limite liquido	≤ 25	UNI EN 10014

Indice di plasticità	NP	UNI EN 10014
----------------------	----	--------------

LEGANTE

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI EN 197-1

- CEM I (Portland);
- CEM II (Portland composito);
- CEM III (d'altoforno);
- CEM IV (pozzolanico);
- CEM V (composito).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 4,5% sul peso degli inerti asciutti con ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

ACQUA

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità, l'acqua andrà testata secondo la norma UNI EN 1008. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, determinata dalla prova Proctor AASHTO modificata (CNR BU n°69/78), con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela.

MISCELA

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme:

Tabella 11.6.3.C	
FUSO	MISTO GRANULARE
Serie EN	% di passante
40	100 - 100
31,5	75 - 100
20	60 - 90
16	53 - 84
12,5	46 - 76

10	40 - 70
8	34 - 65
6,3	30 - 60
2	15 - 40
0,500	8 - 24
0,250	5 - 18
0,063	3 - 10

Il contenuto di cemento ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al peso totale secco degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dalle norme AASHTO T-180 e CNR BU n°69/78:

- **% UMIDITA'** : La determinazione dell'umidità ottima di costipamento e relativa densità massima secca verrà effettuata mediante studio Proctor (CNR BU n°69/78 - AASHTO T-180 modificata). Verrà effettuata una costipazione per ogni percentuale di cemento utilizzata.
- **% CEMENTO** : La quantità di cemento ottimale deve essere scelta in funzione delle prestazioni a compressione e trazione della miscela (Tabella 78.3.4). I provini verranno confezionati in laboratorio entro stampi CBR (UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm per un volume di 3242 cm³). Per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo CBR; tale eccedenza dovrà essere eliminata affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. Prima d'immettere la miscela negli stampi si effettuerà una vagliatura al setaccio ASTM 3/4" allontanando gli elementi trattenuti con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata all'umidità ottima Proctor, seguendo quanto indicato dalla norma AASHTO T-180 modificata (85 colpi per strato, diametro pestello 5,08 cm, peso pestello 4,54 kg e altezza di caduta di 45,7 cm). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altre 6 in ambiente umido (umidità relativa $\geq 90\%$ e temperatura di $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$).
- Operando ripetutamente nel modo suddetto potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio; tali valori dovranno rispettare i limiti riportati in tabella e saranno ottenuti dalla media aritmetica di 3 provini, se ciascuno non si scosta dalla media per più del 15 %, altrimenti dalla media di 2, dopo aver scartato quello anomalo:

Tabella 11.6.3.D			
REQUISITI DELLA MISCELA			
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valori
Resistenza a compressione a 7 gg	CNR BU n°29/72	N/mm ²	$2,5 \leq R_c \leq 4,5$

L'Impresa è tenuta a comunicare alla D.L., con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno. Inoltre l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio, il tipo di lavorazione che intende adottare e il tipo di attrezzatura da cantiere che verrà impiegata.

Una volta accettato da parte della D.L. lo studio delle miscele, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente ad esso.

MODALITA' ESECUTIVE

La lavorazione non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 8 °C e superiori a 35 °C (salvo differente indicazione della D.L.), e mai sotto la pioggia.

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

PROTEZIONE SUPERFICIALE

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se viene verificata la resistenza raggiunta dal misto.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Tabella 11.6.3.E				
REQUISITI DEL MISTO CEMENTATO				
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valori	frequenza
Resistenza a compressione a 7 gg ¹	CNR BU n°29/72	N/m ²	± 20% Rc di riferimento e in ogni caso ≥ 2,5	ogni 5000 m ² di stesa
Composizione granulometrica	UNI EN 933-1	Fuso granulometrico		ogni 5000 m ² di stesa
Percentuale di cemento	UNI EN 6393	%	± 0,5	ogni 5000 m ² di stesa
Densità in sito ²	CNR BU n°22/72	%	≥ 95	ogni 1000 m ² di stesa
Modulo di deformazione (Md) 24 /48h 0,25-0,35 N/mm ²	CNR BU n°146/92	N/m ²	≥ 150	ogni 1000 m ² di stesa
Misura dell'irregolarità superficiale	UNI EN 13036- 7	mm	≤ 10	ogni 20 m
Spessore medio	quello prescritto dal progetto			

1) Per particolari casi è facoltà della Direzione dei Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 .

2) Il confronto tra le misure di densità in sito ed 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. In caso contrario, se il trattenuto al crivello UNI 25 mm è inferiore al 20%, si può effettuare il controllo previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_s = \frac{P_d - P'd}{V - V'}$$

P_d : Peso secco totale del materiale prelevato

V : Volume totale occupato in sito

$P'd$: Peso secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

V' : $P'd / \gamma_s$: Volume della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

γ_s : Peso specifico della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della D.L. richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

REQUISITI INACCETTABILI E PENALITA'

Verranno ritenute inaccettabili miscele con valori di resistenza a compressione inferiori a $2,0 \text{ N/mm}^2$ e valori inferiori a $0,15 \text{ N/mm}^2$ di resistenza a trazione indiretta.

Pertanto tali misti cementati dovranno essere rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a cura e onere dell'Impresa.

Per valori di resistenza a compressione, compresi fra $2,0$ e $2,5 \text{ N/mm}^2$ (limite inferiore), $7,5$ e $10,0 \text{ N/mm}^2$ (limite superiore) e per valori di resistenza a trazione indiretta, compresi fra $0,15$ e $0,25 \text{ N/mm}^2$ il misto cementato verrà penalizzato nella seguente maniera:

- Resistenza a compressione, per ogni N/mm^2 di scostamento una riduzione del 2% sul prezzo unitario.
- Resistenza a trazione indiretta, per ogni N/mm^2 o frazione di N/mm^2 una riduzione del 2% sul prezzo unitario.

2.10 Demolizioni

E' fatto obbligo all' Impresa di accertare con la massima cura la struttura ed ogni elemento che deve essere demolito sia nel suo complesso sia nei particolari in modo da conoscere la natura, lo stato di conservazione e le tecniche costruttive.

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni con i mezzi che crederà più opportuni previa approvazione della Direzione Lavori. In ogni caso l'Impresa esonera nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione, sia l'Amministrazione appaltante che i suoi organi di direzione, assistenza e sorveglianza, salvo altre disposizioni di legge.

Il personale addetto dovrà possedere preparazione e pratica specifica anche per l'individuazione immediata di condizioni di pericolo e dovrà essere sottoposto all'autorità di un dirigente. Si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori.

La zona interessata dovrà essere delimitata con particolare cura; in presenza di impianti elettrici, gas, telefonici, ecc. l'Impresa dovrà prendere direttamente accordi con le rispettive Società od Enti eroganti. Il materiale di risulta delle demolizioni ed inutilizzabile dovrà essere trasportato a discarica. In tale caso verrà riconosciuto all' Impresa il trasporto del materiale stesso e l' eventuale tariffa per lo smaltimento in zona autorizzata.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno un' armatura in ferro superiore a 10 kg/mc.

2.11 Tubazioni

2.11.1 Tubazioni in ghisa sferoidale acquedotto

Criteri di accettazione per tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale

2.11.1.1 TUBAZIONI

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere prodotte in stabilimento certificato a norma ISO 9001:2015 e conformi alla norma EN 545:2010 con certificato di prodotto emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario il protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: ≥ 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: $\geq 10\%$
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

I tubi dovranno avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma come meglio precisato a seguire.

Materiali conformi al D.M. 174 Ministero della Salute del 6/4/2004 per le parti applicabili.

Le relative tolleranze dovranno essere conformi alla norma EN 545:2010.

In alternativa alle tubazioni ed ai raccordi indicati, potranno essere utilizzati sistemi di tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale conformi alla norma di prodotto ISO 16631:2016 purché il diametro interno non sia inferiore al diametro nominale indicato nel capitolato e che le prestazioni in termini di pressione siano compatibili con i requisiti progettuali. Saranno in questo caso richiesti solo i certificati pertinenti.

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545:2010, paragrafo 6.5.2, prospetto 14 e secondo quanto disposto al Capitolo 3.

La pressione di esercizio della linea è pari a **12.6 [bar]** e la massima pressione di esercizio (comprende eventuali sovrappressione da colpo d'ariete) è pari a **17.6 [bar]**.

Rivestimento interno

Le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione secondo quanto previsto nella EN 545:2010 e certificato secondo quanto prescritto al punto 7.1 della suddetta norma da organismo terzo. Il cemento, come prescritto dalla norma EN545:2010 al paragrafo 4.5.3.1, dovrà essere conforme alla norma EN197-1 ed alla Direttiva Europea 98/83/EC con certificato di organismo terzo. Secondo quanto richiesto dalla norma EN197-1 all'Allegato ZA, dovrà essere esibito il certificato di conformità CE del cemento impiegato rilasciato da ente terzo autorizzato. Sono ammesse alternative al rivestimento interno in malta cementizia, che siano migliorative in termini di scabrezza.

Rivestimento esterno STANDARD

Le tubazioni saranno rivestite esternamente con una lega di zinco e alluminio o zinco, alluminio e rame (o altro metallo avente analoghe proprietà antibatteriche contro ceppi di *sulfovibrio desulfuricans* -gruppo BSR) con una massa minima pari a 400 g/m² con successiva vernice di finitura esente da bisfenoli secondo quanto indicato nella norma EN 545:2010 e per le prestazioni indicate al paragrafo D.2.2 dell'appendice D della suddetta norma, secondo il quale evidenza delle prestazioni a lungo termine per la soluzione suddetta (per esempio prove e referenze) dovrà essere fornita dal fabbricante e accompagnata da certificato di terza parte per la conformità del rivestimento alla norma EN 545:2010 e di attestazione di avvenuto controllo in stabilimento da parte dell'ente stesso, che certifica le referenze presentate dal produttore.

In conformità ai paragrafi 4.5.2.1 e 4.5.2.2 della norma EN545:2010, al fine di avere garantita l'aderenza alla parete del tubo del rivestimento in lega di zinco-alluminio, qualora l'applicazione del rivestimento stesso in lega di zinco-alluminio avvenga in differita rispetto alla centrifugazione ed al trattamento termico, si richiede che i tubi vengano prima sottoposti ad un'operazione di granigliatura.

Sarà comunque facoltà della stazione appaltante eseguire presso un ente terzo qualificato, a carico del fabbricante ed a pena del rifiuto del materiale, delle verifiche sui tubi forniti per stabilire l'entità dello strato di ossido e lo stato della superficie al di sotto del rivestimento esterno in lega di zinco-alluminio.

Rivestimento esterno PESANTE

Le tubazioni saranno rivestite esternamente con uno strato di zinco puro di 200 g/m² applicato per metallizzazione con rivestimento rinforzato di cui alla norma EN 545 allegato D punto D.2.3 e costituito da uno strato aderente di polietilene applicato in conformità alle norme EN 545 ed EN 14628 o da un rivestimento in poliuretano in conformità alla EN 15189 o in malta cementizia in conformità con la

EN15542. Sulle estremità del tubo (estremità liscia e interno bicchiere) il rivestimento sarà costituito da uno strato di vernice epossidica allo zinco applicata per proiezione.

Sistema di giunzione GIUNTO ELASTICO AUTOMATICO

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero conforme alle norma EN 681-1, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545:2010

Le Pressioni di Funzionamento Ammissibili (PFA) saranno le seguenti:

- DN 60 ÷ 300 40 bar
- DN 350 ÷ 600 30 bar

Le deviazioni angolari minime permesse dal giunto saranno le seguenti:

DN	PFA (bar)	Deviazione angolare	DN	PFA (bar)	Deviazione angolare
80	40	5	300	40	5
100	40	5	350	30	4
125	40	5	400	30	4
150	40	5	450	30	4
200	40	5	500	30	4
250	40	5	600	30	4

Sistema di giunzione GIUNTO ANTISFILAMENTO CON INSERTI METALLICI NELLA GUARNIZIONE DI TENUTA

I tubi dovranno avere un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma. Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico automatico. La guarnizione, realizzata in elastomero di qualità EPDM, conforme alla norma EN 681-1, dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Il trasferimento degli sforzi assiali atti a realizzare il dispositivo antisfilamento dovrà essere ottenuto mediante inserti metallici annegati nella guarnizione, che aderiranno sulla estremità liscia del tubo e vi si ancoreranno per attrito quando la condotta sarà messa in pressione. Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545.

La Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) del giunto dovrà essere pari ad almeno 16 atm.:

DN	PFA (bar)	Deviazione angolare	DN	PFA (bar)	Deviazione angolare
80	16	5	300	16	3

100	16	5	350	16	3
125	16	5	400	16	2
150	16	5	450	13	2
200	16	4	500	11	2
250	16	4	600	10	2

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545, paragrafo 6.5.2, prospetto 14.

Sistema di giunzione GIUNTO ANTISFILAMENTO CON CORDONE DI SALDATURA

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari del tubo senza compromettere la tenuta, sarà di tipo elastico automatico e antisfilamento con contro flangia, bulloni, anello antisfilamento e cordone di saldatura sull'estremo liscio: la guarnizione secondo UNI 9163 in EPDM, conforme alla norma EN 681 -1, assicura la tenuta idraulica, l'anello antisfilamento, imprigionato tra il cordone di saldatura sull'estremo liscio del tubo e la contro flangia a mezzo del serraggio dei bulloni, assicura la resistenza contro lo sfilamento.

Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545.

La Classe di Pressione dei tubi dovrà essere pari a:

DN Classe

Da 250 maggiore C50

Da 350 maggiore C40

Da 700 maggiore C30

La Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) del giunto dovrà essere pari a:

DN PFA

350 27

400 25

450 23

500 22

600 20

700 27 (C30)

Le deviazioni angolari permesse dal giunto saranno le seguenti:

DN 350 – 500 3°

DN 600 – 800 2°

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545:2010, paragrafo 6.5.2, prospetto 14.

16.1.2 RACCORDI E PEZZI SPECIALI

I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere prodotti in stabilimento certificato a norma EN ISO 9001:2008 e conformi alla norma EN 545:2010.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei raccordi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: ≥ 420 MPa
- allungamento minimo a rottura: $\geq 5\%$
- durezza Brinell: ≤ 250 HB

I raccordi dovranno avere le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma antisfilamento oppure a flangia con forature a norma UNI EN 1092-2/99.

GIUNZIONE AUTOMATICA ANTISFILAMENTO

Il raccordo sarà dotato di giunto elastico automatico antisfilamento con guarnizioni preferibilmente a profilo divergente a coda di rondine ed inserti metallici annegati all'interno dell'elastomero stesso atti a realizzare per attrito la funzione antisfilamento, conformi alla norma EN 681-1.

Il giunto dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del raccordo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, con guarnizione in elastomero preferibilmente a profilo divergente conforme alle norme EN 681-1, atta ad assicurare la tenuta attraverso la reazione elastica della gomma e la compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Il trasferimento degli sforzi assiali atti a realizzare il dispositivo antisfilamento dovrà essere ottenuto mediante inserti metallici posti nella guarnizione, che aderiranno sulla estremità liscia del tubo e vi si ancoreranno per attrito quando la condotta sarà messa in pressione.

DN	PFA (bar)	Deviazione angolare	DN	PFA (bar)	Deviazione angolare
80	16	5	300	16	3
100	16	5	350	16	3
125	16	5	400	16	2
150	16	5	450	13	2
200	16	4	500	11	2
250	16	4	600	10	2

Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545:2010 in originale o in copia conforme rilasciati da organismo accreditato secondo le norme EN 45000 ed EN ISO 17020 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)".

GIUNZIONE ANTISFILAMENTO CON CORDONE DI SALDATURA

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari del tubo senza compromettere la tenuta, sarà di tipo elastico automatico e antisfilamento con contro flangia, bulloni, anello antisfilamento e cordone di saldatura sull'estremo liscio: la guarnizione secondo UNI 9163 in EPDM, conforme alla norma EN 681 -1, assicura la tenuta idraulica, l'anello antisfilamento, imprigionato tra il cordone di saldatura sull'estremo liscio del tubo e la contro flangia a mezzo del serraggio dei bulloni, assicura la resistenza contro lo sfilamento.

Per la giunzione dovranno essere inoltre esibiti i certificati delle prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545.

La Classe di Pressione dei tubi dovrà essere pari a:

DN Classe

Da 250 maggiore C50

Da 350 maggiore C40

Da 700 maggiore C30

La Pressione di Funzionamento Ammissibile (PFA) del giunto dovrà essere pari a:

DN	PFA
350	27
400	25
450	23
500	22
600	20
700	27 (C30)

Le deviazioni angolari permesse dal giunto saranno le seguenti:

DN 350 – 500 3°

DN 600 – 800 2°

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato mediante prova idraulica secondo quanto prescritto dalla EN 545:2010, paragrafo 6.5.2, prospetto 14.

GIUNZIONE MECCANICA CON CONTROFLANGIA

La giunzione a flangia sarà effettuata con foratura conforme alla Norma EN 1092-2. Verrà utilizzata esclusivamente per raccordi a saracinesche e pezzi speciali già flangiati secondo le indicazioni di progetto.

Pressione massima ammissibile PN 25.

RIVESTIMENTO INTERNO ED ESTERNO

Il rivestimento esterno ed interno sarà costituito da uno strato di vernice epossidica blu applicata per cataforesi previa sabbiatura e fosfatazione allo zinco con spessore minimo di 70 micron.

In alternativa il rivestimento esterno ed interno dei raccordi potrà essere costituito da uno strato di vernice epossidica blu alimentare di spessore minimo 250 micron secondo la norma EN14901. Tale conformità dovrà essere attestata attraverso opportuna certificazione in originale o copia conforme rilasciato da organismo terzo di certificazione che abbia firmato l'accordo di Cooperazione Europea per l'Accreditamento secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065.

I materiali dovranno essere conformi al D.M. 174 Ministero della Salute del 6/4/2004 per le parti applicabili.

Il collaudo in fabbrica sarà effettuato secondo quanto prescritto dalla Norma EN 545:2010.

2.11.1.2 Posa in opera

Dopo che i tubi saranno trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire (operazione di sfilamento), l'Impresa farà porre la quota, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta sia nei punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi i 15 metri.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, ove sia stabilito dal Direttore dei lavori secondo le presenti Specifiche, l'eventuale letto di posa.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni.

Prima di essere calati negli scavi tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate.

La posa in opera dei tubi a bicchiere con giunto elastico automatico si eseguirà nel modo seguente:

- pulizia dell'interno del bicchiere e dell'anello di tenuta in gomma con cospargimento di pasta lubrificante della parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione, conforme al DM 174/2004;
- introduzione della guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere;
- cospargimento di pasta lubrificante della superficie interna della guarnizione e del tratto terminale di canna che verrà imboccato;
- trattamento sulla canna del tubo di un segno ad una distanza dell'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere, diminuita di 10 mm;
- introduzione della canna nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere.

Questa disposizione non dovrà essere oltrepassata per consentire le deviazioni angolari permesse dal giunto.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie approvati dalla Direzione dei lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

2.11.1.3 Posa in opera dei raccordi, apparecchi ed accessori di ghisa

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione dei lavori.

Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta.

Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare durante i lavori e la messa in opera, danno alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- i pezzi a TEE ed a Croce dovranno collocarsi in opera a perfetto a quadro rispetto all'asse della condotta, con la diramazione orizzontale o verticale, a seconda di quanto prescriverà la Direzione dei lavori;
- per passare da un diametro ad un altro si impiegheranno riduzioni tronco coniche;
- le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti che saranno indicati dalla Direzione dei lavori all'atto della loro posa. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi della condotta tra due rami di pendenza contrari, ovvero alle estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camerette in muratura.
- in corrispondenza di ogni cambio di direzione realizzato con l'impiego di pezzi speciali, verranno realizzati idonei blocchi di ancoraggio in calcestruzzo atti a contrastare la spinta idraulica e ad evitare lo sfilamento dei giunti, secondo le indicazioni di volta in volta impartite dalla Direzione Lavori.

2.11.1.4 Prove delle Condotte

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori. Si richiama quanto indicato al CAPITOLO 3 prove di collaudo.

2.11.1.5 Accettazione del materiale proposto

Certificati da richiedere e sintesi delle prove

In fase di accettazione del materiale da parte della Direzione Lavori dovranno essere esibiti in originale o copia conforme i seguenti certificati:

- Certificato del Sistema di Gestione Qualità ISO 9001 e Sistema di gestione Ambientale ISO 14001 emessi da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021
- Certificato di Prodotto per la conformità alla norma EN 545:2010 per i tubi ed i raccordi offerti, emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065. Il certificato di prodotto dovrà essere relativo allo stabilimento di produzione dove verranno fabbricati i tubi ed i raccordi offerti per la fornitura in oggetto e sarà probante dell'origine dei prodotti stessi.
- Certificati inerenti tutti i giunti dei tubi e dei raccordi compresi nell'offerta per le prove di prestazione di cui al punto 7 della norma EN 545:2010 emessi da organismo terzo che comprovi l'effettuazione delle prove da parte di un laboratorio accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Per la validità delle prove di prestazione, dovrà essere esibito il certificato di accreditamento del Laboratorio presso il quale sono state eseguite, e precisamente inerenti a:
 - Tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna positiva
 - Tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna negativa
 - Tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione esterna positiva
 - Tenuta idraulica dei giunti elastici nei confronti della pressione interna dinamica
- Certificato attestante per i DN previsti nella fornitura in oggetto le deviazioni angolari massime dei giunti con le quali sono state effettuate le prove di prestazione, emesso da organismo terzo che comprovi l'effettuazione delle prove da parte di un laboratorio accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Per la validità delle prove di prestazione, dovrà essere esibito il certificato di accreditamento del Laboratorio presso il quale sono state eseguite.
- Certificato della prova di prestazione per la resistenza a compressione della malta cementizia in conformità al punto 7.1 della norma EN 545:2010 emesso da organismo terzo che comprovi l'effettuazione delle prove da parte di un laboratorio accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Per la validità delle prove di prestazione, dovrà essere esibito il certificato di accreditamento del Laboratorio presso il quale sono state eseguite.
- Certificato del Fabbricante dei tubi e dei raccordi che le guarnizioni dei giunti elastici sono conformi alle norma EN 681-1 tipo WA
- Certificazione di alimentarietà rilasciata da laboratorio di analisi di primaria importanza, avente sede in Italia e/o Unione Europea, attestante la conformità alle disposizioni del Decreto Ministeriali n. 174 del 06/04/2004 per tutte le parti a contatto con l'acqua ed in particolare per ogni singola miscela di elastomero per le guarnizioni e per ogni singola vernice utilizzata per i rivestimenti
- Attestato di conformità alla norma EN 14628 per il rivestimento esterno
- Certificato rilasciato da organismo di terza parte per la malta cementizia conforme alla Direttiva Europea 98/83/EC ed alla norma EN197-1 come richiesto dalla norma EN545:2010 al paragrafo 4.5.3.1
- Certificato di conformità CE del cemento impiegato rilasciato da ente terzo autorizzato secondo quanto richiesto dalla norma EN197-1 all'Allegato ZA
- Dichiarazione del fornitore in cui si esplicitano gli stabilimenti di produzione dei tubi e dei raccordi offerti per il lavoro in oggetto, facente riferimento ai certificati di prodotto relativi agli stessi stabilimenti, ai fini di determinare se si tratta di diversi fornitori per tubi e raccordi.
- Certificato per la conformità alla norma EN 14901 del rivestimento interno ed esterno dei raccordi offerti, emesso da organismo terzo accreditato da organismo firmatario del protocollo europeo per l'accreditamento secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065

Si allegghino infine le schede tecniche indicanti le caratteristiche dei tubi, dei materiali impiegati e delle guarnizioni

Verifiche da eseguire sulla fornitura

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori su richiesta della Stazione Appaltante sottoporre, a carico dell'impresa esecutrice, le seguenti prove sulle forniture. Il laboratorio sarà scelto dalla stazione appaltante al fine di garantire terzietà ma ogni onere sarà a carico dell'impresa esecutrice.

Ghisa sferoidale

- ✓ Spessore secondo EN545 paragrafo 4.3.1 e 8.1 prospetti 16 e 17
- ✓ Verifica delle proprietà a trazione del materiale secondo EN545 paragrafo 4.4.1
 - Resistenza minima a trazione
 - Allungamento minimo a rottura
 - Durezza Brinell

Metodo di prova secondo EN545 paragrafi 6.3 e 6.4

Rivestimento esterno

- ✓ Caratterizzazione lega/pseudo-lega ZnAl secondo EN545 Appendice D.1.1 e D.2.2
- ✓ Grammatatura Zn o lega ZnAl secondo EN545 paragrafo 4.5.2.2 e Appendice D.1.1 e D.2.2
- ✓ Osservazione strato di ossido sottostante al rivestimento metallico in Zn o lega ZnAl secondo EN545 paragrafi 4.5.2.1 e 4.5.2.2.
- ✓ Spessore vernice di finitura secondo EN545 paragrafo 4.5.2.2

Rivestimento interno

- ✓ Caratterizzazione del tipo di cemento secondo EN197-1
- ✓ Spessore secondo EN545 paragrafo 4.5.3.3
- ✓ Resistenza alla compressione secondo EN545 paragrafo 4.5.3.2

Dimensioni

- ✓ Lunghezza secondo quanto indicato nella specifica
- ✓ Diametro esterno sull'estremità liscia secondo EN545 paragrafo 4.3.2.1 e 8.1 prospetti 16 e 17
- ✓ Ovalizzazione sull'estremità liscia secondo EN545 paragrafo 4.3.2.1

2.11.2 Tubazioni in ghisa sferoidale fognatura

Criteri di accettazione per tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno essere conformi alle norme UNI EN 598 e ISO 7186.

In particolare le tubazioni dovranno essere ottenute mediante il procedimento produttivo della centrifugazione ed il trattamento termico della ricottura e ferrettizzazione.

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per i diametri nominali fino a 600 mm. incluso: 6 metri

- per i diametri nominali oltre 600 mm.: 6/7 e/o 8 metri -

I tubi dovranno avere una estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico.

La guarnizione dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere ed una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dall'acqua nel divergente della gomma.

Le tubazioni dovranno essere inoltre rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione; ed esternamente con uno strato di zinco, successivamente, con vernici a base bituminosa secondo le norme UNI 598 ISO 4179. I raccordi dovranno avere le estremità a bicchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma conformi alla normativa EN 681-1 ISO 4633 oppure a flangia. Il giunto che dovrà permettere deviazioni angolari senza compromettere la tenuta sarà elastico di tipo meccanico a bulloni. La tenuta sarà assicurata mediante compressione, a mezzo di controflangia e bulloni, di una guarnizione in gomma posta nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere.

I raccordi dovranno essere inoltre rivestiti internamente ed esternamente con vernice bituminosa.

Le tubazioni come i raccordi durante il ciclo di produzione dovranno essere sottoposte singolarmente alla prova di tenuta.

Posa in opera, giunzione

Fondo della trincea

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

Acque di infiltrazione

Dove esistono condizioni di infiltrazione di acqua, sia stazionarie che correnti, sul fondo della trincea e tali da rendere pericolosamente "mobile" il fondo stesso, quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire, durante la posa della condotta, flottazioni della stessa.

Nicchie sottostanti i giunti

Nel caso di tubazioni giuntate in trincea dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Letto di posa

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Il letto dello scavo deve essere realizzato in conformità alla pendenza prescritta e alla profondità di posa del tubo. Si deve evitare qualunque possibile movimentazione del terreno del letto. Ma se il sottofondo viene smosso per lavori non appropriati, il letto dello scavo deve essere livellato con materiale idoneo e deve essere compresso in modo omogeneo. Infine si devono preparare le nicchie per le giunzioni.

Il materiale da impiegarsi nella preparazione del letto di posa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

sabbia fine lavata, costipata entro il vano dello scavo a qualsiasi altezza e profondità, posto in cantiere con mezzi idonei e finitura a riga secondo le livellette di progetto. Lo spessore dalla zona del letto di posa del tubo, in condizione compattata, deve essere di almeno 10 cm. Il tubo deve essere a contatto con il letto sull'intera lunghezza, ad esclusione delle nicchie in corrispondenza dei giunti.

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni dovuti ad urti con pietre o corpi appuntiti.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

La posa dei tubi nello scavo verrà realizzata con mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.

Tutte le parti delle tubazioni devono essere pulite e controllate singolarmente prima dell'assemblaggio. Gli elementi di tenuta dei giunti devono essere puliti e privi di ogni impurità. Le estremità dei tubi e gli elementi di tenuta devono essere lubrificati usando solo il prodotto fornito.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere deflesso nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche relative alle caratteristiche delle giunzioni.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa del taglio generato dal cedimento stesso.

Il tubo sarà adagiato nella trincea così che questa lo sostenga uniformemente per tutta la sua intera lunghezza.

Procedura di rinterro

Il materiale del rinfiacco deve essere sistemato uniformemente su entrambi i lati della tubazione e compreso, in strati di massimi 30 cm. di spessore, fino all'altezza prescritta dai tipi di posa.

Si deve costipare e contemporaneamente da entrambi i lati per evitare uno spostamento della tubazione. Nella zona superiore del tubo e nel rinfiacco si devono impiegare leggeri costipatori a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,30 kN) oppure con un piano vibrante leggero (max. peso in esercizio 1 kN) con una adeguata profondità di compressione (vedere ÖNORM B 2538 – parte 2).

Il materiale da utilizzarsi per il rinfiacco è sabbia lavata fino a 20 cm. oltre l'estradosso della tubazione.

Si deve prestare attenzione che non venga messa in pericolo la stabilità dei tubi e che venga effettuata una compressione regolare.

Da 30 a 100 cm di copertura sopra al tubo, è consentito l'uso di costipatori medi a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,6 kN) oppure di un piano vibrante (max. peso in esercizio 5 kN). Sono consentiti apparecchi di compressione pesanti solo a partire da ca. 100 cm di copertura sopra il tubo. Si deve posare anche un nastro di segnalazione (solo se previsto dal progetto).

Durante le operazioni in cantiere si deve evitare di sottoporre la tubazione a carichi pesanti (usare idonee piastre per la ripartizione del carico sul terreno).

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Se per sostenere le pareti dello scavo è necessario ricorrere a sostegni laterali (armature), questi devono essere estratti via via che si avanza, in funzione del riempimento o della compattazione richiesta. Si devono evitare crolli e cedimenti dannosi del terreno che influenzano il carico sopra il tubo. Quando si infilano i sostegni, si deve fare attenzione che non venga alterata la compattazione del materiale di riempimento, in modo che vi sia un buon legame con il terreno originario lungo le pareti dello scavo.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato c.s. oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

2.11.3 Tubazioni in acciaio

Criteri di accettazione per tubazioni in acciaio con rivestimento in PE

Le tubazioni da porre in opera avranno caratteristiche corrispondenti alle Norme UNI EN 10224 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il trasporto di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano".

Esse dovranno essere in acciaio della migliore qualità ottenuto da forni elettrici, avente la massima resistenza, laminato a caldo e saldato longitudinalmente; le tubazioni saranno atte a pressioni di esercizio fino a 12 atmosfere, provate singolarmente presso lo stabilimento di produzione a 75 atmosfere e munite di giunto a cordone e bicchiere cilindrico o sferico per saldatura, realizzate in lunghezze di fabbricazione da 6 a 13 m., secondo le richieste della DD.LL.-

Il rivestimento sarà realizzato esternamente in polietilene triplo strato rinforzato secondo UNI 9099/89 e UNI EN 10288. Il rivestimento interno sarà realizzato in resina epossidica per acqua potabile spessore 250 microns.

Per ogni lotto di tubazioni impiegate dovrà essere prodotto il relativo certificato di prova emesso dal produttore che attesti l'esecuzione e l'esito delle prove di qualità previste dalle Norme.

Posa in opera, giunzione e prova idraulica di tenuta

Appena eseguito lo scavo con la sezione imposta dalla DD.LL., l'Impresa appaltatrice ha obbligo di stendere ed allineare le tubazioni lungo lo scavo e quindi procedere all'unione delle verghe mediante saldatura elettrica.

Per la buona riuscita della giunzione dell'arco elettrico, si deve, in relazione allo spessore dei pezzi da saldare e al tipo di saldatura, studiare quale sia il numero più conveniente dell'elettrodo per ogni passata e la più conveniente velocità di avanzamento delle saldature che si devono adottare ed in particolare:

- la saldatura deve essere eseguita dal personale di provata capacità; tale personale deve essere provvisto di apposito patentino rilasciato dall'Istituto Nazionale per la saldatura di Genova o da altro Ente autorizzato.

- le estremità da saldare devono essere predisposte in modo appropriato e comunque libere da ruggine, tracce di bitume, vernice e impurità varie in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito;

- lo spessore del cordone di saldatura deve essere non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso senza soluzione di continuità;

- la sezione dei cordoni deve essere uniforme e la loro superficie esterna regolare; la superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita, e lisciata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura; ciascuna passata deve presentare una buona penetrazione col metallo base e con la precedente passata, dovrà essere priva di soluzioni di continuità, fenditure, soffiature;

- gli elettrodi devono essere di buona qualità e adatte caratteristiche: nel caso della giunzione di tubi il cui spessore richiede una sola passata usare elettrodi alla cellulosa (del tipo Citoflex), mentre nel caso della giunzione di tubi il cui spessore richiede due o più cordoni di saldatura usare per la prima passata un elettrodo alla cellulosa e per le successive passate un elettrodo basico.

Occorre tenere presente quindi che il metallo di apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche analoghe a quelle del metallo di base.

La Direzione Lavori potrà eseguire tutte quelle indagini e prove che riterrà necessarie per accertare la buona esecuzione delle saldature. Tutte le prove ed esperienze saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore, che, in ogni caso, resta il solo responsabile della perfetta riuscita delle saldature e del ripristino dell'isolamento.

La protezione della zona dei giunti viene fatta tramite applicazione per sovrapposizione di manicotto tubolare termorestringente costituito da un supporto di poliolefina reticolata applicato a caldo. La superficie dovrà essere accuratamente pulita, sgrassata e spazzolata quindi riscaldata alla temperatura di 60°C; una volta sovrapposto il manicotto questo dovrà essere riscaldato uniformemente partendo dal centro verso l'esterno. Si raccomanda comunque si seguire accuratamente le indicazioni del produttore.

I pezzi speciali per il collegamento dei tubi in acciaio con le apparecchiature idrauliche, le derivazioni a TEE, le croci, le curve, e le riduzioni dovranno essere realizzate esclusivamente tramite appositi raccordi a saldare in acciaio forgiato e dimensionati secondo Norme ANSI B 16.9 schedula "Standard". Le flange saranno dimensionate secondo Norma UNI 2278-67 PN16 con 8 fori per tubi ISO, saranno elettrosaldate a sovrapposizione internamente ed esternamente perfettamente ortogonali alle tubazione.

I pezzi speciali e tutte le parte non rivestibili tramite manicotti andranno fasciate con nastro termorestringente costituito da un supporto di poliefina reticolata coestrusa con adesivo termosensibile.

L'applicazione si esegue applicando il nastro con un grado di sovrapposizione del 50% e operando in analogia a quanto previsto per i manicotti.

Prima della posa, sui tubi posti a piè d'opera ed in opera, si procederà ad una accurata revisione del rivestimento per individuare e riparare gli eventuali difetti. La riparazione si esegue con le stesse modalità previste per la fasciatura dei pezzi speciali.

Collocati in opera i tubi, eseguiti i giunti, verranno isolati tratti della condotta mediante i pezzi speciali di prova, opportunamente ancorati con muratura.

Riempito ciascun tratto con acqua, la pressione di questa verrà portata ad un valore superiore di almeno 5 atm. alla pressione di esercizio nel punto più alto del tratto. La pressione sarà mantenuta per almeno 8 ore controllando nel frattempo, sia con ispezione diretta sia con osservazione manometrica, l'assenza di incrinature nei tubi e di perdite nelle giunzioni.

Provveduto alla riparazione dei giunti difettosi la prova di pressione verrà ripetuta. Le prove saranno eseguite in presenza dei rappresentanti delle parti a sarà steso, per ognuna di esse, apposito verbale.

La prova sarà ritenuta buona soltanto quando non si abbia alcuna perdita alla giunzione e lungo le tubazioni e la variazioni di pressione segnalate non siano completamente giustificate.

Se la pressione di prova non può essere mantenuta altro che con pompaggio continuo la prova è da ritenersi negativa.

L'Impresa dovrà mantenere in cantiere la pompa premente ed il manometro campione, necessari alla prova. Le spese per le provviste dell'acqua e per quanto altro occorrenti alla prova saranno sostenute dall'Impresa. Le eventuali opere di ancoraggio della condotta precederanno le prove di tenuta.

I reinterri dovranno essere eseguiti disponendo in corrispondenza del piano di posa delle tubazioni uno strato di almeno cm. 15 di sabbia fine di fiume sul quale verranno posate le tubazioni ed adottando analoga disposizione simmetrica per il ricoprimento.

2.11.4 Tubazioni in policloruro di vinile

Criteri di accettazione per tubazioni e raccordi in policloruro di vinile

Le tubazioni ed i pezzi speciali in PVC dovranno essere assolutamente conformi alle prescrizioni delle norme UNI 1452-1, per quanto riguarda le condotte in pressione, e UNI 1401, per le condotte a gravità, che ne stabiliscono dimensioni, spessori e caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche.

E' consentito l'uso di stabilizzanti atti a contrastare l'azione degradante del calore durante la lavorazione e l'uso dei lubrificanti atti a facilitare l'operazione di estrusione. In particolare non dovranno essere usati stabilizzanti a base di piombo.

Le tubazioni, dovranno essere della lunghezza massima di 6,00 m., con giunto a bicchiere o a testata liscia e manicotto bigiunto di raccordo, le guarnizioni di tenuta in gomma elastomerica atte a consentire movimenti assiali tali da assorbire convenientemente le dilatazioni meccaniche e tecniche della tubazione in opera. Altri tipi di giunto, adottati e brevettati dalle ditte che operano nel settore dei prodotti plastici, dovranno essere prima della posa in opera sottoposti all'esame ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

La tubazione dovrà essere sottoposta alla prova idraulica nell'officina di fabbricazione.

I tubi forniti dovranno portare una stampigliatura che ne indichi lo specifico impiego. In particolare dovrà risultare:

- indicazione del materiale;
- indicazione della categoria e del tipo;
- diametro esterno;
- indicazione della pressione nominale;
- marchio di fabbrica;
- periodo di produzione;
- marchio di conformità dell'Istituto Italiano Plastiche;

I pezzi speciali (te, riduzioni, curve, punte e giunti con flangia, manicotti, ecc.) pure in PVC e PN 10 dovranno presentare le stesse caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche delle tubazioni in conformità delle norme sopra citate.

La Direzione Lavori si riserva sempre e comunque la facoltà di prelevare campioni di tubazioni e pezzi speciali per verificarne le caratteristiche suddette presso laboratori specializzati ed autorizzati con onere a carico della Ditta. Qualora risultassero non a norma, l'Impresa dovrà provvedere in tempi brevi alla sostituzione del materiale rifiutato.

Posa in opera, giunzione

Fondo della trincea

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

Acque di infiltrazione

Dove esistono condizioni di infiltrazione di acqua, sia stazionarie che correnti, sul fondo della trincea e tali da rendere pericolosamente "mobile" il fondo stesso, quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire, durante la posa della condotta, flottazioni della stessa.

Nicchie sottostanti i giunti

Nel caso di tubazioni giuntate in trincea dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Letto di posa

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Il letto dello scavo deve essere realizzato in conformità alla pendenza prescritta e alla profondità di posa del tubo. Si deve evitare qualunque possibile movimentazione del terreno del letto. Ma se il sottofondo viene smosso per lavori non appropriati, il letto dello scavo deve essere livellato con materiale idoneo e deve essere compresso in modo omogeneo. Infine si devono preparare le nicchie per le giunzioni.

Il materiale da impiegarsi nella preparazione del letto di posa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

sabbia fine lavata, costipata entro il vano dello scavo a qualsiasi altezza e profondità, posto in cantiere con mezzi idonei e finitura a riga secondo le livellette di progetto. Lo spessore dalla zona del letto di posa del tubo, in condizione compattata, deve essere di almeno 10 cm. Il tubo deve essere a contatto con il letto sull'intera lunghezza, ad esclusione delle nicchie in corrispondenza dei giunti.

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni dovuti ad urti con pietre o corpi appuntiti.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

La posa dei tubi nello scavo verrà realizzata con mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.

Tutte le parti delle tubazioni devono essere pulite e controllate singolarmente prima dell'assemblaggio. Gli elementi di tenuta dei giunti devono essere puliti e privi di ogni impurità. Le estremità dei tubi e gli elementi di tenuta devono essere lubrificati usando solo il prodotto fornito.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere deflesso nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche relative alle caratteristiche delle giunzioni.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa del taglio generato dal cedimento stesso.

Il tubo sarà adagiato nella trincea così che questa lo sostenga uniformemente per tutta la sua intera lunghezza.

Procedura di rinterro

Il materiale del rinfiacco deve essere sistemato uniformemente su entrambi i lati della tubazione e compreso, in strati di massimi 30 cm. di spessore, fino all'altezza prescritta dai tipi di posa.

Si deve costipare e contemporaneamente da entrambi i lati per evitare uno spostamento della tubazione. Nella zona superiore del tubo e nel rinfiacco si devono impiegare leggeri costipatori a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,30 kN) oppure con un piano vibrante leggero (max. peso in esercizio 1 kN) con una adeguata profondità di compressione (vedere ÖNORM B 2538 – parte 2).

Il materiale da utilizzarsi per il rinfiacco è sabbia lavata fino a 20 cm. oltre l'estradosso della tubazione.

Si deve prestare attenzione che non venga messa in pericolo la stabilità dei tubi e che venga effettuata una compressione regolare.

Da 30 a 100 cm di copertura sopra al tubo, è consentito l'uso di costipatori medi a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,6 kN) oppure di un piano vibrante (max. peso in esercizio 5 kN). Sono consentiti apparecchi di compressione pesanti solo a partire da ca. 100 cm di copertura sopra il tubo. Si deve posare anche un nastro di segnalazione (solo se previsto dal progetto).

Durante le operazioni in cantiere si deve evitare di sottoporre la tubazione a carichi pesanti (usare idonee piastre per la ripartizione del carico sul terreno).

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Se per sostenere le pareti dello scavo è necessario ricorrere a sostegni laterali (armature), questi devono essere estratti via via che si avanza, in funzione del riempimento o della compattazione richiesta. Si devono evitare crolli e cedimenti dannosi del terreno che influenzano il carico sopra il tubo. Quando si infilano i sostegni, si deve fare attenzione che non venga alterata la compattazione del materiale di riempimento, in modo che vi sia un buon legame con il terreno originario lungo le pareti dello scavo.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato c.s. oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

2.11.5 Tubazioni in gres

Criteri di accettazione per tubazioni e raccordi in gres

Le tubazioni ed i pezzi speciali in gres dovranno essere ottenuti da impasto omogeneo, verniciati internamente ed esternamente. La qualità e l'omogeneità delle argille impiegate sarà tale da garantire la conformità del prodotto finale con le esigenze della norma UNI EN 295/1/2/3. I tubi ed elementi complementari devono essere sani ed esenti da difetti che possono comprometterne il buon funzionamento nelle condizioni d'impiego al quale sono destinati.

Il giunto deve essere a bicchiere—sistema C—in conformità alle norme UNI EN 295 dotati di marcatura CE in base al rispetto dei requisiti essenziali di prestazione contenuti nella norma europea UNI EN 295-10/2005. Le tubazioni saranno con elementi di tenuta solidali e prefabbricati in stabilimento realizzati con un anello in gomma con anima in acciaio bloccato sulla punta del tubo di tipo S. Le guarnizioni di gomma solidali con i tubi vanno sottoposte alla prova di resistenza all'ozono di cui alla UNI EN 295/3, punto 14. Dopo tale prova i campioni non devono presentare segni visibili di fessurazioni. Gli elementi di tenuta di poliuretano sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3, punto 15, devono soddisfare i limiti riportati:

Prova	Unità	Limite	Prova UNI EN 295/3, punto
Resistenza alla trazione	N/mm ²	≥ 2	15.2
Allungamento a rottura	%	≥ 90	15.2
Durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.3
Deformazione residua rimanente dopo 24 h a 70°C	%	< 20	15.5
Deformazione residua rimanente dopo 70 h a 23°C	%	< 5	15.5
Resistenza all'invecchiamento della durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.6
Rilassamento dopo tensione $\Delta\sigma_{1:4}$	%	≤ 14	15.4
Rilassamento dopo tensione $\Delta\sigma_{1:5}$	%	≤ 15	15.4

Comportamento a bassa temperatura	Shore A o IRHD	≤ 80	15.7
-----------------------------------	----------------	------	------

Altri tipi di giunto, adottati e brevettati dalle ditte che operano nel settore, dovranno essere prima della posa in opera sottoposti all'esame ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 dovranno assicurare tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione di 0.5 bar.

I diametri minimi ammessi sono riportati nel prospetto seguente:

Diametro nominale (DN)	Diametro minimo in mm
100	96
150	146
200	195
225	219
250	244
300	293
350	341
400	390
450	439
500	487
600	585
700	682
800	780
1000	975
1200	1170

I valori di resistenza allo schiacciamento misurati nella prova descritta nella UNI EN 295/3, punto 4, non devono essere minori dei valori seguenti:

Diametro nominale (DN)	Carico di rottura minimo (FN) in kN/m		
100	22	28	34
150	22	28	34

Diametro nominale (DN)	Classe L*	Carico di rottura minimo (FN) in kN/m			
		95	120	160	200
200			24	32	40
225			28	36	45
250			30	40	50
300			36	48	60
350			42	56	70

400		38	48	64	
450		43	54	72	
500		48	60	80	
600	48	57	72		
700	60	67	84		
800	60	76	96		
1000	60	95			
1200	60				
* Classe leggera					

La resistenza allo schiacciamento degli altri diametri nominali, fatta eccezione della classe L può essere desunta dalla seguente formula:

$$\text{resistenza allo schiacciamento} = \frac{\text{Designazione classe x DN}}{1000} \text{ in kN/m}$$

I fabbricanti hanno tuttavia la facoltà di offrire tubi di resistenza maggiore se i valori di resistenza allo schiacciamento dei tubi offerti soddisfano le esigenze di resistenza allo schiacciamento immediatamente superiore. Tale disposizione vale però soltanto per itubi delle classi di resistenza allo schiacciamento 95, 120, 160 e 200. Per i valori maggiori si procederà per gradini di incremento di 40.

I tubi ed elementi complementari di gres qui definiti sono caratterizzati da bassi valori di rugosità idraulica. Nel caso siano destinati ad impieghi particolari la rugosità delle pareti può essere controllata sottoponendo dei campioni alle prove descritte nella UNI EN 295/3, punto 11.

I tubi ed elementi complementari di gres qui definiti resistono agli attacchi di agenti chimici. Nel caso siano destinati ad impieghi in condizioni particolari la loro resistenza agli agenti chimici può essere controllata sottoponendo dei campioni alle prove descritte nella UNI EN 295/3, punto 10. Per quanto riguarda le giunzioni la determinazione della resistenza agli agenti chimici e fisici deve essere eseguita secondo le indicazioni specificate nella UNI EN 295/3, punto 20, impiegando le soluzioni di prova ivi indicate e un provino di giunzione vergine per ogni soluzione. Le giunzioni esposte all'azione delle soluzioni di prova devono poter resistere per 5 min alla pressione interna costante definita di 0.5bar, senza segni visibili di fuoruscite

I tubi ed elementi complementari di gres qui definiti sono resistenti all'abrasione. Nel caso siano destinati ad impieghi particolari la loro resistenza all'abrasione può essere controllata sottoponendo dei campioni alle prove descritte nella UNI EN 295/3, punto 12

Le singole forniture, suddivise in lotti, dovranno essere accompagnate da un certificato di collaudo che deve essere richiesto al fabbricante dall'Impresa esecutrice e le regole di campionamento dei tubi, elementi complementari e giunti da sottoporre alle prove sono definite UNI EN 295/2.

Il documento di collaudo deve attestare la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295 e deve certificare l'avvenuto collaudo.

Le prove, devono essere eseguite in laboratorio alla presenza della Direzione Lavori, della Committenza o da persona da essi delegata.

Nel caso in cui il collaudo avvenga senza la presenza della Direzione Lavori o della Committenza, le prove devono avvenire sotto la responsabilità del fabbricante, il quale provvederà ad eseguire i test ed a compilare il certificato richiesto.

I pezzi speciali (curve, ecc.) pure in gres dovranno presentare le stesse caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche delle tubazioni in conformità delle norme sopra citate.

La Direzione Lavori si riserva sempre e comunque la facoltà di prelevare campioni di tubazioni e pezzi speciali per verificarne le caratteristiche suddette presso laboratori specializzati ed autorizzati con onere a carico della Ditta. Qualora risultassero non a norma, l'Impresa dovrà provvedere in tempi brevi alla sostituzione del materiale rifiutato.

Posa in opera

Fondo della trincea

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

Acque di infiltrazione

Dove esistono condizioni di infiltrazione di acqua, sia stazionarie che correnti, sul fondo della trincea e tali da rendere pericolosamente "mobile" il fondo stesso, quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire, durante la posa della condotta, flottazioni della stessa.

Nicchie sottostanti i giunti

Nel caso di tubazioni giuntate in trincea dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Letto di posa

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Il letto dello scavo deve essere realizzato in conformità alla pendenza prescritta e alla profondità di posa del tubo. Si deve evitare qualunque possibile movimentazione del terreno del letto. Ma se il sottofondo viene smosso per lavori non appropriati, il letto dello scavo deve essere livellato con materiale idoneo e deve essere compresso in modo omogeneo. Infine si devono preparare le nicchie per le giunzioni.

Il materiale da impiegarsi nella preparazione del letto di posa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

sabbia fine lavata, costipata entro il vano dello scavo a qualsiasi altezza e profondità, posto in cantiere con mezzi idonei e finitura a riga secondo le livellette di progetto. Lo spessore dalla zona del letto di posa

del tubo, in condizione compattata, deve essere di almeno 10 cm. Il tubo deve essere a contatto con il letto sull'intera lunghezza, ad esclusione delle nicchie in corrispondenza dei giunti.

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni dovuti ad urti con pietre o corpi appuntiti.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

La posa dei tubi nello scavo verrà realizzata con mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.

Tutte le parti delle tubazioni devono essere pulite e controllate singolarmente prima dell'assemblaggio. Gli elementi di tenuta dei giunti devono essere puliti e privi di ogni impurità. Le estremità dei tubi e gli elementi di tenuta devono essere lubrificati usando solo il prodotto fornito.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere deflesso nella giunzione fino alla massima angolazione consentita dalle specifiche relative alle caratteristiche delle giunzioni.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa del taglio generato dal cedimento stesso.

Il tubo sarà adagiato nella trincea così che questa lo sostenga uniformemente per tutta la sua intera lunghezza.

Procedura di rinterro

Il materiale del rinfiacco deve essere sistemato uniformemente su entrambi i lati della tubazione e compreso, in strati di massimi 30 cm. di spessore, fino all'altezza prescritta dai tipi di posa.

Si deve costipare e contemporaneamente da entrambi i lati per evitare uno spostamento della tubazione. Nella zona superiore del tubo e nel rinfiacco si devono impiegare leggeri costipatori a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,30 kN) oppure con un piano vibrante leggero (max. peso in esercizio 1 kN) con una adeguata profondità di compressione (vedere ÖNORM B 2538 – parte 2).

Il materiale da utilizzarsi per il rinfiacco è sabbia lavata fino a 20 cm. oltre l'estradosso della tubazione.

Si deve prestare attenzione che non venga messa in pericolo la stabilità dei tubi e che venga effettuata una compressione regolare.

Da 30 a 100 cm di copertura sopra al tubo, è consentito l'uso di costipatori medi a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,6 kN) oppure di un piano vibrante (max. peso in esercizio 5 kN). Sono consentiti apparecchi di compressione pesanti solo a partire da ca. 100 cm di copertura sopra il tubo. Si deve posare anche un nastro di segnalazione (solo se previsto dal progetto).

Durante le operazioni in cantiere si deve evitare di sottoporre la tubazione a carichi pesanti (usare idonee piastre per la ripartizione del carico sul terreno).

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Se per sostenere le pareti dello scavo è necessario ricorrere a sostegni laterali (armature), questi devono essere estratti via via che si avanza, in funzione del riempimento o della compattazione richiesta. Si devono evitare crolli e cedimenti dannosi del terreno che influenzano il carico sopra il tubo. Quando si infilano i sostegni, si deve fare attenzione che non venga alterata la compattazione del materiale di riempimento, in modo che vi sia un buon legame con il terreno originario lungo le pareti dello scavo.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato c.s. oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

2.11.6 Tubazioni in cls

Criteri di accettazione per tubazioni in cls

- Tubazioni in cls armato:
- Le tubazioni dovranno essere a sezione circolare in cemento armato vibrocompresso o turbocentrifugato, autoportanti per fognatura, conformi alle norme UNI EN 1916, carico di rottura 110 kN/m², con incastro a bicchiere e guarnizione in gomma antiacida elastomerica del tipo a cuspidi premontata in stabilimento; con base piana d'appoggio tipo ERCOLE rinforzata ai 120°.
- **Tubazioni in cls armato rivestite internamente con liner polietilenico ad alta densità:**
- Le tubazioni dovranno essere a sezione circolare sia interna che esterna in conglomerato cementizio armato realizzato con metodo della vibro-compressione, con giunzione del tipo a bicchiere, da porsi interrato, idoneo a garantire lo smaltimento delle acque, prodotto in conformità alle normative vigenti in particolare alla UNI EN 1916 UNI EN 9858 e UNI EN 8981/1 e **rivestito internamente con un liner polietilenico ad alta densità (tipo CPL o similari)** dello spessore minimo di 1.5mm. Le tubazioni a tenuta idraulica dovranno essere dotate di giunto incorporato nel getto, in gomma sintetica conforme alle norme UNI EN 681-1 con tenuta di pressione garantita fino a 0.50 bar senza alcuna sigillatura in opera. Il carico di rottura sarà in medesimo e quindi pari a 110 kN/m².
- Tubazioni in cls armato con letto di scorrimento in mattonelle di gres:
- Le tubazioni dovranno essere a sezione circolare in cemento armato vibrocompresso o turbocentrifugato, autoportanti per fognatura, conformi alle norme UNI EN 1916, carico di rottura 110 kN/m², con incastro a bicchiere e guarnizione in gomma antiacida elastomerica del tipo a cuspidi premontata in stabilimento; con base piana d'appoggio tipo ERCOLE rinforzata ai 120°. La tubazione dovrà avere inoltre un letto di scorrimento delle acque protetto da mattonelle di gres incorporate nello spessore del tubo per circa 120° della circonferenza interna e la restante superficie verniciata con resina epossidica bicomponente dello spessore minimo di 300 micron (tipo Tubitalia o similari).
- Tubazioni in cls armato verniciate internamente con resine epossidiche
- Le tubazioni dovranno essere a sezione circolare in cemento armato vibrocompresso o turbocentrifugato, autoportanti per fognatura, conformi alle norme UNI EN 1916, carico di rottura 110 kN/m², con incastro a bicchiere e guarnizione in gomma antiacida elastomerica del tipo a cuspidi premontata in stabilimento; con base piana d'appoggio tipo ERCOLE rinforzata ai 120°. La tubazione dovrà essere inoltre verniciata internamente, sull'intera circonferenza, con resina epossidica bicomponente dello spessore minimo di 300 micron.

Tutte le tubazioni dovranno essere prive del foro di sollevamento e prima della posa in opera dovranno essere sottoposte all'approvazione dalla Direzione dei Lavori.

Posa in opera, giunzione

Fondo della trincea

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

Acque di infiltrazione

Dove esistono condizioni di infiltrazione di acqua, sia stazionarie che correnti, sul fondo della trincea e tali da rendere pericolosamente "mobile" il fondo stesso, quest'acqua sarà rimossa in modo conveniente da appositi punti drenanti fino alla fine dell'installazione e del riempimento della trincea, quanto basti a prevenire, durante la posa della condotta, flottazioni della stessa.

Nicchie sottostanti i giunti

Nel caso di tubazioni giuntate in trincea dovranno essere eseguite al di sotto delle giunzioni nicchie per permettere l'appropriato metodo di assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite con materiale di riempimento in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

Procedura di messa in opera

Letto di posa

Ultimato lo scavo si procederà alla sistemazione del fondo scavo mediante la formazione del letto di posa.

Il letto dello scavo deve essere realizzato in conformità alla pendenza prescritta e alla profondità di posa del tubo. Si deve evitare qualunque possibile movimentazione del terreno del letto. Ma se il sottofondo viene smosso per lavori non appropriati, il letto dello scavo deve essere livellato con materiale idoneo e deve essere compresso in modo omogeneo. Infine si devono preparare le nicchie per le giunzioni.

Il materiale da impiegarsi nella preparazione del letto di posa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Conglomerato cementizio gettato e costipato entro il vano dello scavo a qualsiasi altezza e profondità, posto in cantiere con autobetoniera e gettata anche con l'uso di pompa (questa compresa) e finitura a riga secondo le livellette di progetto. Dovrà essere fornito certificato di resistenza di rottura provini. Resistenza caratteristica a 28 gg di maturazione Rck 15 - classe S4, assenza di componenti pietrosi di granulometria maggiore di 32 mm.

Lo spessore dalla zona del letto di posa del tubo, in condizione compattata, deve essere di almeno 10 cm. Il tubo deve essere a contatto con il letto sull'intera lunghezza, ad esclusione delle nicchie in corrispondenza dei giunti.

Dovrà essere posta una certa attenzione nella manipolazione dei tubi in modo da prevenire eventuali danni dovuti ad urti con pietre o corpi appuntiti.

Ciascun tubo sarà accuratamente ispezionato prima della posa in opera.

La posa dei tubi nello scavo verrà realizzata con mezzi di sollevamento, si raccomanda l'uso di cinghie (non cavi metallici) per non danneggiare i tubi. Le estremità dei tubi non devono, in nessun caso, essere danneggiate facendo uso di ganci.

Tutte le parti delle tubazioni devono essere pulite e controllate singolarmente prima dell'assemblaggio. Gli elementi di tenuta dei giunti devono essere puliti e privi di ogni impurità. Le estremità dei tubi e gli elementi di tenuta devono essere lubrificati usando solo il prodotto fornito.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa del taglio generato dal cedimento stesso.

Il tubo sarà adagiato nella trincea così che questa lo sostenga uniformemente per tutta la sua intera lunghezza.

Procedura di rinterro

Il materiale del rinfiacco deve essere sistemato uniformemente su entrambi i lati della tubazione e compreso, in strati di massimi 30 cm. di spessore, fino all'altezza prescritta dai tipi di posa.

Si deve costipare e contemporaneamente da entrambi i lati per evitare uno spostamento della tubazione. Nella zona superiore del tubo e nel rinfiacco si devono impiegare leggeri costipatori a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,30 kN) oppure con un piano vibrante leggero (max. peso in esercizio 1 kN) con una adeguata profondità di compressione (vedere ÖNORM B 2538 – parte 2).

Il materiale da utilizzarsi per il rinfiacco è sabbia lavata fino a 20 cm. oltre l'estradosso della tubazione.

Si deve prestare attenzione che non venga messa in pericolo la stabilità dei tubi e che venga effettuata una compressione regolare.

Da 30 a 100 cm di copertura sopra al tubo, è consentito l'uso di costipatori medi a piastra vibrante (max. peso in esercizio 0,6 kN) oppure di un piano vibrante (max. peso in esercizio 5 kN). Sono consentiti apparecchi di compressione pesanti solo a partire da ca. 100 cm di copertura sopra il tubo. Si deve posare anche un nastro di segnalazione (solo se previsto dal progetto).

Durante le operazioni in cantiere si deve evitare di sottoporre la tubazione a carichi pesanti (usare idonee piastre per la ripartizione del carico sul terreno).

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Se per sostenere le pareti dello scavo è necessario ricorrere a sostegni laterali (armature), questi devono essere estratti via via che si avanza, in funzione del riempimento o della compattazione richiesta. Si devono evitare crolli e cedimenti dannosi del terreno che influenzano il carico sopra il tubo. Quando si infilano i sostegni, si deve fare attenzione che non venga alterata la compattazione del materiale di riempimento, in modo che vi sia un buon legame con il terreno originario lungo le pareti dello scavo.

La D.L. negli attraversamenti di strade dovrà prescrivere che il riempimento sopra la tubazione fino alla superficie libera venga anch'esso compattato c.s. oppure che la tubazione venga protetta con idonei provvedimenti.

2.11.7 Tubazioni in polietilene ad alta densità

Norme di riferimento

Le tubazioni e i raccordi in polietilene ad alta densità dovranno essere conformi alla Norme UNI EN 12201-1-2-3-4, UNI EN ISO 15494 e UNI EN 1622. Dovranno inoltre possedere la certificazione di conformità DM 174 del 6 aprile 2004 concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano. Per i diametri esterni fino a 65 mm sono ammesse tubazioni in rotoli da 50 o 100 m. di lunghezza, mentre per i diametri superiori solo in barre preferibilmente della lunghezza di 12 m. al fine di ridurre al minimo il numero delle giunzioni. Nel prospetto seguente si indicano i valori di SDR che potranno avere i tubi ed i raccordi prodotti ed il tipo di materiale che dovrà essere usato in funzione della pressione nominale

PE 100	SDR 26	SDR 17	SDR 11	SDR 7,4
	PN 6,3	PN 10	PN 16	PN 25
	Dn≥250	Dn≥50	Dn≥32	Dn≥20
	Rotoli esclusi	Rotoli 50≤Dn≤75	Rotoli 32≤Dn≤110	Rotoli 20≤Dn≤110
	Barre incluse	Barre Dn≥50	Barre Dn≥32	Barre Dn≥20

Nel prospetto seguente vengono raggruppati i metodi e le prove da effettuare:

Prova	Frequenza minima	Metodo di
Aspetto e dimensioni	Ogni 2 ore -	
Diametro esterno medio	Ogni 2 ore	-
Ovalizzazione	Ogni 2 ore	-
Spessore	Ogni 2 ore	-
Tensioni interne (ritiro a caldo)	Ogni 24 ore	UNI EN 743
Resistenza alla pressione interna: 100h/20°C/12.4 Mpa	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	UNI EN 921
Resistenza alla pressione interna: 165h/80°C/5.5 Mpa	Una volta alla settimana per ogni linea di produzione	UNI EN 921
Resistenza alla pressione interna: 1000h/80°C/5.0 Mpa	Una volta all'anno per ogni linea di produzione	UNI EN 921
Indice di fluidità (MFI) 190°C /5 kg	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	ISO 1133
O.I.T. a 210°C	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	UNI EN 728
Dispersione del carbon black	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	UNI 9555
Ripartizione del carbon black	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	UNI 9555
Tensione di snervamento	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	ISO 6259
Allungamento a rottura	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della	ISO 6259

Materia prima

Per ogni lotto di fornitura la Ditta Appaltatrice dovrà produrre una "Dichiarazione di Conformità" del materiale fornito, in cui sia riportata la certificazione di origine dello stesso (Ditta produttrice, lotto e data di produzione, copia del certificato rilasciato dal produttore) corredato dalla scheda tecnica e di sicurezza. I tubi dovranno essere prodotti solo ed esclusivamente con Polietilene vergine ad Alta Densità PE 100. I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine. Particolare cura dovrà essere posta nella calibrazione in modo da evitare uno stiramento del materiale.

Le dimensioni dei diametri nominali degli spessori e dei pesi unitari sono riportate nella tabella che segue. Per il calcolo dei pesi si sono considerati i seguenti parametri:

- massa volumica: 0,955 kg/dm³
- spessore : pari a quello teorico maggiorato di metà della massima tolleranza ammessa dalla norma UNI 7613.

DIAMETRO	CLASSE 2	
Esterno mm.	Spessore S: mm.	Peso Kg/m
110	3,5	1,20
160	5,0	2,47
200	6,2	3,111
250	7,8	5,99
315	9,8	9,45
400	12,4	15,20
500	15,5	23,00
630	19,6	37,00
710	22,0	47,60
800	24,9	60,60
1000	31,0	94,30
1200	37,2	135,60

Caratteristiche meccaniche e rintracciabilità

Le tubazione dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- a) avere un valore di MRS (Minimum Required Strength) pari a 10 Mpa (PE 100);
- b) avere un valore della pressione RCP critica (Rapid Creep Propagation), secondo EN3347 \geq alla classe di pressione prescritta; la prova deve essere certificata da un laboratorio indipendente, a sua volta munito di certificazione di conformità alle Norme ISO Serie 45000;
- c) proprietà fisiche : massa volumica 0,945 - 0,965 kg/dm³
- d) proprietà meccaniche a 20 gradi C:
 - carico di snervamento 240 kgf/cm²
 - allungamento a snervamento < 20%
 - carico di rottura 350 kgf/cm²
 - allungamento alla rottura 800%
 - durezza Shore D 63
 - resilienza nessuna rottura
 - modulo di elasticità 9000 kgf/cm²

e) proprietà termiche:

- coefficiente di dilatazione termica lineare (UNI 6061-67)
0,2 mm/m gradi C
- conduttività termica (DIN 52612) 0,47 Kcal/mh gradi C
- calore specifico 0,55 Kcal/kg gradi C

f) proprietà elettriche:

- costante dielettrica relativa 2.4 - 2.5
- resistenza dielettrica 800 kV/cm
- resistività elett.superf. (UNI 4288-72) 10-12 Ohm cm

g) additivi e stabilizzanti:

il materiale potrà essere additivato al nerofumo e stabilizzato con agenti anti-invecchiamento. Il materiale dovrà essere inoltre stabile all'azione della luce.

h) resistenza alle aggressioni chimiche e biologiche:

il materiale dovrà essere insolubile a 20 gradi in tutti i solventi organici. Sarà attaccato a temperatura ambiente solo da agenti fortemente ossidanti (acidi nitrico, solforico, ecc. concentrati). Il materiale dovrà inoltre essere inattaccabile dai batteri e/o da altri agenti biologici. Per le indicazioni generali sulla resistenza chimica nella veicolazione di fluidi chimici si deve far riferimento al documento ISO/TC (segretariato 351) N556 E del Dicembre 1976.

Marcatura

Le tubazioni saranno fornite con marcatura longitudinale lungo una generatrice del tubo, per ogni metro sviluppo, eseguita secondo le specifiche di norma. Essa dovrà riportare:

- 1 - Nome o marchio del trasformatore e della materia prima
- 2 - Diametro esterno della tubazione e spessore (espresso in mm)
- 3 - Serie SDR
- 4 - Materiale e designazione
- 5 - Classe di pressione
- 6 - Codice di identificazione della produzione del trasformatore e del lotto di produzione
- 7 - Norme di riferimento per la produzione
- 8 - Codice IIP della materia prima certificata
- 9 - la dicitura:100% polietilene vergine (NON OBBLIGATORIA)

Accettazione

Le tubazioni dovranno essere fornite corredate, per ogni lotto di produzione, della seguente documentazione:

- Certificato di produzione del lotto riportante i dati identificativi, le prove e i controlli eseguiti dal produttore del tubo;
- Documento di trasporto (DDT) riportante i codici identificativi dei lotti forniti;
- Dichiarazione di conformità al DM 174/04 (solo tubazioni acquedotto)

La data di produzione del lotto non dovrà essere anteriore a 6 mesi dal giorno di fornitura.

Le barre dovranno essere corredate di tappi di chiusura ad entrambe le estremità.

I tubi dovranno essere prive di graffi e scalfiture.

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi, la D.L. ha facoltà di sottoporre le tubazioni a prove in conformità alla Norma UNI 10910 presso laboratori qualificati ed ufficialmente riconosciuti (laboratorio dell'IIP oppure laboratori accreditati SINAL) ed i relativi costi saranno a carico dell'appaltatore.

La D.L., inoltre, avrà facoltà di acquisire le certificazioni relative alla Materia Prima utilizzata nella produzione del tubo, verificandone l'effettivo impiego sia attraverso i documenti relativi alle procedure di rintracciabilità adottate dall'azienda produttrice dei tubi, sia attraverso la richiesta di riconoscimento diretto da parte del produttore. Anche in questo caso i relativi costi saranno a carico dell'appaltatore.

Tubazioni in polietilene ad alta densità PE 100 ad alta resistenza, per posa in trincea, senza strato di sabbia protettivo, in presenza di materiale di rinterro misto a pietre e sassi (sigla PE100 AR)

Le tubazioni dovranno essere costituite da PEAD PE100 con alta resistenza ai carichi concentrati e alla propagazione delle fratture.

La materia prima e le tubazioni dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Resistenza alla pressione interna idrostatica secondo UNI EN 12201 e UNI EN ISO 1167 (80°C e 5,4 Mpa di pressione) senza rotture fragili > 500 ore
- Resistenza alla pressione interna idrostatica secondo UNI EN 12201 e UNI EN ISO 1167 (80°C e 5,0 Mpa di pressione) senza rotture fragili > 1000 ore
- Noth Test (**NT**) Resistenza alla propagazione lenta della rottura (SCG) secondo UNI EN ISO 13479:2009 (SDR11, 9,2 bar, 80°C) > **8760 ore**
- Resistenza alla propagazione rapida della frattura (**RCP**) secondo UNI EN ISO 13477 prova S4 (SDR 11, 0°C, 10 bar, dn 250 mm) o UNI EN ISO 13478 prova **FST** (SDR 11,0°C, 24 bar dn 500 mm) > **160 ore** arresto
- Notched Pipe Test (**NPT**) prova su campione di tubo a parete piena criccato/intagliato secondo EN12201 e EN1555 (80 °C, 4,6 Mpa) > **8760h**
- Full Notch Creep Test (**FNCT**) prova di crescita lenta della cricca/frattura secondo ISO 16770 (80°C, 4 N/mm², 2% Arkopal N-100) > **8760 ore**;
- Point Load Test (**PLT**) prova di carico puntuale (80°C, 4 Mpa, + 2% Arkopal N-100) > **8760 ore**;

La fornitura dovrà essere corredata da un certificato di controllo rilasciato da ente terzo accreditato secondo EN ISO/IEC 17025, "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories" che attesti le proprietà sopra richieste. Il certificato non dovrà avere data anteriore 18 mesi dalla fornitura.

Tubazioni in polietilene ad alta densità PE 100 ad alta resistenza corazzate, per posa senza scavo (tecniche non dig), con strato supplementare di protezione esterno (sigla PE100 AR-C)

Valgono tutte le indicazioni dei capitoli precedenti.

Le tubazioni dovranno essere costituite da PEAD PE100 con alta resistenza ai carichi concentrati e alla propagazione delle fratture e, inoltre, dovranno essere rivestite esternamente da uno strato aggiuntivo/supplementare in polietilene o polipropilene (in maggiorazione al diametro esterno nominale).

Tubazioni in polietilene ad alta densità PE 100 ad alta resistenza corazzate, per posa senza scavo (tecniche *non dig*) in terreni contaminati, con strato supplementare di protezione esterno e foglio d'alluminio intermedio (sigla PE100 AR-C-AL)

Le tubazioni dovranno essere costituite da PEAD PE100 con alta resistenza ai carichi concentrati e alla propagazione delle fratture e, inoltre, dovranno essere rivestite esternamente da uno strato in alluminio e protette da un ulteriore strato aggiuntivo/supplementare in polietilene o polipropilene (in maggiorazione al diametro nominale esterno).

Colorazione

Le tubazioni dovranno essere colorate secondo le seguenti indicazioni:

Tipo Tubazione	Acquedotto	Fognatura
PE100	Totalmente blu	Totalmente marrone o nero con pigmentazione con carbon black della materia prima e righe marroni coestruse
PE100 AR	2 strati coestrusi di colore differente, integrati nella massa, senza aumento del diametro nominale. Strato esterno, pari al 10% dello spessore, di colore blu; strato interno, pari al 90% dello spessore, color nero con pigmentazione con carbon black della materia prima.	2 strati coestrusi di colore differente, integrati nella massa, senza aumento del diametro nominale. Strato esterno, pari al 10% dello spessore, di colore marrone; strato interno, pari al 90% dello spessore, color nero con pigmentazione con carbon black della materia prima
PE100 AR-C	2 strati coestrusi di colore differente. Lo strato esterno è aggiuntivo, a maggiorazione del diametro nominale, di colore blu. Tubazione interna color nero con pigmentazione con carbon black della materia prima.	2 strati coestrusi di colore differente. Lo strato esterno è aggiuntivo, a maggiorazione del diametro nominale, di colore marrone. Tubazione interna color nero con pigmentazione con carbon black della materia prima.
PE100 AR-C-AL	Vedi PE100 AR-C	Vedi PE100 AR-C

Sistemi di giunzione tubi in polietilene

Saldatura di testa

Le saldature testa-testa verrà realizzata in conformità alle Norme **UNI 10520** (PE 80) e **UNI 10967** (PE 100); dovranno essere eseguite sempre da personale qualificato e certificato in funzione della classe di saldatura da eseguire (UNI 9737), con idonee apparecchiature, tali da garantire le minime possibilità di errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi; adottando le opportune protezioni in caso di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità.

Questo tipo di giunzione potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.

Prima dell'inizio dei lavori sarà facoltà della D.L. applicare un sistema di prequalifica del ciclo di saldatura ovvero, richiedere l'esecuzione di almeno una saldatura campione per ogni diametro e per ogni saldatore impiegato da sottoporre a prove presso laboratorio certificato. Se le saldature verranno ritenute idonee, le macchine, i parametri utilizzati e i saldatori che le hanno eseguite saranno utilizzati per tutte le saldature da effettuare nella realizzazione della condotta.

Le macchine saldatrici impiegate dovranno rispondere ai requisiti della norma **UNI 10565**, e saranno predisposte per la registrazione dei parametri di saldatura.

In alternativa è facoltà della D.L. richiedere che tutte le saldature vengano numerate ed i relativi parametri registrati con un sistema di rintracciabilità approvato dalla stessa (vedi allegato A). In ogni caso, ogni saldatura andrà identificata tramite apposizione di scritta indelebile sulla tubazione riportante la data di esecuzione, l'ora di inizio della fase di raffreddamento e l'ora calcolata per il distacco dei posizionatori.

Prima dell'inizio e durante le operazioni di saldature è richiesto l'assoluto rispetto delle fasi riportate dalla norma ovvero:

Controlli preliminari:

- verifica delle condizioni ambientali e della superficie da saldare
- controllo dei materiali
- verifica dei saldatori
- verifica delle apparecchiature di saldatura

Preparazione per la saldatura:

- pulizia delle superfici
- bloccaggio delle estremità
- fresatura dei lembi da saldare
- controllo della preparazione di lembi
- verifica dei valori massimi accettabili della luce tra i lembi, dopo la fresatura

Ciclo di saldatura:

- fase 1: accostamento
- fase 2: riscaldamento dei termoelementi
- fase 3: rimozione del termoelemento
- fase 4: raggiungimento della pressione di saldatura
- fase 5: saldatura
- fase 6: raffreddamento

Controllo dei giunti saldati:

- esame visivo
- esame dimensionale

E' fatto obbligo la tenuta in cantiere delle tabelle riportanti i parametri di saldatura fornite dal costruttore di ogni macchina presente sul cantiere.

Saldatura per elettrofusione

La saldatura per elettrofusione deve essere eseguita nel rispetto della Norma **UNI 10521** tramite manicotti che hanno già incorporato l'elemento saldante. Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato e certificato in funzione della classe di saldatura da eseguire.

E' richiesto l'impiego di macchine saldatrici (normativa **UNI 10566**) automatiche con impostazione dei parametri tramite penna ottica per lettura codice a barre o sistema equivalente e sistema di registrazione e stampa dei parametri di saldatura .

In alternativa è facoltà della D.L. richiedere che tutte le saldature vengano numerate ed i relativi parametri registrati con un sistema di rintracciabilità approvato dalla stessa (vedi allegato B). In ogni caso, ogni saldatura andrà identificata tramite apposizione di scritta indelebile sulla tubazione riportante la data di esecuzione, l'ora di inizio della fase di raffreddamento e l'ora calcolata per il distacco dei posizionatori.

I sistemi di saldatura dovranno operare con tensione di sicurezza contenuta tra 14 e 24 Volt. Per tensioni maggiori di 25 V, è obbligatoria la protezione del contatto umano diretto con le parti che trasmettono potenza durante il ciclo di fusione.

Prima dell'inizio e durante le operazioni di saldature è richiesto l'assoluto rispetto delle fasi riportate dalla norma ovvero:

Controlli preliminari:

- verifica delle condizioni ambientali e della superficie da saldare
- controllo dei materiali
- verifica dei saldatori
- verifica delle apparecchiature di saldatura

Preparazione per la saldatura:

- pulizia delle superfici con alcool isopropilico
- intesatazione tramite tagliatubi dei lembi da saldare
- asportazione di almeno $0,1 \div 0,2$ mm della superficie da saldare tramite apposito attrezzo per un tratto di tubazione della lunghezza di 10 mm superiore a quella del raccordo
- pulizia delle superfici con alcool isopropilico

Posizionamento degli elementi da saldare:

- marcare sulla tubazione la profondità di innesto nel manicotto
- inserire il manicotto fino al segno
- serrare i collari del posizionatore

Saldatura:

- impostare i parametri di saldatura sulla macchina
- connettere i cavi
- avviare la procedura di saldatura

Raffreddamento:

- raffreddamento preliminare per il tempo indicato dal produttore del manicotto
- rimozione del posizionatore
- raffreddamento completo prima di ogni movimentazione del pezzo (temperatura della zona di saldatura uguale a quella del materiale base adiacente)

E' fatto obbligo la tenuta in cantiere delle tabelle riportanti i parametri di saldatura fornite dal produttore dei raccordi.

Raccordi a saldare per elettrofusione

I pezzi speciali da installarsi a mezzo di saldatura testa-testa o saldatura per elettrofusione così come i raccordi a bicchieri per elettrofusione (manicotti elettrosaldabili) dovranno essere conformi alla Norma **UNI EN 12201-3** con classe di pressione e materiale plastico di produzione compatibili con le tubazioni da saldare. Dovranno inoltre possedere la certificazione di conformità **DM 174 del 6 aprile 2004** concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

E' fatto espresso divieto di utilizzo di raccordi a sella per elettrofusione, siano essi per realizzare prese o diramazioni a T.

Ogni singolo raccordo dovrà essere prodotto con polietilene del tipo PE 80 o PE 100 e identificato tramite marcatura indelebile impressa sulla superficie, riportante i seguenti dati:

- Nome del fabbricante o marchio di fabbrica
- Diametro nominale
- SDR
- Informazione del fabbricante

Il raccordo dovrà inoltre possedere un'etichetta indelebile riportante i seguenti dati:

- sistema numerico di identificazione (codice a barre)
- numero della Norma
- materiale e designazione
- classe di pressione in bar
- tolleranza (solo per raccordi a codolo)

I raccordi devono essere imballati singolarmente per impedire deterioramento e contaminazione

Giunzione tramite raccordi a serraggio meccanico

L'impiego di raccordi a serraggio meccanico è consentito, previa autorizzazione della D.L. solamente in presenza di difficoltà oggettive che non consentono una perfetta giunzione dei tubi con i pezzi speciali mediante saldatura; è formalmente escluso nella realizzazione di adduttrici dorsali o maglie principali della rete idrica.

I tipi di giunti ammessi devono essere realizzati esclusivamente in ghisa grigia a cuore bianco zincata a caldo per diametri fino al DE 63 e in ghisa sferoidale rivestita con resine epossidiche per i diametri superiori. Le derivazioni d'utenza andranno sempre eseguite tramite collari in ghisa sferoidale rivestita con resine epossidiche.

Tutti i tipi di giunto prodotti e brevettati dalle ditte che operano nel campo dei prodotti ad uso acquedottistico dovranno, prima della posa in opera, essere sottoposti ad esame ed accettazione dalla Direzione Lavori. L'impiego di raccordi a serraggio meccanico realizzati in materiale plastico di qualsiasi natura e diametro, è formalmente vietato.

La Direzione Lavori si riserva sempre e comunque la facoltà di prelevare campioni di tubazioni e pezzi speciali per verificare le caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche dei materiali e delle saldature presso istituti specializzati ed autorizzati, con onere a carico della Ditta Appaltatrice. Qualora le caratteristiche non fossero corrispondenti alle norme, l'Impresa dovrà provvedere in tempi brevi alla sostituzione del materiale rifiutato.

Posa in opera (scavo a trincea)

Per la posa in opera delle tubazioni in PEAD l'impresa appaltatrice dovrà attenersi alla Raccomandazione di posa dell'I.I.P. Particolare riguardo si dovrà prestare nell'operazione di reinterro tenendo conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, subisce delle tensioni se bloccato alle estremità. Si dovrà pertanto procedere per gradi, nelle ore meno calde della giornata, partendo con il reinterro con sabbia (H = 40 cm.) a zone di 20-30 ml. avanzando in una sola direzione possibilmente in salita.

Si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a 40 cm. nella prima zona; il ricoprimento fino a 15-20 cm. sul tubo nella seconda zona e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata. Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno,

una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m. dal pezzo stesso da collegare.

Durante la posa della condotta si dovrà prestare la massima attenzione nell'installazione delle apparecchiature idrauliche (saracinesche di linea o di scarico, idranti sottosuolo o a colonna soprassuolo, sfiati, ecc.) le quali non dovranno gravare direttamente sulla condotta stessa nè esercitare sollecitazione alcuna sui tubi.

2.11.8 Tubazioni in PRFV (resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro) per Microtunnelling

Criteri di accettazione per tubazioni e raccordi in PRFV

Tubi saranno di tipo P.R.F.V., plastici rinforzati con fibre di vetro, prodotti per centrifugazione conformi alla norma ISO 25780, provenienti da stabilimenti certificati ISO 9001 ubicati in area UE.

Il diametro nominale interno del tubo dovrà essere conforme ai DN specificati negli elaborati di progetto, la resistenza alla pressione dovrà essere pari a PN 1 bar, con rigidità RG non inferiore a 50.000 N/m².

Le barre dovranno avere lunghezza standard di 3-6 m., la giunzione tra i tubi dovrà essere del tipo a manicotto e dovrà mantenere inalterate le caratteristiche di tenuta permettendo un'angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti fino a: 3° per DN < 500; 2° per DN 600÷900; 1° per DN 1000÷1400 e 0,5 gradi per DN >1500.

La tenuta del manicotto sarà assicurata o da due anelli elastomerici di opportuna sezione inseriti nel manicotto stesso nelle apposite sedi, oppure da una guarnizione continua in gomma elastomerica ad esso connessa, di profilo adeguato ed a doppia tenuta a labbro.

Tale giunto è di natura flessibile e deve avere una resistenza alla pressione interna almeno pari a quella degli elementi collegati.

Esso può essere impiegato sopra e sottoterra, e sott'acqua, per condotte a superficie libera, a pressione ed in depressione.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta con una angolazione tra gli assi dei tubi adiacenti, i cui valori massimi sono appresso indicati, sia che tale angolazione sia disposta in fase di montaggio, sia che venga provocata da forze esterne:

Il giunto deve essere in grado inoltre di mantenere inalterate le doti di tenuta permettendo un movimento relativo longitudinale da entrambi i lati pari ad almeno lo 0.3% della lunghezza totale del tubo.

La tenuta deve essere assicurata anche sotto l'azione contemporanea degli effetti di cui sopra (disassamento e movimento longitudinale).

La lunghezza e lo spessore del manicotto nonché le caratteristiche geometriche e chimico fisiche della guarnizione saranno, a richiesta, indicate dal produttore.

La profondità di inserimento dell'estremità maschio del tubo nel manicotto deve essere chiaramente marcata sul tubo anche se determinata automaticamente dalla conformazione del giunto.

Al fine di una maggiore resistenza all'usura ed alla corrosione, tali tubi dovranno presentare uno strato interno (Liner) in pura resina poliestere insatura, di spessore minimo di 1 mm, che presenti una rugosità massima di 0,01 mm.

La parete delle tubazioni sarà formata da più strati che dovranno costituire un unico elemento strutturale.

Strato protettivo interno (liner).

La composizione del liner ed il relativo spessore saranno a discrezione del produttore della tubazione. Tuttavia, il liner dovrà avere le seguenti caratteristiche imprescindibili:

Non presentare fibre e/o inerti affioranti in superficie.

Nessun affioramento di fibre dopo l'esecuzione a 500.000 cicli del test di Darmstadt per la resistenza all'abrasione, secondo la norma CEN/TR 15729 (vedere anche successivo punto 5.2.1 – resistenza all'abrasione).

Al fine di garantire la prestazione idraulica di progetto il valore di scabrezza idraulica di Colebrook ammesso è $\epsilon \leq 0,017$ mm. Tale valore dovrà risultare da test effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti

Strato centrale

Questo strato potrà essere costituito, oltre che da fibre di vetro + resina, anche da elementi inerti e cariche minerali (sabbia, carbonati etc.).

Strato protettivo esterno

Questo strato dello spessore minimo di 0,5 mm, deve essere costituito da resina ed inerti, ed essere pertanto privo di fibre. Per facilitare le operazioni di infissione, lo strato esterno dovrà avere diametro calibrato per tutta la lunghezza del tubo.

Lo strato protettivo esterno dovrà, inoltre, impedire l'assorbimento degli eventuali lubrificanti impiegati durante la posa.

Prove di controllo e accettazione

Le prove, da effettuare a temperatura ambiente su provini costituiti, secondo i casi, da tubi della lunghezza originale o da spezzoni di tubo, si possono dividere nei seguenti tipi:

ESAME VISIVO

Mirerà ad accertare che il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, sia esente da fibre di vetro, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria e crateri e lo strato protettivo esterno presenti una superficie regolare e liscia, senza fibre in superficie.

LINER

A richiesta della Stazione Appaltante, in riferimento ad uno o più tubi da questa selezionati, dovrà essere fornita adeguata documentazione redatta dal Produttore dei tubi che provi la conformità dello spessore e composizione del liner rispetto ai valori dichiarati.

Dovranno in particolare essere forniti i risultati di test comprovanti il valore ϵ di scabrezza idraulica di Colebrook come da punto 1.1, effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante, su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

LINER – RESISTENZA ALL’ABRASIONE

L’Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza all’abrasione effettuati secondo la norma CEN/TR 15729, comprovanti un valore massimo di abrasione a 100.000 cicli, tale da assicurare un fattore di sicurezza ≥ 4 (rispetto al liner residuo), senza affioramento di fibre.

A 500.000 cicli è ammesso un coefficiente di sicurezza inferiore, ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

PROVA DI SCHIACCIAMENTO AI PIATTI PARALLELI

Verrà eseguita secondo le norme UNI EN 14364 e EN 1228, limitando opportunamente la deflessione in rapporto alla rigidità dei tubi.

Deposito dei tubi

I tubi devono essere depositati su una base piana (evitare sempre singoli punti d’appoggio) e devono essere protetti da danneggiamenti meccanici. Le guarnizioni dei giunti devono essere mantenute pulite. Si possono usare eventualmente degli appoggi in legno e delle assi per separare le file orizzontali dei tubi.

Giunzione dei tubi

Tutte le parti della tubazione devono essere pulite all’interno ed all’esterno e controllate singolarmente prima dell’assemblaggio. Gli elementi di tenuta dei giunti devono essere puliti e privi di qualsiasi impurità. Le estremità dei tubi e gli elementi di tenuta devono essere lubrificati usando solo il prodotto fornito dal produttore dei tubi.

2.12 Nastri e cavi di segnalazione servizi interrati

Al fine di segnalare ad altri operatori la presenza di servizi sotterranei interrati, si prescrive la segnalazione di questi tramite la posa di nastri segnaletici con le seguenti marcature:

- ATTENZIONE TUBO FOGNATURA - colore blu con scritta nera
- ATTENZIONE CAVO ELETTRICO - colore rosso con scritta nera

I nastri di segnalazione saranno costituiti da rete in materiale plastico, di colore blu per fognatura o rosso per cavidotto, con nastro metallico termosaldato per rilevamento tramite metal-detector, scritta a grandi caratteri relativa al servizio segnalato, fornita in opera entro lo scavo tra lo strato di ricoprimento condotta e la massicciata stradale. Larghezza rete 300 mm.

Se previsto dal progetto, la condotta sarà affiancata da una cordicella elettrica unipolare in rame della sezione di 6 mmq, per rilevamento di tubazione interrata tramite apposita strumentazione, realizzata secondo norma N07V-K (CEI 20-27) ovvero “corda” (cavo senza guaina) flessibile unipolare, isolata in PVC, non propagante l’incendio, fornita in opera compresa la stesa, il collegamento elettrico tra i vari spezzoni tramite morsetto a serraggio meccanico più manicotto termo restringente di protezione, il fissaggio alla tubazione tramite nastro in polietilene nero ad alto spessore ogni 6 metri ed il collegamento alle paline terminali. Il colore dovrà essere tassativamente giallo o rosso.

2.12.1 Criteri di posa

I nastri e le reti di segnalazione andranno di norma posati a circa 50 cm. sopra l’estradosso della condotta o del cavo, dopo la prima fase del reinterro, svolgendo la bobina nello scavo su di un letto di posa semicompatto e privo di asperità; si procederà in seguito al reinterro definitivo.

I conduttori in rame andranno posati sulla generatrice superiore della tubazione e ancorati ad essa tramite fascette autoserranti in materiale plastico collocate ad intervalli opportuni.

2.13 Sterilizzazione delle condotte d’acquedotto

L’Impresa appaltatrice di opere riguardanti la costruzione, l’estensione od il rifacimento di condotte idrauliche ad esecuzione ultimata dovrà, a proprie cure e spese, provvedere alla sterilizzazione delle stesse mediante idoneo reagente e secondo le istruzioni impartite dal personale di AcqueBresciane secondo le linee guida della stazione appaltante.

Occorre durante l’operazione garantire il contatto dello sterilizzante con la nuova condotta per un tempo non inferiore alla 24 ore; dopo di che si dovrà procedere ad un accurato spurgo della stessa al fine di eliminare ogni residuo di corpo estraneo e del reagente usato.

2.14 Attraversamenti sotterranei di canali e manufatti esistenti

Tali attraversamenti saranno costruiti con tubazioni di acciaio dei tipi sopradescritti disposte secondo il profilo stabilito dal progetto.

La trincea da ricavare nell’ alveo dei corsi d’ acqua per alloggiarvi la condotta dovrà essere aperta con l’ impiego di attrezzi adatti e offrire spazio sufficiente perché alla conduttura stessa, varata in un unico pezzo, siano evitate sollecitazioni di appoggio sul fondo che potrebbero compromettere la integrità dell’ intera struttura.

La prova a pressione dell’ attraversamento sarà fatta prima dell’ ammarro e prima del reinterro, per riservare la possibilità di recupero del tubo.

Il reinterro sarà fatto con ghiaia mista, allo scopo di rivestire la tubazione con materiale incompressibile atto a causare sollecitazioni alla stessa.

Il varo della tubazione subalvea sarà fatto con particolare attrezzatura e con i dovuti accorgimenti per evitare che durante la sua sospensione o durante il varo stesso fino alla posizione definitiva, il tubo possa

infiattersi, deformarsi, strappare i giunti o piegarsi per effetto del peso proprio o di eventuali reazioni dovute all' acqua ed al terreno.

Ogni attraversamento subalveo sarà completato con i blocchi di ammaraggio e con le branche metalliche opportunamente sagomate verso terra fino agli appositi raccordi con le tubazioni fuori dell' attraversamento.

Spetta all' Impresa di ottenere a sue spese tutte le autorizzazioni da parte dei competenti Uffici per effettuare l'attraversamento degli alvei e relative arginature e per impiantare e condurre i cantieri necessari all' attuazione delle opere.

Sono a carico dell'Assuntore gli oneri per mantenere il deflusso delle acque, nonché tutti gli imprevisti che possono verificarsi durante i lavori per piene dei corsi d'acqua, per frane o instabilità delle trincee, per onerosità maggiori o diverse da quelle progettate.

Se richiesto dall' Amministrazione proprietaria dell' opera attraversata, il tubo deve essere inguainato in un altro tubo d' acciaio di protezione ed eventualmente essere annegato in una struttura di calcestruzzo.

Gli attraversamenti di corsi d'acqua su manufatti esistenti si effettueranno con tubazioni metalliche conformemente al progetto e seguendo le disposizioni della DD.LL. - Spetta all' Impresa di ottenere a sue spese, dagli enti competenti, l'autorizzazione a fare il lavoro e di concordare con gli stessi le modalità affinché siano rispettate le condizioni statistiche ed estetiche dei manufatti, essendo a carico dell'Amministrazione il solo onere delle indennità permanenti.

L'attraversamento, eseguito fuori terra, sarà in ogni caso realizzato con la posa del tubo in altro tubo guaina di acciaio, con rivestimento di materiale termoisolante del tubo di protezione.

Nel caso non sia possibile eseguire attraversamenti a cielo aperto di Strade Statali, Provinciali, di linee ferroviarie, argini od altro, la DD,LL. avrà ampia facoltà di prescrivere l'esecuzione di detti attraversamenti con macchine spingitubo. Le modalità di esecuzione verranno di volta in volta impartite all' Impresa dalla DD.LL. tenendo conto delle difficoltà contingenti.

2.15 Attraversamenti mediante perforazione sotterranea teleguidata (TOC)

Descrizione sommaria

Per gli attraversamenti sotterranei di strade, fossi o manufatti in generale si potrà ricorrere a trivellazioni teleguidate.

La lavorazione per la sua natura specifica necessita di Impresa specializzata nel settore.

L'Impresa sarà dotata di una sonda di perforazione trasportata su rimorchio con autonomia operativa e collegata tramite tubi flessibili con un gruppo di servizio, il quale sarà costituito da un autocarro, i cui componenti modulari sono: un serbatoio del liquido di perforazione, impianto di miscelazione e pompa ad alta pressione.

Le buche da ricavare ai due estremi avranno le dimensioni minime di 1m x 1m. x 1,50m. circa; la lancia di perforazione, costituita da una serie di tubazioni in acciaio, e da una punta munita di ugelli attraverso i

quali esce un getto di liquido ad alta pressione, verrà spinta attraverso il sottosuolo e guidata tramite sistema con rilevatore elettromagnetico.

Una volta eseguito il foro pilota, la lancia di perforazione verrà sostituita da un alesatore con giunto antirotazione e testa di tiro alla quale agganciare una tubazione Polietilene ad alta densità saldata di testa secondo le prescrizioni previste per il materiale utilizzato, quindi si procederà a ritroso fino ad inserire la tubazione dalla buca di arrivo a quella di partenza.

La tubazione così interrata costituirà la guaina attraverso la quale far scorrere il tubo di linea oppure sarà la stessa a fungere da condotta; nel secondo caso la tubazione avrà le caratteristiche prescritte dalla Stazione Appaltante.

Il trivellatore dovrà valutare la necessità di eseguire eventuali passaggi di pulizia e pre-alesatura del perforo, prima del tiro della condotta.

Prescrizioni inerenti la tubazione

La tubazione da utilizzare per la TOC potrà essere di due tipologie:

- in polietilene ad alta densità PE 100 ad alta resistenza corazzate, per posa senza scavo (tecniche no dig), con strato supplementare di protezione esterno (sigla PE100 AR-C), PN16
- in polietilene ad alta densità PE 100 ad alta resistenza corazzate, con strato supplementare di protezione esterno e con foglio di alluminio intermedio, (sigla PE100 AR-C-AL), PN16

La corazzatura deve essere arretrata rispetto alle teste del tubo dello spazio necessario a eseguire la saldatura per elementi di contatto, affinché il cordolo riempi completamente lo spazio libero tra gli strati di rivestimento delle due tubazioni giuntate, senza sovrapporsi alla corazza.

L'arretramento della corazza potrà essere richiesta al fornitore delle tubazioni affinché venga predisposta in stabilimento o potrà essere eseguita in cantiere; in quest'ultimo caso per la rimozione della corazzatura dovrà essere utilizzata idonea fresa, senza intaccare in alcun modo la superficie del tubo interno.

Eseguita la saldatura, in presenza di ulteriore spazio libero tra il cordolo e la corazza, onde dare continuità al rivestimento esterno, la ditta dovrà ovviare all'inconveniente – a propria cura e spese - riempiendo e saturando gli interstizi vuoti mediante resine bi-componenti. Le resine adatte sono - di norma - fornite dal produttore dei tubi.

Se prescritto espressamente dal progetto, potrà essere richiesta una lavorazione aggiuntiva (compensata a parte) di rimozione del cordolo di saldatura esterno, mediante l'uso di apposito attrezzo, fasciatura con garza speciale dello spazio venutosi a creare tra le corazze e saturazione con resina-stucco bicomponente spatolata.

La resina sarà tipo stucco a indurimento rapido su base di poliuretano, resilienti a due componenti per la produzione di rivestimenti resistenti all'abrasione, non fragili.

La resina avrà resistenza a trazione di circa 280 N/cm, resistenza al taglio da sovrapposizione su PE \geq 25 N/cm²; forza adesione \geq 4 N/mm²; adatta ad essere utilizzata su tubazioni con temperatura compresa tra

i -5° C e i 15° C nella stagione tardo autunnale-invernale, o (cambiando tipologia) tra +5° C e i +40° C nella stagione estiva.

Il metodo di posa della resina prevede, nell'ipotesi più completa: rimozione del cordolo (se richiesto), pulizia superfici, trattamento superfici con carta vetro per aumentarne la scabrezza (tubo e corazza), applicazione della resina, fasciatura con apposito tessuto di armatura di poliestere, ulteriore resinatura.

Prescrizioni inerenti la trivellazione

La stazione appaltante mette a disposizione in sede d'appalto tutte le informazioni in suo possesso inerenti le condizioni del terreno oggetto della trivellazione.

Nel caso la ditta specializzata in trivellazioni, ritenesse insufficienti tali informazioni, può eseguire tutte le indagini geologiche che riterrà opportuno, a propria cura e spese.

Accettato l'incarico/appalto, la ditta specializzata esegue la trivellazione a proprio rischio e pericolo.

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

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

Spetta alla ditta specializzata la scelta del profilo di trivellazione più idoneo, nel rispetto delle profondità imposte dalla stazione appaltante.

Il trivellatore valuterà e deciderà – assumendone la responsabilità - la tipologia della trivella, il tipo di scalpello, di testa di trivellazione e di alesatore da utilizzare, la necessità di eseguire passaggi di pre-alesaggio, il tipo e la concentrazione del fluido di perforazione da impiegare e quant'altro rientri nella fattispecie delle scelte proprie della lavorazione specialistica.

Il trivellatore provvederà a proteggere la guaina della prima verga di tubo saldata alla testa di tiro, affinché non possano esserci pericolosi inserimenti di materiale lapideo tra la corazza e il tubo.

Il trivellatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché la tubazione non venga sollecitata con forze di tiro superiori a quelle riportate nella sottostante tabella.

Le forze di trazione massime ammesse alla testa del tubo PN16 PE100 sono le seguenti:

Diametro esterno [mm]	FORZA [ton]	Diametro esterno [mm]	FORZA [ton]
75	1,4	180	8,4
90	2,1	200	10,3
110	3,1	225	13,1
125	4,0	250	16,2
140	5,0	280	20,3

160	6,6	315	25,7
-----	-----	-----	------

Terminata la trivellazione, il trivellatore dovrà consegnare alla DL lo schema numerico del profilo altimetrico finale di posa (distanze orizzontali e profondità dal piano campagna).

2.16 Rifacimento fognoli

I fognoli e gli allacciamenti in genere verranno realizzati con tubi in grès o P.V.C..

Negli innesti a sella in P.V.C. il tubo di derivazione dovrà sporgere inferiormente di 2-3 cm. rispetto alla sella stessa, in modo da inserirsi nel foro praticato sul collettore, mantenendo così fissa e stabile la posizione del pezzo speciale durante le operazioni di incollaggio.

Sul fondo dello scavo dovrà essere formato un piano di appoggio costituito da uno strato di sabbia di larghezza pari allo scavo per uno spessore finito e ben costipato di cm. 20.

Posati i tubi, realizzate le giunzioni, assicuratosi che le condotte siano convenientemente immorsate e presentino sufficiente rigidità, si procederà al primo reinterro dello scavo con sabbione fino a cm. 20, sopra l'estradosso del tubo, evitando che la tubazione subisca spostamenti altimetrici e planimetrici. Il reinterro verrà completato ponendo sopra il piano della sabbia, se consentito dalla Direzione Lavori, terra priva di materie estranee o i materiali aridi di riempimento prescritti per progetto stradale.

In alternativa, su richiesta della Direzione Lavori, i fognoli dovranno essere posti in opera interamente rivestiti di calcestruzzo Rck 20 N/mm².

La costruzione o la ricostruzione del fognolo dovrà sempre essere eseguita con la massima cura e diligenza.

Quando possibile, il fognolo dovrà essere completamente demolito e rimosso da filo fabbricato, sino all'immissione nella condotta comunale.

L'immissione avverrà di preferenza nelle camerette di ispezione; se la distanza dalla ispezione più prossima fosse notevole, l'immissione sarà fatta direttamente sulla condotta, utilizzando gli appositi pezzi speciali (selle o braghe, per P.V.C., grès).

L'immissione dovrà pertanto avvenire sempre al di sopra del cielo della fognatura comunale.

L'esecuzione del foro sulla condotta comunale sarà eseguito sempre con mezzi idonei allo scopo (frese a tazza, ecc.), e mai con punte demolitrici o martelli.

Nel caso il condotto fosse in manufatto di mattoni, si dovrà avere la massima cura di limitare al più possibile i danni alle spalle e al volto di copertura; si procederà pertanto esclusivamente a mano e non con demolitori, o peggio, con la benna dell'escavatore.

Ove possibile, converrà convogliare più di uno scarico nella medesima immissione, utilizzando gli appositi pezzi speciali a "T".

Si dovrà porre estrema attenzione a che le selle in P.V.C. non subiscano spostamenti di sede durante rinterri affrettati, prima che il collante abbia fatto presa; se del caso, si provvederà a fermare provvisoriamente in opera le selle con legature di filo di ferro o altro.

L'allaccio privato verrà previamente ripulito e regolarizzato, cercando di togliere tutte le parti manomesse o non sane.

Se la sezione dello stesso non è circolare, si eviterà assolutamente di infilarvi semplicemente il nuovo fognolo e quindi sigillare con malta cementizia, in quanto ciò potrebbe essere in futuro causa di intasamento nel punto di imbocco non raccordato.

Si dovrà invece provvedere a raccordare il più possibile con malta di cemento lisciata la zona di passaggio tra la sezione quadrata e quella circolare, anche mediante la realizzazione di pozzetti ciechi, o, meglio, ispezionabili.

Uguali accorgimenti si dovranno usare anche nel caso di scavi in linea, eseguiti tra i fabbricati e la fognatura comunale per la posa di altri sottoservizi con conseguente rimozione o danneggiamento di allacciamenti esistenti:

- evitare il semplice infilaggio di spezzoni di tubazioni in P.V.C. di diametro inferiore a quello dei fognoli esistenti e rispettare la quota di fondo (livelletta) originaria;
- evitare anche l'attraversamento di fognoli in mattoni o la loro riduzione di sezione.

Ogni danneggiamento, ripristino effettuato con poca accuratezza che dovesse in seguito, anche a distanza di tempo, essere causa di malfunzionamenti, verrà imputato alla Impresa esecutrice dei lavori, così come i danni che tale malfunzionamento potrà causare a terzi o alla Stazione Appaltante stessa. Gli allacciamenti male effettuati o male ripristinati, verranno gratuitamente riparati a regola d'arte dall'appaltatore, oppure comunque riparati d'ufficio, addebitandogli le spese relative.

Si porrà, inoltre, massima cura anche ai punti di raccordo posti ai piedi dei pluviali, in modo da garantire l'impossibilità di infiltrazioni o trascinalamenti di acqua lungo i muri di fondazione.

Al termine dei lavori, prima di provvedere al rinterro con materiale arido, si ricopriranno le condotte, i pezzi speciali, i punti di innesto con calcestruzzo a q.li 2,50 di cemento.

2.17 Pozzetti, camerette e manufatti prefabbricati

2.17.1 Pozzetti acquedotto

I pozzetti in calcestruzzo, per l'alloggio di saracinesche di intercettazione, valvole automatiche e di scarico o per le apparecchiature in genere, saranno costruiti in numero e posizione come risulteranno dai profili altimetrici e dalle planimetrie di progetto o anche su condotte esistenti, o nei punti che di volta in volta potranno essere indicati dalla DD.LL.

Di norma i pozzetti avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nei disegni. La platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura, avranno lo spessore riportato nei disegni.

La soletta sarà carrabile. In particolare, nel calcolo dei ferri, e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo, a chiave, con piastrone e cornice in ghisa. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano strada, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio di almeno 60 cm. di lato e dovrà pure resistere ai sovraccari citati.

La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di 20 cm. di massiciata o di terra ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza sopraindicata.

I pezzi speciali, i Tè, le curve e le saracinesche dovranno appoggiare sulla platea con muretti anche in cotto, opportunamente ancorati lateralmente contro le spinte orizzontali. Quanto alla posizione delle pareti nei confronti degli accessori alloggiati, dovrà porsi cura che i giunti, siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentire facile accesso e smontaggio.

I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno stuccati, a costipamento avvenuto con cemento plastico a perfetta tenuta d'acqua.

Le pareti interne, la platea e la soletta dovranno essere intonacate con malta di cemento a garantire la perfetta impermeabilità dei vani.

I pozzetti dovranno risultare sempre ispezionabili e liberi da acqua di qualsiasi provenienza.

L'accesso dall'alto sarà fornito da scaletta alla marinara, in ferro tondo del DN 20 mm. ancorato alla muratura, estesa fra il fondo del pozzetto e la platea di copertura.

Ogni saracinesca alloggiata in pozzetto sarà fornita di volantino di manovra regolamentare.

2.17.2 Pozzetti di ispezione prefabbricati circolari per fognatura

Specifiche Riferimento voce Z.NP.cf.100.011a – b – c che compensano, con valutazione cadauna, la fornitura e posa in opera di camerette d'ispezione prefabbricate in cls. vibrato con **Rck >40 N/mm²**, costituite da due elementi a sezione circolare raccordabile con innesto a maschio e femmina con giunto in gomma a tenuta idraulica. Il primo elemento (di base) avrà fori di innesto, sia in linea, sia con angolazione variabile, sia di salto **dotati di anello di tenuta in gomma per l'innesto** di qualsiasi tipo di tubazione (quindi anello specifico per la tipologia di condotta in esecuzione), la sagomatura idraulica del fondo ed il rivestimento **dello stesso in PRFV**, la sezione circolare interna è variabile: Ø 100 cm o 120 cm. Il secondo elemento (di rialzo) avrà forma conica di riduzione fino al diametro di 625 cm in sommità, necessario per la posa del chiusino, altezza variabile da cm 60 a 185. Nel caso di altezze superiori potrà essere utilizzato un terzo elemento di rialzo di sezione circolare interna Ø 100 cm o 120 cm e altezza pari a cm 150 o a necessità, anch'esso dotato delle medesime modalità di giunzione con gli altri elementi. I prezzi comprendono il maggiore scavo rispetto le sezioni obbligate di progetto, la formazione della base d'appoggio in calcestruzzo magro, i rinfianchi con materiale incoerente, il collegamento delle tubazioni e tutti gli oneri per l'esecuzione del manufatto a tenuta idraulica.

Sono esclusi: i gradini alla marinara, il chiusino in ghisa, ed i ripristini stradali

2.17.3 Pozzetti di ispezione gettati in opera per fognatura

I pozzetti d'ispezione, d'immissione e quelle speciali in genere da gettarsi in opera, secondo il tipo e con le dimensioni risultanti dal progetto, dovranno essere ubicate nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori e

dovranno essere realizzate rispettando le sotto specificate modalità esecutive. Il fondo delle camerette verrà realizzato contemporaneamente alla posa dei condotti per i manufatti la cui fondazione si trovi a quota inferiore a quella d'imposta del sottofondo dei tubi; dovranno essere realizzate, prima della posa di questi ultimi, tutte le parti che si trovino affondate sotto gli stessi.

Al getto dei muri perimetrali e delle solette si procederà senza lasciare passare eccessivo tempo, in modo che ciascun manufatto risulti in via di compimento prima che, nell'avanzamento dei lavori, debba essere realizzato il successivo. Il calcestruzzo del sottofondo sarà Rck 37 con classe di esposizione XA2, avrà uno spessore di cm. 25 e sarà gettato su terreno ben costipato. Le pareti verranno gettate con calcestruzzo Rck 37 con classe di esposizione XA2 con l'ausilio di cassetture; avranno spessore di cm. 25 ed altezza come da disegni.

Non appena effettuati i vari disarmi, le superfici saranno regolarizzate; le pareti interne dovranno essere completamente intonacate con cemento liscio a regola d'arte e arrotondato negli spigoli.

Prima di procedere al getto della soletta di copertura, dovrà essere completato il fondo della cameretta secondo le sagome fissate dai disegni esecutivi (piano di lavoro, piano delle acque, profili di convogliamento o di separazione delle correnti, arrotondamento degli spigoli), mediante l'impiego di calcestruzzo con liscitura in malta cementizia. Lo spessore minimo di calcestruzzo tra piano di scorrimento acque e soletta di fondo dovrà essere di almeno 5 cm. La soletta di copertura delle camerette, dovrà essere gettata con cls. Rck 37 con classe di esposizione XA2, avrà lo spessore minimo di cm. 20, dovrà essere gettata in opera o realizzata con elementi prefabbricati in c.a. e successivo getto di completamento. Nel caso che fra l'estradosso della soletta di copertura e il piano di posa del chiusino sussista un certo dislivello, occorrerà provvedere, a seconda dell'indennità di tale dislivello o con la costruzione di un torrino in conglomerato cementizio Rck 20 oppure con l'impiego di anelli appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.

I torrini, delle dimensioni interne ϕ 60-70 cm., spessore della muratura di cm. 20, saranno completamente intonacati all'interno con malta di cemento.

I pozzi di accesso alle camerette verranno coperti con chiusini in ghisa, del tipo unificato classe D400, circolari, carrabili, come previsto nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, rispondenti alle norme UNI EN 124.

2.17.4 Pozzetti stradali gettati in opera

I pozzetti per lo scarico delle acque meteoriche in sede di carreggiata o di marciapiede, a bocca lupaia o a caditoia, dovranno essere gettati in opera, avere misure interne di cm. 45x45x100 o 35x35x80.

Le pareti ed i fondi dovranno essere in conglomerato cementizio Rck 20 N/mm² e dello spessore di cm. 15.

Dovranno avere incorporato un sifone tipo Mortara, (esterno quindi al pozzetto), della sezione di cm. 12,5 o 15 in PVC fibrocemento o grès e tra il fondo del pozzetto e la bocca del sifone dovrà esserci una altezza minima di 40 cm.

2.17.5 Pozzetti stradali in PEAD

Fornitura e posa in opera di pozzetto sifonato in PEAD tipo KMC “Easy gully 240-GT40077” o equivalente, Ø esterno 520 mm altezza totale 770 mm. Il pozzetto dovrà avere base emisferica con spessore non inferiore a 7 mm e di peso non inferiore 14Kg. L’ingresso, permetterà il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 200 mm secondo UNI EN 1401. I fori per gli eventuali innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte a 210° con l’ausilio di apposite frese a tazza e con l’inserimento della guarnizione a doppio labbro tipo “KMC” GN-S. L’uscita avrà tronchetto a esse con funzione di sifone Ø 200 mm e sarà posta a 250 mm dal fondo al fine di creare un invaso di 40 mm. Questa dovrà inoltre essere ispezionabile mediante tubo di collegamento Ø 63 con apposito tappo gomma. Il pozzetto dovrà presentare 2 nervature di rinforzo orizzontali sporgenti 50 mm oltre il diametro esterno del pozzetto e poste a 215 mm di distanza una dall’altra al fine di contrastare i diversi tipi di spinta e allo stesso tempo creare lo spazio per l’innesto delle tubazioni. L’elemento terminale del pozzetto, accorciabile di 100 mm, dovrà avere DE Ø 400 mm al fine di poter essere prolungato mediante l’utilizzo di tubazione in PVC. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Questo inoltre dovrà essere prodotto con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm³ (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento <-70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiacco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Su richiesta della D.L. l’impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 1,5 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4-8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L’operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggettamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l’impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell’appoggio e dell’eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto. L’operazione inoltre dovrà comprendere, se necessario, adatto sistema di aggettamento e blindaggio dello scavo durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l’impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell’appoggio e dell’eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto. L’operazione di rinfiacco dovrà avvenire solo dopo aver controllato la perfetta verticalità del pozzetto. In caso di installazione in zone ad alta densità di traffico, è necessaria l’uso della piastra di ripartizione in cls armata diam. est. 700 mm e diam. int. 350 mm, h 100 mm quotata a parte (vedi disegni esecutivi), che dovrà avvenire dopo l’esatta messa in quota del pozzetto, avvenuta tagliando all’altezza desiderata lungo le apposite guide stampate ogni centimetro sulla parte terminale del pozzetto.

2.18 Ghisa per sigilli

I manufatti in ghisa dovranno essere in ghisa affinata di prima o seconda fusione, privi di soffiature, bolle, incrinature o altri difetti; i chiusini, caditoie e simili, dovranno essere esenti da basculamento.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo norma UNI 4544, realizzati secondo norme UNI EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E600	t 60
Per strade a circolazione normale	D400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B125	t 12,5

Chiusini per camerette fognarie

Per la copertura dei pozzi d'accesso alle camerette, saranno adottati chiusini in ghisa, del tipo unificato classe D400, circolari, carrabili, come previsto nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, rispondenti alle norme UNI EN 124.

In ogni caso il chiusino dovrà avere un peso non inferiore a 100 kg. Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio dovranno essere lisce e sagomate, in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino basculamenti. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate, in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Prima della posa in opera la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie del chiusino 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 Lavori, o alla esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio armato prefabbricato o anelli speciali, appositamente fabbricati in ghisa sferoidale.

Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge e cocci.

2.19 Conglomerati bituminosi

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti, formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale; essi devono essere non gelivi, duri e durevoli, privi di particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dal D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE” e applicata la norma UNI EN 13043.

Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 40\text{mm}$

E' costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la sua provenienza o natura petrografica, deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Tabella		
Dimensione massima	40 mm	
Requisiti di granulometria	$G_c 85/20$	UNI EN 13043 prospetto 2
Percentuale di superfici frantumate	$C_{50/30}$	UNI EN 13043 prospetto 9
Resistenza alla frammentazione	LA_{25}	UNI EN 13043 prospetto 11
Coefficiente di appiattimento	Fl_{25}	UNI EN 13043 prospetto 7
Coefficiente di forma	Sl_{25}	UNI EN 13043 prospetto 8
Determinazione dell' affinità tra aggregato e bitume ¹	≤ 5	UNI EN 12697-11 (metodo B)

1 Nel caso in cui il valore non dovesse soddisfare i requisiti minimi richiesti, sarà necessario l'utilizzo d' idonei attivanti di adesione, nelle modalità e quantità di seguito descritte.

Aggregato fine: $D < 2\text{mm}$ e $d > 0,063\text{mm}$

L'aggregato fine è costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione, ottenuta da materiali di cava o di fiume e deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Requisiti di granulometria	$G_F 85$	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell'equivalente in sabbia	$\geq 70 \%$	UNI EN 933-8:2000

Filler

Deve provenire dalla frantumazione di rocce calcaree, oppure essere costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. In ogni caso qualunque sia la sua natura deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Passante al setaccio UNI 0,125	$> 85\%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio UNI 0,063	$> 70 \%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Punto di rammollimento (Palla e Anello)	$\Delta_{R\&B} 8/25$	UNI EN 13043 prospetto 26

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato, è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente dalla fresatura dei conglomerati bituminosi di qualsiasi strato, purché siano garantite e rispettate le seguenti condizioni:

- quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati di primo impiego;
- pezzatura massima 30 mm, selezionata tramite frantoio;
- quando la percentuale di fresato eccede il 20% della quantità totale degli aggregati, nella miscela si dovrà aggiungere legante bituminoso d' idonea penetrazione al fine di ottenere un bitume finale (miscela costituita dal bitume nuovo e dal bitume proveniente dal fresato bituminoso), rispondente alle caratteristiche dei bitumi riportati nelle tabelle di cui sotto secondo l'Allegato A della norma UNI EN 13108-1. In alternativa si potranno utilizzare additivi ACF (Attivanti Chimici Funzionali - Tabella 4.1.5) rigeneranti dopo previa approvazione da parte della Direzione dei Lavori;
- il conglomerato bituminoso finale dovrà rispondere agli stessi requisiti prestazionali della miscela bituminosa confezionata senza fresato bituminoso.
- L'Impresa esecutrice dovrà necessariamente dichiarare l'utilizzo del fresato bituminoso alla Direzione dei Lavori, presentando con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, lo studio della miscela che intende utilizzare.

LEGANTI BITUMINOSI

I leganti bituminosi semisolidi, sono quei bitumi per uso stradale costituiti da bitumi distillati tradizionali e bitumi modificati. La scelta del bitume da utilizzare, viene effettuata dalla Direzione dei Lavori, in funzione del tipo di conglomerato, del volume e del tipo di traffico che percorre la strada, dalle condizioni ambientali e stagionali.

Bitumi distillati tradizionali per uso stradale UNI EN 12591:

per il confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato un bitume distillato avente le caratteristiche riportate in Tabella

Tabella				
CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100
Penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	mm/10	50/70	70/100
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di infiammabilità (Cleveland)	UNI EN 22592	°C	230	230
Solubilità	UNI EN 12592	% (m/m)	99	99
<i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT</i>			UNI EN 12607-1:2007	
Variazione di massa	UNI EN 12607-1/3	%	± 0,5	± 0,8
Penetrazione residua a 25° C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45

Attivanti di adesione

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti minimi di affinità tra bitume e aggregato (Tabella 4.1.1), per il confezionamento dei conglomerati bituminosi sarà necessario l'utilizzo di un attivante di adesione.

Il dosaggio potrà variare secondo la natura degli aggregati e del tipo d'impiego e sarà compreso tra lo 0,2% e 0,5% sul peso del bitume.

L'attivante deve garantire il mantenimento delle proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato ad elevate temperature.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Attivanti di rigenerazione

Nel caso di utilizzo di fresato bituminoso nelle percentuali massime sopra citate, si dovranno seguire le modalità precisate nella UNI EN 13108-1. Diversamente, solo dopo che la Direzione dei Lavori avrà dato esito favorevole, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dal fresato bituminoso, potranno essere impiegati degli additivi, attivanti chimici funzionali (ACF) che dovranno soddisfare le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

Tabella			
CARATTERISTICHE	Normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	Mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 0,1

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,4 e 0,5 in peso sul bitume nuovo aggiunto, per ogni 10% di fresato impiegato.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza di ACF sarà determinata svolgendo le prove di caratterizzazione sul bitume recuperato secondo la UNI EN 12697-1 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile) e la UNI EN 12697-3 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 3: Recupero del bitume: evaporatore rotante) dal conglomerato bituminoso finale e dovranno soddisfare i parametri riportati nella seguente tabella:

Tabella				
CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100

Penetrazione residua a 25° C*	UNI EN 1426	mm/10	≥ 25	≥ 35
Punto di rammollimento (R&B)*	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45

MISCELA

La miscela per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di base, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei limiti riportati in tabella. La percentuale di bitume deve essere riferita al peso totale della miscela e compresa nel range sottoindicato (Tabella 11.7.1.G):

Tabella 11.7.1.G	
FUSO	BASE
Serie EN	% di passante
40	100 - 100
31,5	90 - 100
20	68 - 90
16	60 - 84
12,5	52 - 75
10	47 - 69
8	42 - 64
6,3	38 - 58
2	22 - 36
0,500	10 - 20
0,250	7 - 14
0,063	4 - 8
Quantità di bitume riferita al peso della miscela	3,4% - 4,3%

La quantità di bitume, in ogni caso, deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisiche-meccaniche sotto riportate (Tabella 11.7.1.H), rilevate attraverso la prova Marshall, norma UNI EN 12697-34, eseguita su provini costipati secondo la norma UNI EN 12697-30 con un' energia di compattazione pari a 75 colpi per faccia (UNI EN 13108-20):

Tabella						
REQUISITI DEL CONGLOMERATO						
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50/70	categoria	70/100	categoria
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 7,5	$S_{min\ 7,5}$	≥ 7,5	$S_{min\ 7,5}$
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	> 2,5	$Q_{min\ 2,5}$	> 2,5	$Q_{min\ 2,5}$
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	4 - 8	$V_{min4} - V_{max8}$	4 - 8	$V_{min4} - V_{max8}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	≥ 80	$ITSR_{80}$	≥ 80	$ITSR_{80}$
Caratteristiche del conglomerato dopo stesa e compattazione						

Massa volumica sulle carote rispetto alla densità Marshall	UNI EN 12697-9	%	≥ 97	≥ 97
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	4 - 10	

L'impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo dall'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso.

2.20 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento (binder) (UNI EN 13108-1)

DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è composto da una miscela di aggregati costituita da inerti di diversa natura petrografica, quali pietrischetti, graniglie, sabbie ed eventuali additivi, impastati a caldo con bitume previo essiccamento degli aggregati; la stesa verrà effettuata a caldo mediante idonee macchine vibrofinitrici.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti, formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale; essi devono essere non gelivi, duri e durevoli, privi di particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dal D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE" e applicata la norma UNI EN 13043.

Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 31,5\text{mm}$

E' costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la sua provenienza o natura petrografica, deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Tabella		
Dimensione massima	31,5 mm	
Requisiti di granulometria	$G_c 85/20$	UNI EN 13043 prospetto 2
Percentuale di superfici frantumate	$C_{50/10}$	UNI EN 13043 prospetto 9
Resistenza alla frammentazione	LA_{25}	UNI EN 13043 prospetto 11
Coefficiente di appiattimento	Fl_{20}	UNI EN 13043 prospetto 7
Coefficiente di forma	Sl_{20}	UNI EN 13043 prospetto 8
Determinazione dell'affinità tra aggregato e bitume ¹	≤ 5	UNI EN 12697-11:2006 (metodo B)

1 Nel caso in cui il valore non dovesse soddisfare i requisiti minimi richiesti, sarà necessario l'utilizzo d' idonei attivanti di adesione, nelle modalità e quantità di seguito descritte.

Aggregato fine: $D < 2\text{mm}$ e $d > 0,063\text{mm}$

L'aggregato fine è costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Requisiti di granulometria	$G_F 85$	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell'equivalente in sabbia	$\geq 70 \%$	UNI EN 933-8:2000

Filler

Deve provenire dalla frantumazione di rocce calcaree, oppure essere costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. In ogni caso qualunque sia la sua natura deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Passante al setaccio UNI 0,125	$>85\%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio UNI 0,063	$>70 \%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Punto di rammollimento (Palla e Anello)	$\Delta_{R\&B} 8/25$	UNI EN 13043 prospetto 26

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato, è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente dalla fresatura dei conglomerati bituminosi di qualsiasi strato purché siano garantite e rispettate le seguenti condizioni:

- quantità di fresato non superiore al 30% della quantità totale degli aggregati di primo impiego;
- pezzatura massima 20 mm, selezionata tramite frantoio;
- quando la percentuale di fresato eccede il 20% della quantità totale degli aggregati; nella miscela si dovrà aggiungere legante bituminoso di idonea penetrazione al fine di ottenere un bitume finale (miscela costituita dal bitume nuovo e dal bitume proveniente dal fresato bituminoso) rispondente alle caratteristiche dei bitumi riportati nelle tabelle di cui sotto secondo l'Allegato A della norma UNI EN 13108-1. In alternativa si potranno utilizzare additivi ACF (Attivanti Chimici Funzionali - Tabella 4.2.5) rigeneranti dopo previa approvazione da parte della DIREZIONE DEI LAVORI;
- il conglomerato bituminoso finale dovrà rispondere agli stessi requisiti prestazionali della miscela bituminosa confezionata senza fresato bituminoso.
- L'Impresa esecutrice dovrà necessariamente dichiarare l'utilizzo del fresato bituminoso alla Direzione dei Lavori, presentando con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, lo studio della miscela che intende utilizzare.

LEGANTI BITUMINOSI

I leganti bituminosi semisolidi, sono quei bitumi per uso stradale costituiti da bitumi distillati tradizionali e bitumi modificati. La scelta del bitume da utilizzare, viene effettuata dalla Direzione dei Lavori, in funzione del tipo di conglomerato, del volume e del tipo di traffico che percorre la strada, dalle condizioni ambientali e stagionali.

Bitumi distillati tradizionali per uso stradale UNI EN 12591:

per il confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato un bitume distillato avente le caratteristiche riportate in Tabella

Tabella

CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100
Penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	mm/10	50/70	70/100
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di infiammabilità (Cleveland)	UNI EN 22592	°C	230	230
Solubilità	UNI EN 12592	%(m/m)	99	99
<i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT</i>			UNI EN 12607-1	
Variazione di massa	UNI EN 12607-1/3	%	± 0,5	± 0,8
Penetrazione residua a 25° C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45

Attivanti di adesione

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti minimi di affinità tra bitume e aggregato, per il confezionamento dei conglomerati bituminosi sarà necessario l'utilizzo di un attivante di adesione.

Il dosaggio potrà variare secondo la natura degli aggregati e del tipo d'impiego e sarà compreso tra lo 0,2% e 0,5% sul peso del bitume.

L'attivante deve garantire il mantenimento delle proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato ad elevate temperature.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Attivanti di rigenerazione

Nel caso di utilizzo di fresato bituminoso nelle percentuali massime sopra citate, si dovranno seguire le modalità precisate nella UNI EN 13108-1. Diversamente, solo dopo che la Direzione dei Lavori avrà dato esito favorevole, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dal fresato bituminoso, potranno essere impiegati degli additivi, attivanti chimici funzionali (ACF) che dovranno soddisfare le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

Tabella			
CARATTERISTICHE	Normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	Mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 0,1

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,4 e 0,5 in peso sul bitume nuovo aggiunto, per ogni 10% di fresato impiegato.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza di ACF sarà determinata svolgendo le prove di caratterizzazione sul bitume recuperato secondo la UNI EN 12697-1 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile) e la UNI EN 12697-3 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 3: Recupero del bitume: evaporatore rotante) dal conglomerato bituminoso finale e dovranno soddisfare i parametri riportati nella seguente tabella:

Tabella				
CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100
Penetrazione residua a 25° C*	UNI EN 1426	mm/10	≥ 25	≥ 35
Punto di rammollimento (R&B)*	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45

MISCELA

La miscela per il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato di collegamento, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei limiti riportati in tabella. La percentuale di bitume deve essere riferita al peso totale della miscela e compresa nel range sottoindicato:

Tabella	
FUSO	BINDER
Serie EN	% di passante
31,5	100 - 100
20	90 - 100
16	82 - 95
12,5	70 - 87
10	63 - 80
8	57 - 73
6,3	50 - 66
2	27 - 42
0,500	10 - 20
0,250	6 - 13
0,063	3 - 7
<i>Quantità di bitume riferita al peso della miscela</i>	<i>3,85% - 4,75%</i>

La quantità di bitume, in ogni caso, deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisico-meccaniche sotto riportate (Tabella 11.7.2.H), rilevate attraverso la prova Marshall, norma UNI EN 12697-

34, eseguita su provini costipati secondo la norma UNI EN 12697-30 con un' energia di compattazione pari a 75 colpi per faccia (UNI EN 13108-20):

Tabella						
REQUISITI DEL CONGLOMERATO						
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50/70	categoria	70/100	categoria
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 10	$S_{min\ 10}$	≥ 10	$S_{min\ 10}$
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	> 3	$Q_{min\ 3}$	> 3	$Q_{min\ 3}$
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	4 - 8	$V_{min4} - V_{max8}$	4 - 8	$V_{min4} - V_{max8}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	≥ 80	$ITSR_{80}$	≥ 80	$ITSR_{80}$
<i>Caratteristiche del conglomerato dopo stesa e compattazione</i>						
Massa volumica sulle carote rispetto alla densità Marshall	UNI EN 12697-9	%	≥ 97		≥ 97	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%			4 - 9	

L'impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo dall'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso.

CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Fare riferimento al Capitolo 11.8.

PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI POSA

Fare riferimento al Capitolo 11.9.

TRASPORTO E POSA IN OPERA DELLE MISCELE BITUMINOSE

Fare riferimento al Capitolo 11.10.

1.1.2 Conglomerato bituminoso per strati di usura (UNI EN 13108-1)

- Conglomerato bituminoso per strati di usura (UNI EN 13108-1)

DESCRIZIONE

Lo strato di usura è composto da una miscela di aggregati costituita da inerti di diversa natura petrografica, quali pietrischetti, graniglie, sabbie ed eventuali additivi, impastati a caldo con bitume previo essiccamento degli aggregati; la stesa verrà effettuata a caldo mediante idonee macchine vibrofinitrici.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale; essi devono essere non gelivi, duri e durevoli, privi di particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dal D.Lgs. 16 giugno 2017, n.106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE” e applicata la norma UNI EN 13043.

Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 12,5\text{-}10\text{mm}$

E' costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la sua provenienza o natura petrografica, deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Tabella			
	Usura 0/10	Usura 0/8	
Dimensione massima	12,5 mm	10 mm	
Requisiti di granulometria	$G_c 90/20$	$G_c 90/20$	UNI EN 13043 prospetto 2
Percentuale di superfici frantumate	$C_{100/0}$	$C_{100/0}$	UNI EN 13043 prospetto 9
Resistenza alla frammentazione	LA_{20}	LA_{20}	UNI EN 13043 prospetto 11
Coefficiente di appiattimento	Fl_{20}	Fl_{20}	UNI EN 13043 prospetto 7
Coefficiente di forma	Sl_{15}	Sl_{15}	UNI EN 13043 prospetto 8
Determinazione dell' affinità tra aggregato e bitume ¹	≤ 5	≤ 5	UNI EN 12697-11:2006 (metodo B)

1 Nel caso in cui il valore non dovesse soddisfare i requisiti minimi richiesti, sarà necessario l'utilizzo d' idonei attivanti di adesione, nelle modalità e quantità di seguito descritte.

Aggregato fine: $D < 2\text{mm}$ e $d > 0,063\text{mm}$

L'aggregato fine è costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione, ottenuta da materiali di cava o di fiume e deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Requisiti di granulometria	$G_F 85$	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell'equivalente in sabbia	$\geq 70 \%$	UNI EN 933-8

Filler

Deve provenire dalla frantumazione di rocce calcaree, oppure essere costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. In ogni caso qualunque sia la sua natura deve soddisfare i seguenti requisiti:

Tabella		
Passante al setaccio UNI 0,125	$> 85\%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio UNI 0,063	$> 70 \%$	UNI EN 13043 prospetto 24
Punto di rammollimento (Palla e Anello)	$\Delta_{R\&B} 8/25$	UNI EN 13043 prospetto 26

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato, è possibile l'utilizzo di materiale fresato proveniente dalla fresatura dei conglomerati bituminosi di qualsiasi strato purché siano garantite e rispettate le seguenti condizioni:

- quantità di fresato non superiore al 20% della quantità totale degli aggregati di primo impiego;
- pezzatura massima 10 mm, selezionata tramite frantoio;
- quando la percentuale di fresato eccede il 10% della quantità totale degli aggregati; nella miscela si dovrà aggiungere legante bituminoso di idonea penetrazione al fine di ottenere un bitume finale (miscela costituita dal bitume nuovo e dal bitume proveniente dal fresato bituminoso) rispondente alle caratteristiche dei bitumi riportati nelle tabelle di cui sotto secondo l'Allegato A della norma UNI EN 13108-1. In alternativa si potranno utilizzare additivi ACF (Attivanti Chimici Funzionali - Tabella 4.3.5) rigeneranti dopo previa approvazione da parte della Direzione dei Lavori;
- il conglomerato bituminoso finale dovrà rispondere agli stessi requisiti prestazionali della miscela bituminosa confezionata senza fresato bituminoso.
- L'Impresa esecutrice dovrà necessariamente dichiarare l'utilizzo del fresato bituminoso alla Direzione dei Lavori, presentando con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, lo studio della miscela che intende utilizzare.

LEGANTI BITUMINOSI

I leganti bituminosi semisolidi, sono quei bitumi per uso stradale costituiti da bitumi distillati tradizionali e bitumi modificati. La scelta del bitume da utilizzare, viene effettuata dalla Direzione dei Lavori, in funzione del tipo di conglomerato, del volume e del tipo di traffico che percorre la strada, dalle condizioni ambientali e stagionali.

Bitumi distillati tradizionali per uso stradale UNI EN 12591:

per il confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato un bitume distillato avente le caratteristiche riportate in Tabella

Tabella				
CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100
Penetrazione a 25° C	UNI EN 1426	mm/10	50/70	70/100
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	46-54	43-51
Punto di infiammabilità (Cleveland)	UNI EN 22592	°C	230	230
Solubilità	UNI EN 12592	% (m/m)	99	99
<i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT</i>			UNI EN 12607-1	
Variazione di massa	UNI EN 12607-1/3	%	± 0,5	± 0,8
Penetrazione residua a 25° C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento (R&B)	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45

Attivanti di adesione

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti minimi di affinità tra bitume e aggregato, per il confezionamento dei conglomerati bituminosi sarà necessario l'utilizzo di un attivante di adesione.

Il dosaggio potrà variare secondo la natura degli aggregati e del tipo d'impiego e sarà compreso tra lo 0,2% e 0,5% sul peso del bitume.

L'attivante deve garantire il mantenimento delle proprie caratteristiche chimiche-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato ad elevate temperature.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Attivanti di rigenerazione

Nel caso di utilizzo di fresato bituminoso nelle percentuali massime sopra citate, si dovranno seguire le modalità precisate nella UNI EN 13108-1. Diversamente, solo dopo che la Direzione dei Lavori avrà dato esito favorevole, per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dal fresato bituminoso, potranno essere impiegati degli additivi, attivanti chimici funzionali (ACF) che dovranno soddisfare le caratteristiche chimico-fisiche sotto riportate:

Tabella			
CARATTERISTICHE	Normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	Mg/KOH/g	1,5 - 2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 0,1

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. Indicativamente possono essere utilizzate percentuali variabili tra lo 0,4 e 0,5 in peso sul bitume nuovo aggiunto, per ogni 10% di fresato impiegato.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza di ACF sarà determinata svolgendo le prove di caratterizzazione sul bitume recuperato secondo la UNI EN 12697-1 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 1: Contenuto di legante solubile) e la UNI EN 12697-3 (Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 3: Recupero del bitume: evaporatore rotante) dal conglomerato bituminoso finale e dovranno soddisfare i parametri riportati nella seguente tabella:

Tabella				
CARATTERISTICHE	normativa	TIPO DI BITUME		
		u.m.	50/70	70/100
Penetrazione residua a 25° C*	UNI EN 1426	mm/10	≥ 25	≥ 35

Punto di rammollimento (R&B)*	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45
-------------------------------	-------------	----	------	------

MISCELA

La miscela e il confezionamento del conglomerato bituminoso per strato d'usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei limiti riportati in tabella. La percentuale di bitume deve essere riferita al peso totale della miscela e compresa nel range sottoindicato:

Tabella			
FUSO	USURA 0/10	USURA 0/8	
Serie EN	% di passante	% di passante	
12,5	100 - 100	100 - 100	
10	95 - 100	100 - 100	
8	82 - 100	90 - 100	
6,3	70 - 88	80 - 95	
4	53 - 70	62 - 78	
2	35 - 50	42 - 58	
0,500	13 - 23	17 - 28	
0,125	4 - 10	5 - 13	
0,063	3 - 8	4 - 10	
<i>Quantità di bitume riferita al peso della miscela</i>		4,85% - 6,0%	
		4,85% - 6,2%	

La quantità di bitume, in ogni caso, deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisiche-meccaniche sotto riportate, rilevate attraverso la prova Marshall, norma UNI EN 12697-34:2007, eseguita su provini costipati secondo la norma UNI EN 12697-30 con un' energia di compattazione pari a 75 colpi per faccia (UNI EN 13108-20 Tabella C.1.3):

Tabella						
REQUISITI DEL CONGLOMERATO						
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50/70	categoria	70/100	categoria
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 12,50	$S_{min\ 12,5}$	≥ 12,00	$S_{min\ 10}$
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	> 3	$Q_{min\ 3}$	> 3	$Q_{min\ 3}$
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	3 - 6	$V_{min3} - V_{max6}$	3 - 6	$V_{min3} - V_{max6}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	≥ 80	$ITSR_{80}$	≥ 80	$ITSR_{80}$
<i>Caratteristiche del conglomerato dopo stesa e compattazione</i>						
Massa volumica sulle carote rispetto alla densità Marshall	UNI EN 12697-9	%	≥ 97		≥ 97	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3 - 7			

L'impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo dall'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso.

Confezionamento delle miscele

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

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

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

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e della tipologia di miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura della miscela bituminosa all'uscita del mescolatore deve essere compresa tra 140°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Temperature differenti potranno essere accettate nel caso venga utilizzato bitume modificato.

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

Preparazione delle superfici di posa

Prima di poter effettuare la stesa di uno strato di conglomerato bituminoso, è necessaria l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi specifiche caratteristiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare, oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione prenderà rispettivamente il nome di mano d' ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano d' ancoraggio si intende un' emulsione bituminosa a media o lenta rottura e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione, è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la

parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Per mano d'attacco si intende un' emulsione bituminosa a rottura media o rapida, applicata sopra uno strato di conglomerato bituminoso prima di realizzarne uno nuovo; lo scopo è di aumentare l'adesione tra i due strati sfavorendo i possibili scorrimenti.

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valori
Polarità	UN EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	% peso	45 +/- 2
Contenuto di flussante	UNI EN 1431	% peso	< 3
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12486	°E	5 – 10
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	UNI EN 12487	% peso	< 10
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1429	mm/10	70-220

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

- mano di ancoraggio 1,0 kg/m² di bitume residuo;
- mano di attacco 0,35 kg/m² di bitume residuo.

Trasporto e posa in opera delle miscele bituminose

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 135° C.

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con mezzi adeguati con ruote metalliche vibranti e/o gomma, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili..

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

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

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

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

1.1.3 Conglomerati bituminosi semiaperti, stoccabili da stendere a freddo

Questi conglomerati speciali saranno impiegati in caso di emergenza, in occasione di sgranamenti, rotture, ammaloramenti ed abbassamenti di entità ridotta che potranno verificarsi nella pavimentazione stradale.

Descrizione:

Il conglomerato semiaperto da impiegarsi a freddo sarà costituito da:

pietrischetto 8/12 mm.	30÷35%
pietrischetto 5/10 mm.	20÷25%
pietrischetto 3/5 mm.	15÷20%
sabbia 0/3 mm.	25÷30%
filler	0,5%

dopes di adesività in soluzione acquosa

bitume liquido (in genere a penetrazione 150-300) 4÷5%

Per la preparazione del conglomerato si possono impiegare i normali impianti purché gli stessi garantiscano una buona miscelazione dei materiali.

La temperatura del tamburo essiccatore - miscelatore dovrà portare gli inerti non oltre i 50°C.

Gli additivi (dopes) dovranno sottostare alle norme di cui al punto sopracitato.

I conglomerati bituminosi semiaperti dovranno, in ogni caso, rispondere ai seguenti requisiti:

- essere conservabili in cumuli per lunghi periodi di tempo;
- mantenere una sufficiente e permanente plasticità anche se sottoposti ad intemperie;
- permettere in ogni momento il loro carico, scarico, trasporto e l'applicazione a freddo su strada, anche sotto la pioggia, la neve e nella stagione invernale più fredda.

2.20.1 Prove dei materiali

Certificato di qualità

Per poter essere autorizzata a fornire i vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire - prima dell'impiego e se richiesti - al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di Qualità" rilasciati da un laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti, tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi, avranno una validità biennale; essi dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio delle forniture, il direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di qualità eventualmente richiesti e presentati dall'Impresa, si accerterà dalla rispondenza delle caratteristiche dei

materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle indicazioni dei relativi certificati di qualità in rapporto alle prescrizioni del presente Capitolato, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio - anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali, nel dosaggio dei componenti o nell'impianto ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio delle forniture derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista dal presente Capitolato.

Prove sistematiche di controllo in fase esecutiva.

L'Impresa sarà obbligata a presentarsi in ogni tempo ed i norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni di laboratori ufficiali indicati dalla stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, presso un laboratorio ufficiale indicato dalla stazione appaltante.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti: ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

1.1.4 Rappezzature

Di norma nelle rappezzature l'aggregato grosso dovrà essere della stessa natura di quello del manto preesistente.

I rappezzi dovranno essere eseguiti di regola con spargimenti di conglomerato limitato alle sole zone deteriorate o depresse.

Le zone da rivestire dovranno essere prima accuratamente pulite e liberate da tutti gli elementi ammalorati o smossi e da tutti i detriti. E' opportuno incidere la massiciata tutto all'intorno alla zona ripresa, per costituire una sicura imposta al conglomerato.

Prima della stesa del rappezzo, la superficie da rivestire sarà spalmata con emulsione bituminosa in ragione di circa 0,70 Kg. di emulsione per m² trattato. I rappezzi dovranno essere energicamente battuti con mezzi meccanici o con mazzaranghe e pestelli di ferro, così da ottenere un costipamento sufficiente ad evitare spostamenti o rimozioni di materiale da parte del traffico.

I rappezzi, a costipamento ultimato, dovranno risultare a piani e a quote esattamente corrispondenti a quelli della pavimentazione circostante, così da non alterare i profili e le sagome della strada e da risultare inavvertiti al passaggio dei veicoli dopo un breve periodo di transito.

Per i rappezzi molto vasti e per la risagomatura di massiciata, come preparazione per la successiva stesa di tappeto definitivo, si useranno di norma conglomerati del secondo tipo (precedentemente descritti).

Per queste riprese, quando siano di preparazione alla stesa di un altro manto, si dovrà usare uno strato inferiore di base o binder con successivo strato superiore d'usura in conglomerato fillerizzato, secondo il seguente diagramma:

- fornitura e stesa di emulsione bituminosa al 50% in ragione di Kg. 1,50 per m², previa accurata pulizia della massicciata;
- spargimento di pietrischetto bitumato a caldo, per uno spessore soffice di mm. 30 e della granulometria 5 - 15;
- cilindratura meccanica con compressore stradale leggero (tonn. 6 - 8);
- eventuale stesa di emulsione bituminosa al 50% a discrezione della Direzione Lavori in ragione di Kg. 1 per m²;
- spargimento di mm. 20 soffici di conglomerato bituminoso fillerizzato, costituito da graniglia della granulometria 2 - 5;
- cilindratura meccanica con compressore stradale da tonn. 6 - 8.
- Per la formazione dei manti veri e propri, si dovranno impiegare conglomerati del 3° tipo.
- La stesa del conglomerato sarà preceduta da un trattamento preliminare della pavimentazione da rivestire a mezzo di emulsione bituminosa, previa pulizia della pavimentazione stessa, mediante lavaggio con acqua a pressione o, dove ciò non sia possibile, con soffiatori o energiche ripetute scopate.

L'emulsione deve essere stesa a spruzzo, in modo da formare un velo sottile, uniforme e continuo, nel quantitativo minimo di 0,70 kg/m². Dopo la stesa dell'emulsione si provvederà a quella del conglomerato.

Requisiti di accettazione per la regolarità superficiale

La regolarità superficiale deve essere valutata mediante la misura dell'indice I.R.I. in mm/metro. Tale indice è ricavabile dalla misura accurata del profilo longitudinale della pavimentazione utilizzando un Profilometro Laser che abbia un passo di campionamento non superiore a 0,5 cm.

L'indice I.R.I. e le irregolarità per onde medie (3.3÷14 metri) e per onde corte (1÷3.3 metri) sono mediati su sezioni di 25 metri di lunghezza e devono rispondere ai seguenti requisiti:

Tratti superiori a 1 Km.

I.R.I. medio/Km < 2.5 mm./metro con una deviazione standard < 1mm./metro;

irregolarità media per onde medie (3.3÷13 m) < 5 mm. su sezioni di 25 metri. Sono ammesse al massimo 4 sezioni di 25 m. ciascuna, all'interno della sezione di 1 Km., con valori di irregolarità per onde medie superiori a 5 mm. ma inferiori a 6 mm.;

irregolarità media per onde corte (1÷3.3 m.) < 3 mm. per sezioni di 25 m. sono ammesse al massimo 4 sezioni di 25 m. ciascuna, all'interno di una sezione di 1 Km., con valori di irregolarità per onde corte superiori a 3 mm. ma inferiori a 4 mm.

Tratti inferiori a 1 Km. ma superiori a 200 metri

I.R.I. medio < 3 mm/metro con deviazione standard < 1 mm./metro;

All'interno della sezione inferiore al Km. è ammesso al massimo 2 valore (mediato su 25 m.) che abbia irregolarità per onde corte o irregolarità per onde medie rispettivamente superiore a 3 mm, ma inferiori a 4 mm. e superiore a 5 mm. inferiore a 6 mm.

Tratti inferiori a 200 metri

La regolarità sarà valutata mediante straight-edge (regolo di 3 metri di lunghezza) e saranno considerate insufficienti le sezioni in cui il valore misurato risulti superiore ai 3 mm.

N.B. Nella valutazione dei risultati occorre escludere le sezioni di 25 metri che hanno parametri di regolarità insufficiente, dovuta alla presenza di servizi ausiliari (tombini, ecc.).

Penalità per la regolarità

Qualora i valori medi, definiti in precedenza su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m., della regolarità IRI e/o delle irregolarità per onde corte e per onde medie, non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento sarà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore medio IRI fosse superiore a 6 mm/metro e/o l'irregolarità per onde corte risultasse di ampiezza superiore a 4 mm. e l'irregolarità per onde medie superiore a 6 mm. si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo e di accettazione precedentemente descritte.

Requisiti minimi di accettazione per l'aderenza

Tratti superiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (C.A.T.), misurato con apparecchiatura SCRIM ogni 10 metri di pavimentazione e mediato ogni 50 metri, deve risultare non inferiore a 55.

La macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n. 94 del 15.10.83), dovrà essere superiore a 0.45 (valore medio su tutto il tratto, con 1 misura almeno ogni 400 metri).

Non sono ammessi valori puntuali (ogni 10 metri di pavimentazione) di C.A.T. inferiori a 35 e misure di HS inferiori a 0.2.

Le misure di C.A.T. e HS devono essere effettuate tra il 15° ed il 90° giorno dell'apertura al traffico dopo il termine dei lavori di manutenzione.

Penalità per l'aderenza

Qualora il valore medio su tratte omogenee di lunghezza superiore a 200 m. sia inferiore ai valori richiesti, lo strato di rotolamento sarà penalizzato del 20%.

Qualora il valore medio del CAT e/o dell'HS siano inferiori rispettivamente a 35 e 0.2 si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato e alla sua ricostruzione.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo e di accettazione precedentemente descritto.

I valori rilevati con l'apparecchiatura SCRIM nelle condizioni di misura, per poter essere confrontati con i requisiti di accettazione sopra menzionati, devono essere riferiti ad una velocità dello SCRIM di 60 Km/h ed a una temperatura superficiale della pavimentazione di 30°C.

Tratti inferiori a 400 metri

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale potrà essere valutato con la prova del pendolo mediante almeno una misura nel tratto da valutare, ove possibile, ogni 100 metri di pavimentazione.

La macrorugosità superficiale sarà valutata mediante il sistema dell'altezza in sabbia (almeno 1 misura).

Valgono gli stessi requisiti di accettazione esposti per i tratti superiori ai 400 metri.

1.1.5 Manutenzione delle opere e collaudo

L'Appaltatore dovrà provvedere alla gratuita manutenzione del tappeto fino al momento del collaudo. Questo verrà effettuato almeno dodici mesi dopo la data di compimento delle opere. Durante il periodo di gratuita manutenzione, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, senza necessità di inviti scritti da parte della Direzione Lavori. Se però l'Appaltatore ritardasse più di tre giorni ad eseguire le riparazioni richieste con un invito particolare, la Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire direttamente le opere necessarie, a spese dell'Appaltatore.

Scaduto il periodo di gratuita manutenzione si procederà al collaudo: il manto dovrà apparire in stato di ottima conservazione, senza segni di sgretolamento, solcature, ormaie, ondulazioni, screpolature anormali con scarico regolarissimo delle acque meteoriche in ogni punto della superficie e lungo i cordoni laterali. Per quanto riguarda le ondulazioni, si procederà di nuovo al controllo delle eventuali irregolarità con l'asta di tre metri, come precedentemente detto.

Al collaudo lo spessore medio del manto, non dovrà risultare diminuito, per effetto di usura da parte del traffico, di oltre 1 mm. per anno rispetto allo spessore iniziale prescritto. Quando però i rifacimenti apportati dall'Appaltatore nel periodo in cui la manutenzione normale è a suo carico ed eseguiti per la manutenzione stessa, ammontino complessivamente, all'atto del collaudo, a più di un quinto della superficie totale della pavimentazione, la Stazione Appaltante potrà rifiutare il collaudo dell'intero manto.

All'atto della visita, il tappeto dovrà apparire in buone condizioni di manutenzione in tutte le sue parti senza abrasioni nè segni di sgretolamenti imputabili al conglomerato.

2.21 Pavimentazioni in pietra

Norme generali

Per quanto riguarda le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa DL potrà fornire all'appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, ecc.

La posa in opera della pavimentazione dovrà essere eseguita da personale specializzato.

I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.

Non saranno tollerati difetti di linea e di piano anche minimi e comunque percettibili ad occhio con accurata osservazione da ogni posizione. La posa in opera di pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi. Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo del 1,5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa, da eseguirsi conformemente alle disposizioni di progetto.

Prove sui materiali lapidei

In correlazione a quanto prescritto circa le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nel presente capitolato.

Le prove da effettuare sui materiali faranno riferimento alle seguenti normative UNI per il settore della pietra naturale e della tecnologia, distinte per cubetti e lastre.

Cubetti:

Caratteristiche oggetto di prova	Metodo di prova
Resistenza a compressione sotto carico concentrato	UNI EN 1926
Determinazione della resistenza al gelo	UNI EN 12371
Determinazione della resistenza allo scivolamento (SRV)	UNI EN 1342 APP.B
Determinazione della resistenza all'usura	UNI EN 1342 APP.C

Lastre:

Caratteristiche oggetto di prova	Metodo di prova
Resistenza a flessione sotto carico concentrato	UNI EN 12372
Determinazione della resistenza al gelo	UNI EN 12371
Determinazione della resistenza allo scivolamento (SRV)	UNI EN 1341 APP.D
Determinazione della resistenza all'usura	UNI EN 1341 APP.C

Valori per l'accettazione:

Metodo di prova secondo Norma	Valori indicativi
UNI EN 1926	
UNI EN 12372	
UNI EN 12371	
UNI EN 1342 APP.B UNI EN 1341 APP.D	
UNI EN 1342 APP.C UNI EN 1341 APP.C	

2.22 Criteri di impiego delle pavimentazioni in cubetti di pietra

Nell'esecuzione di pavimentazioni in pietra il committente si riserverà la facoltà di impiegare uno dei tipi di cubetti descritti all'art. 4.1.3 del presente Capitolato Speciale. La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- a) intensità e natura del traffico;
- b) destinazione e collocazione ambientale;
- c) motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico, come indicato nella norma UNI 11322 Rivestimenti lapidei per pavimentazioni – Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione.

2.23 Posa in opera di cubetti su sottofondo in sabbia di allettamento

La pavimentazione di cubetti dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle quote di progetto e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche. La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a meno di:

- cm 9/10 per il cubetto tipo 4/6
- cm 12/14 per il cubetto tipo 6/8
- cm 15/16 per il cubetto tipo 8/10
- cm 18/20 per il cubetto tipo 10/12
- cm 20/22 per il cubetto tipo 12/14
- cm 23/25 per il cubetto tipo 14/18

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia di allettamento, opportunamente battuto con mezzo meccanico, di spessore variabile in funzione dell'altezza del cubetto secondo le indicazioni sopra riportate, eventualmente premiscelata a secco con cemento (kg 10 circa per mq) su indicazione della D.L..

I cubetti potranno saranno posati secondo gli schemi geometrici indicati in progetto o direttamente dalla D.L.

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima di 0,5 . I cubetti devono toccarsi in prossimità del letto di sabbia.

Dopo le battiture, eseguite prima e dopo l'intasamento delle fughe con l'inerte, a mezzo di pestelli metallici del peso di almeno Kg. 20 e con la faccia di battitura corrispondente alla superficie di un cubetto, oppure con piatti vibratorii meccanici, si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati.

Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo del 1,5%.

2.24 Posa in opera di cubetti su sottofondo in graniglia di allettamento

Per la posa di cubetti su sottofondo in graniglia lo strato di allettamento sarà costituito da roccia frantumata di pezzatura 2/4 o 3/6 mm, opportunamente battuto con mezzo meccanico, di spessore variabile in funzione dell'altezza del cubetto secondo le indicazioni riportate per l'allettamento su sabbia.

I cubetti potranno saranno posati secondo gli schemi geometrici indicati in progetto o direttamente dalla D.L.

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza di 1 cm. I cubetti devono toccarsi in prossimità del letto di sabbia. L'intasamento delle fughe avverrà con lo stesso materiale impiegato per l'allettamento, avendo cura di saturare i giunti fino ad 1 cm dal piano viabile.

Dopo le battiture, eseguite prima e dopo l'intasamento delle fughe con l'inerte, a mezzo di pestelli metallici del peso di almeno Kg. 20 e con la faccia di battitura corrispondente alla superficie di un cubetto, oppure con piatti vibratorii meccanici, si procederà alla eventuale sostituzione di quei cubetti che si saranno rotti o deteriorati.

Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo del 1,5%.

2.25 Posa in opera di pavimentazione in pietra su sottofondo in sabbia e cemento

Verrà costituita una miscela a secco di sabbia e cemento in ragione di 200 kg di cemento per m3 che sarà stesa sul sottofondo a formare il letto di posa della pavimentazione a cubetti.

E' importante che detta miscela sia ben uniforme ad evitare che si abbiano a verificare nel pavimento punti a resistenza diversificata e con impermeabilità variabile.

Su tale letto verranno collocati gli elementi lapidei in condizioni asciutte; si procederà a dare alla superficie posata una prima leggera battitura (un solo passaggio con piastra vibrante). Preparata la boiaccia cementizia miscelando in parti uguali sabbia fine, cemento e acqua, la si verserà sulla superficie tirandola con spazzoloni rigidi in modo che ogni giuntura risulti riempita e vada a bagnare il sottostante letto di sabbia e cemento. Dopo un periodo di riposo (circa un'ora) si procederà alla vibratura definitiva in presenza di acqua. La superficie pavimentata andrà pulita con getto di acqua convenientemente dosato, ma meglio con segatura di legno prima bagnata e poi asciutta.

Con il sistema sopra descritto si formerà una cementazione fra l'elemento lapideo, la sigillatura esterna e lo strato inferiore di sabbia e cemento. Affinchè la presa sia assicurata è necessario che le intere operazioni di posa, battitura e bagnatura siano eseguite possibilmente in giornata e, nel caso di temperature non molto elevate, anche ogni due o tre giorni.

2.26 Posa di pavimentazioni in lastre di granito, di pietre varie e cordonature

Le lastre, i cordoni ed i binderi verranno poste in opera:

- con malta cementizia
- con letto di sabbia mista a cemento tipo R 32,5 con dosatura 200 kg per m³ d'impasto,

Le cordonature di marciapiedi, saranno formate da cordoni retti e curvi in granito, in trachite, in porfido, in calcestruzzo e in cemento vibro-compresso.

La posa di tutti i cordoni sarà fatta su cassonetto di calcestruzzo di classe 12/15 MPa (RCK \geq 15 MPa) dello spessore medio di cm 10, a meno che il sottofondo non sia costituito da misto cementato.

2.27 Sigillatura delle pavimentazioni

Per il completamento della pavimentazione di pietra naturale occorrerà eseguire la sigillatura dei giunti, secondo le seguenti modalità:

- con semplice sabbia: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe, anche in più riprese e a distanza nel tempo, sino a completa chiusura;
- con boiacca cementizia: preparata miscelando " in parti uguali sabbia fine, cemento e acqua si dovrà stendere la stessa sul pavimento preventivamente inumidito in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciare riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta. È essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa degli elementi lapidei, possibilmente ancora in giornata;
- con mastice di bitume a caldo: sulla pavimentazione battuta ma ancora aperta (o all'occorrenza lavata con getto d'acqua o aria a pressione), va versato del mastice bituminoso, preventivamente riscaldato in caldaie. L'operazione va fatta per ogni singolo elemento e cioè seguendo tutte le fughe, servendosi di una particolare tazza a beccuccio o di un imbuto appositamente predisposto. Si procede quindi alla stesura di un velo di sabbia sulla superficie;
- con emulsione bituminosa a freddo; sulla pavimentazione ancora aperta e asciutta, si stenderà a freddo l'emulsione bituminosa (55% in bitume, 40% acqua, 5% emulsionante), che si farà penetrare nelle giunture con l'aiuto di spazzoloni, fino al loro completo riempimento. Si procederà quindi alla pulitura, prima con sabbia e poi con segatura.
- e) con resina poliuretanica monocomponente: durante la posa degli elementi lapidei come ai punti precedenti si lascerà una fuga di circa cm 1 (nel caso di cubetti) e cm 2 (nel caso di binderi), tra un elemento e l'altro. Dopo la vibratura (ove prevista) si procederà ad riempire le fughe con il medesimo ghiaietto (preferibile la pezzatura 2/4) fino ad intasare i giunti a meno di un centimetro dalla superficie viabile finita. La sigillatura con resina poliuretanica monocomponente dovrà essere eseguita con apposita attrezzatura, in condizioni di clima asciutto e così dovrà essere il piano di

posa ed la graniglia di riempimento. Al fine di rendere il piano finito impermeabile all'acqua, completata la resinatura dovrà essere realizzato uno spolvero di sabbia e filler, ad intasamento delle fughe per impedire all'acqua di infiltrarsi negli strati sottostanti. Sarà possibile impiegare altri tipi di sigillanti, per esempio resine epossidiche purché collaudati, garantiti ed approvati dalla D.L. Altre procedure possono essere attivate con mastici di asfalto o con aggiunta di fibre d'acciaio o sintetiche.

Per i particolari esecutivi della posa in opera si rimanda alla pubblicazione "La posa in opera del porfido" edito da E.S.PO. e che descrive minuziosamente le varie possibilità riferite a traffico ed esigenze estetiche.

2.28 Materiale rotto o difettoso

L'Appaltatore è obbligato a sostituire, a proprie spese, le pietre difettose eventualmente rotte a seguito di impropria lavorazione e/o trasporto. La Direzione Lavori segnalerà per iscritto i difetti riscontrati e l'invito a sostituire la pavimentazione difettosa. Entro 15 giorni dalla data del ricevimento della lettera la ditta è tenuta ad adempiere a tale obbligo. Qualora, trascorso il citato termine, la ditta non avesse proceduto in proposito, la DL si riserva di far eseguire ad altre ditte la sostituzione del materiale difettoso e/o danneggiato, addebitandone l'importo alla ditta stessa.

Ove i difetti del materiale si manifestino in misura superiore al 20% dei pezzi forniti, la ditta ha l'obbligo, su richiesta della DL di sottoporre a verifica i rimanenti pezzi della fornitura, al fine eliminare a sue spese vizi, difetti, guasti e ove necessario, sostituire le parti difettose. A garanzia di tale obbligo, la DL si riserva di sospendere i pagamenti degli stati d'avanzamento.

2.29 Sottofondo di posa degli elementi lapidei

A seconda delle indicazioni progettuali o delle condizioni in sito ed a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sotto il letto di sabbia potrà essere costituito un sottofondo in cls di classe 12/15 MPa ($R_{ck} > 15$ MPa) di spessore non inferiore a cm. 10, oppure un sottofondo in ghiaia di spessore non inferiore a cm. 40. La diversa costituzione del sottofondo non comporta alcuna differenza di prezzo relativo alla posa dei cubetti.

Nel caso di rifacimento parziale della pavimentazione, limitato alla superficie dello scavo a sezione ristretta, i cubetti saranno disposti con lo schema delle superfici costituenti e in modo tale che questi schemi risultino perfettamente ripristinati; i giunti dovranno essere perfettamente sigillati con lo stesso materiale di quelli originali (sabbia, emulsione, bitume, ecc.) e i piani del vecchio e del nuovo perfettamente livellati. Nel ripristino saranno impiegati i cubetti provenienti dalla demolizione; in caso di necessità l'Appaltatore sarà tenuto alla fornitura a suo carico dei cubetti mancanti. Nel prezzo è compresa la fornitura della nuova sabbia di sottofondo, se necessaria. Sarà compreso nel prezzo il trasporto del materiale di scarto alle PP.DD.

2.30 Acciottolati

L'acciottolato verrà eseguito normalmente con ciottoli comuni sani, di natura resistente, arrotondati, delle dimensioni stabilite dalla Direzione Lavori tra le pezzature 4/6, 6/8, 8/10, 12/15. Verranno posati a mano secondo le geometrie a scelta della D.L. ed annegati per circa due terzi della lunghezza su allettamento dello spessore minimo di cm 8 eseguito in sabbia a granulometria idonea o sabbia a granulometria idonea premiscelata a secco con cemento tipo R32,5 nel corretto dosaggio. I ciottoli dovranno essere posati a giunti ravvicinati e con superficie superiore il più possibile complanare nonché

opportuno declivio per lo smaltimento delle acque superficiali. Verranno poi bagnati con acqua, battuti a mano o meccanicamente ed intasati con sabbia o biacca di sabbia e cemento a secondo delle disposizioni della D.L.

Qualora si debba ripristinare un acciottolato pre-esistente nel prezzo di elenco è compresa la cernita e il reimpiego dei ciottoli vecchi. Nel prezzo per la rimozione di acciottolato è compreso il carico ed il trasporto dei materiali ai depositi indicati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà avere cura di caricare e trasportare i ciottoli non misti a materiale terroso.

Nel prezzo per la demolizione e rifacimento di acciottolato si intende compresa: la fornitura della nuova sabbia di sottofondo in ragione di cm 8 di spessore; inoltre l'uso di ciottoli derivanti dalla demolizione con l'integrazione, per quelli mancanti, con ciottoli vecchi forniti dal Comune, da ritirarsi dai depositi comunali oppure con ciottoli nuovi da pagare in fornitura.

Nel caso di rifacimento parziale dell'acciottolato, limitato alla superficie dello scavo a sezione ristretta, i ciottoli dovranno essere posati a regola d'arte; il piano del ripristino dovrà risultare leggermente più alto dei piani circostanti, in modo che ad assestamento avvenuto, i piani si presentino perfettamente livellati.

Nel ripristino saranno impiegati i ciottoli provenienti dalla demolizione; in caso di necessità, l'Appaltatore sarà tenuto alla fornitura a suo carico dei ciottoli mancanti. Nel prezzo è compresa la fornitura della nuova sabbia di sottofondo, se necessaria.

Sarà compresa anche nel prezzo la sabbia per la saturazione, il carico, il trasporto del materiale di scarto alle PP.DD.

2.31 **Marciapiedi**

I marciapiedi potranno essere realizzati secondo la pavimentazione a seguire:

2.32 **Pavimentazione bituminosa**

In conglomerato bituminoso colorato; in conglomerato bituminoso. I manti in conglomerato non potranno essere stesi in assenza di una vera e propria fondazione.

La pendenza trasversale, per favorire il regolare smaltimento delle acque meteoriche anche in caso di deformazioni, potrà raggiungere il 4%.

Dovrà essere eseguita una fondazione in calcestruzzo di cemento dello spessore compreso minimo di cm. 10, con sottostante strato di misto stabilizzato di spessore cm. 8 post rullatura. Nel getto dovrà essere conglobata idonea armatura costituita da rete elettrosaldata ϕ 6 mm., maglia 10 cm. Il calcestruzzo per la soletta di fondazione dovrà essere di classe C16/20.

Dovranno essere posati i giunti di dilatazione, uno ogni tre metri di marciapiede eseguito, che dovranno essere ricoperti prima della stesa del tappeto, con pietrischetto bitumato oppure con bitume preventivamente riscaldato.

La stesa del manto che dovrà avere uno spessore finale compreso non superiore a 2-3 cm., dovrà essere eseguito secondo le modalità prescritte per la stesa dei tappeti stradali. In particolare, considerata la

limitata azione di costipamento esercitata dal traffico pedonale, si dovranno adottare prolungate rullature a mezzo di piccoli rulli di facile manovrabilità.

2.33 Pavimentazione in calcestruzzo

Dovrà essere eseguita con le stesse modalità del punto precedente, una fondazione in calcestruzzo compresso di cm. 8 e da sovrastante strato di malta di cemento, sp. cm. 2, con spolvero di cemento puro e graniglia fine, finito a frattazzo rustico o bocciardato.

In alternativa la Direzione Lavori autorizzerà l'esecuzione del marciapiede in un unico strato di calcestruzzo di sp. cm. 10, fatte salve le stesse modalità di finitura superficiale.

Il calcestruzzo per la soletta di fondazione dovrà essere di classe C20/25.

2.34 Pavimentazione in pietra naturale

In piastrelle di porfido, di quarzite o altre pietre naturali:

- le piastrelle saranno messe in opera su letto di malta con dosatura a 400 kg di cemento per ogni m3 di sabbia. Dovrà inoltre essere eseguita la sigillatura e stuccatura di giunti con malta cementizia a ricco tenore di cemento;
- la pulizia delle parti in vista del materiale (fatta con segatura di legno), deve essere eseguita appena ultimata la posa. Inoltre la sabbia per l'impasto dovrà essere molto fine e, se necessario, opportunamente lavata;
- le pietre naturali, a scelta della Direzione Lavori, avranno forma pressochè poligonale e saranno poste in opera ad opus incertum con le modalità descritte nei precedenti paragrafi.

I giunti potranno essere posati e stilati.

Le pavimentazioni in pietra naturale dovranno, inoltre, essere posate su sottofondo in calcestruzzo di classe C 16/20 compreso di cm. 10 con sottostante strato di misto stabilizzato di spessore cm. 8

2.35 Pavimentazione in masselli autobloccanti

In masselli di calcestruzzo ad alta resistenza di forma adeguata a diffondere le azioni orizzontali a più di un massello adiacente, indipendentemente dal modo di posa, di spessore 6÷8 cm, eventualmente dotati di superficie antiusura a base di quarzo per almeno 5 mm.

I masselli dovranno essere rispondenti alla norma UNI EN 1338 e riportare la marcatura CE ai sensi della Direttiva 89/106 CE.

Dovranno essere posati su letto di sabbia dello spessore di 3-5 cm. con sottostante sottofondo in misto stabilizzato e ghiaia di opportuno spessore ovvero lastra di calcestruzzo ovvero misto cementato.

Dopo la posa si procederà alla sigillatura con sabbia fine vagliata fino all'intasamento.

2.36 Pavimentazione in mattoni di cotto

In mattoni di cotto conformato a sestini del tipo "Mattonforte" della RDB o equivalenti, comunque preventivamente approvati dalla Direzione lavori.

La dimensione dei listelli è di cm. 25x6x6.5, il colore di norma è il classico rosato; altri colori saranno preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le caratteristiche tecniche del prodotto dovranno essere tali da rispettare i limiti prestazionali determinati con la metodologia di prova UNI :

TIPO DI PROVA	NORMA DI RIFERIMENTO	LIMITE DI ACCETTAZIONE	VALORE RICHIESTO
Durezza superficiale	EN 188 UNI EN 101	Maggiore di 3	4
Resistenza all'abrasione	EN 188 UNI EN 102	Minore di 2365	Minore di 1650
Resistenza al gelo	EN 188 UNI EN 202	Non gelivo	Non gelivo

I listelli dovranno essere posati di coltello per lo spessore di cm. 6.5 e disposti con l'asse maggiore secondo il senso trasversale del marciapiede.

La pavimentazione dovrà essere posata su sottofondo di calcestruzzo a dosatura di 250 kg di cemento per m3 d'impasto dello spessore compresso di cm. 10, con sottostante strato di misto stabilizzato di cm. 8 cilindrato. Nel getto dovrà essere conglobata idonea armatura costituita da rete elettrosaldata Ø 6 mm, maglia 10 cm.

I listelli verranno posati su malta di collegamento (spessore minimo cm. 1) con dosaggio di cemento a 4 quintali per m3 di impasto e sigillati con sabbia fine vagliata fino all'intasamento.

Nel caso che il marciapiede venga realizzato su strada in ciotoli, sia i mattoni che i ciotoli dovranno essere vibrati con le seguenti modalità:

- se vibrati insieme, mattoni e ciotoli, si dovrà stendere un tappetino di caucciù su entrambi;
- se vibrati in due periodi distinti, sui sestini andrà posato il tappetino di caucciù, quindi interposta una spondina di legno tra i ciotoli e i mattoni, di seguito vibrati i ciotoli.

2.37 Apparecchiature idrauliche

2.37.1 Saracinesche ed accessori

Le saracinesche utilizzate saranno saracinesche flangiate a cuneo gommato per il sezionamento dell'acqua. Diametri da DN da 40 a 300mm (corpo ovale); da 40 a 400mm (corpo piatto). Pressione di funzionamento ammissibile PFA 16 bar. Flangiatura PN 10 e/o 16; corpo ovale o piatto. Disponibile a corpo ovale PFA 25 bar per diametri da DN 65 A 200 mm.

Corpo e coperchio in ghisa sferoidale minimo GS400-15 EN1563; rivestimento integrale in polvere epossidica applicata a caldo, di spessore minimo 250 micron in conformità alla UNI EN 14901. Corpo a

passaggio totale sul diametro nominale. Connessione tra corpo e coperchio realizzata con sistema ad autoclave senza bulloni. Albero di manovra almeno in acciaio inox al 13% di cromo, realizzato in unico pezzo forgiato e rollato a freddo; boccole di tenuta in materiale non deformabile realizzate in unico pezzo. Tenuta secondaria ottenuta a mezzo di due O-Ring, le cui sedi non devono essere ricavate nell'albero di manovra.

Rondelle antifrizione inferiore e superiore per facilitare la rotazione.

Madrevite dell'albero in lega di rame, non solidale al cuneo.

Cuneo in ghisa sferoidale minimo GS400-15 EN1563 internamente forato e completamente rivestito, compresa la sede della madrevite ed il foro di passaggio, in elastomero EPDM vulcanizzato atossico.

Cuneo con singola linea di tenuta e guide di scorrimento laterali rivestite in materiale antifrizione non rimovibile per diametri superiori a 50 mm.

Senso di chiusura orario (antiorario opzionale). Otturatore e organo di manovra sostituibili senza smontare la saracinesca dalla condotta; tenuta secondaria sostituibile con saracinesca in pressione. Temperatura di stoccaggio ammissibile $-20^{\circ} \div 70^{\circ}\text{C}$; temperatura ammissibile in esercizio $0^{\circ} \div 40^{\circ}\text{C}$.

Prodotta in stabilimento europeo certificato a norma ISO9001 e conforme alle norme EN1074-1 e 2, e ISO7259. Scartamento standard secondo ISO5752-14 (corpo piatto) o 15 (corpo ovale); flange di collegamento forate secondo EN1092-2 e ISO7005-2.

Materiali conformi al trasporto di acqua potabile secondo DM174 per le parti applicabili.

Il produttore dovrà fornire certificati attestanti l'avvenuto collaudo idraulico del corpo e della tenuta secondo la norma EN1074 e EN12266 e documentazione relativa al ciclo di verniciatura adottato. Il fornitore dovrà inoltre esibire certificazione in merito alla conformità alla EN1074 e alla EN 14901 rilasciata da organismo di parte terza accreditato secondo ISO 17065.

Marcatura conforme a EN19: DN, PN, tipo di ghisa, marchio del produttore; inoltre senso di chiusura, anno e mese di produzione, numero di serie e norma EN1074.

Saracinesca fornita ad albero nudo; opzionalmente disponibili: cappellotto, manicotto, asta, volantino, indicatore di posizione.

2.37.2 Sfiati automatici acquedotto

Gli sfiati automatici dovranno essere del tipo a galleggiante per pressione di esercizio di 10 bar; saranno realizzati in ghisa sferoidale con verniciatura epossidica e dotati di galleggiante sferico in acciaio inox rivestito in resine elastomeriche. Gli sfiati saranno posti in opera, nei punti prefissati, in apposito pozzetto munito di chiusino in ghisa carrabile. Essi saranno collegati al sommo delle tubazioni con tronchetto flangiato munito di valvola di intercettazione. Dovranno risultare a quota conveniente entro il chiusino in modo da poter facilmente ispezionare e manovrare la valvola ed il rubinetto di intercettazione.

Per la posa e la sistemazione del chiusino e relativa base d'appoggio valgono le istruzioni precedenti.

L'attacco sulla condotta dovrà essere effettuato nei punti di culmine della stessa e sempre diretto verticalmente verso l'alto.

2.37.3 Sfiati automatici fognatura

Gli sfiati automatici a tre funzioni dovrà garantire il buon funzionamento delle reti fognarie in pressione svolgendo le funzioni di degasaggio della condotta. Dovrà essere in ghisa sferoidale con verniciatura a polvere epossidica e dotati di:

- Nipplo e curva di evacuazione in polipropilene
- Sede dell'otturatore in acciaio inox
- Bloccaggio e sede guarnizione in acciaio inox
- Otturatore foro maggiore in polipropilene
- Manicotto di guida in acciaio inox
- Galleggiante e asta di collegamento in acciaio inox
- Guarnizioni di tenuta del boccaglio in NBR

Bulloneria e rubinetto di controllo in acciaio inox

Gli sfiati saranno posti in opera, nei punti prefissati, in apposito pozzetto munito di chiusino in ghisa carrabile. Essi saranno collegati al sommo delle tubazioni con tronchetto flangiato munito di valvola di intercettazione. Dovranno risultare a quota conveniente entro il chiusino in modo da poter facilmente ispezionare e manovrare la valvola ed il rubinetto di intercettazione.

Per la posa e la sistemazione del chiusino e relativa base d'appoggio valgono le istruzioni precedenti.

L'attacco sulla conduttura dovrà essere effettuato nei punti di culmine della stessa e sempre diretto verticalmente verso l'alto.

2.37.4 Giunti antisfilo

I giunti antisfilo in acciaio flangiato ed idonei per acqua potabile, con guarnizione tronco-conica e con rivestimento anticorrosivo interno ed esterno con RILSAN.

2.37.5 Giunti compensatori

I giunti compensatori in acciaio per la compensazione assiale con deflettore interno flangiati ed idonei per acqua potabile, con guarnizione tronco-conica, con rivestimento anticorrosivo interno ed esterno con RILSAN con disallineamento consentito fino a 50mm.

2.37.6 Idranti

Gli idranti sottosuolo saranno con corpo a scatola ed attacco a baionetta in ghisa, albero in ottone trafilato di grande resistenza, madrevite, sede della valvola e della baionetta normale complete di coperchietto e catenella. Essi saranno catramati a caldo internamente ed esternamente.

Saranno posti in opera inserendo orizzontalmente sulla condotta apposito pezzo a T; la bocca inferiore dell'idrante verrà collegata al T mediante curva provvista di piedino e di raccordo di prolungamento; sotto il piede della curva sarà posto un appoggio in calcestruzzo.

Le profondità di posa saranno quelle indicate in progetto e dalla DD.LL. - Ogni idrante dovrà essere provvisto del certificato di prova a 16 atm. eseguita nello stabilimento di produzione; verrà alloggiato in apposito chiusino stradale in ghisa H = 30 cm. e dovrà essere corredato di scarico automatico antigelo.

Per l'appoggio ed il fissaggio del chiusino stradale valgono gli stessi criteri adottati per le saracinesche.

Gli idranti antincendio soprassuolo dovranno essere del DN 80 a rottura prestabilita completamente prodotti in ghisa sferoidale GS 500-7, caratteristiche meccaniche e dimensionali secondo la norma UNI 9485 due attacchi a vite DN 70 UNI 810 protetti da tappi a cappellotto, asta di manovra, prolunga e bulloneria in acciaio inox, tenuta superiore a mezzo 2 O-Ring, cappellotto di manovra superiore pentagonale. Le semiflange di rottura fra la parte superiore ed inferiore in ghisa sferoidale devono permettere l'orientamento delle prese su 360° e il ripristino e la manutenzione senza effettuare scavi. Tutti i particolari saranno estraibili dall'alto.

Il gruppo di otturazione monoblocco sarà completo di sistema di svuotamento automatico; la sede otturatore sarà in bronzo e l'otturatore a doppio effetto anti colpo d'ariete e antivibrazione, in ghisa sferoidale rivestito con gomma nitrilica vulcanizzata.

La verniciatura sarà effettuata con primer di fondo, internamente ed esternamente, lacca poliuretanica rossa RAL 3000 per il corpo superiore e vernice epossidica nera per la parte sottosuolo e dovrà garantire il massimo grado di aderenza secondo le norme UNI 8574/6 84.

2.37.7 Fontanelle

Le fontanelle saranno in ghisa del tipo Milano con esecuzione pesante o leggera o del tipo tonda, complete di bacinella, griglia e rubinetto a getto continuo con dispositivi antigelo; saranno poste in opera secondo le indicazioni della DD.LL.

2.37.8 Contatori tipo Woltmann

I contatori tipo Woltmann saranno, a seconda delle prescrizioni a mulinello ad asse orizzontale oppure verticale, per acqua fredda, omologati secondo norme CEE classe B, con lettura diretta su numeratore a rulli con un minimo di 6 cifre, dotati di orologeria antiappannamento sottovuoto orientabile su 360° e predisposta per testina emettitrice di impulsi.

Il blocco di misura sarà interamente estraibile con mulinello e tutte le parti a contatto con l'acqua realizzate in materiali inossidabili; la trasmissione del movimento dal mulinello all'orologeria sarà in corpo protetto dal flusso e munita di giunto magnetico.

Il corpo sarà realizzato in ghisa con dimensioni secondo Norme ISO e flangiatura PN 16.

2.37.9 Valvole idrauliche automatiche a membrana per scarichi di fondo rete

Le valvole idrauliche a membrana saranno del tipo con comando da elettrovalvola pilota a tre vie con solenoide bistabile (funzionamento a impulsi) funzionante alla tensione di 12 V.CC. e complete, per il circuito pilota, di filtro d'ingresso, valvola di intercettazione e raccordi vari il tutto perfettamente cablato e pronto all'uso.

La valvola principale sarà del tipo a globo azionata idraulicamente tramite otturatore a diaframma in polyisoprene rinforzato in nylon completo di molla e piattello di sostegno in acciaio inox; il corpo valvola sarà in ghisa tipo ASTM A 126 classe B con sopra-verniciatura a forno con resine poliesteri. La valvola dovrà inoltre essere in grado di operare con pressioni massime di 16 bar ad una temperatura massima di 40°. Le flange e gli ingombri dovranno essere conformi agli standard internazionali ISO/DIN. Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione dovranno essere possibili senza la rimozione della valvola dalla tubazione.

2.37.10 Valvola idraulica di regolazione con funzione di sostegno pressione

Le valvole idrauliche di regolazione saranno del tipo a doppia camera separata, con coperchio e corpo realizzati in ghisa, idonee ad operare con una pressione massima di 16 bar, flangiatura UNI PN 16, attuatore centrale a disco con albero e molla di bilanciamento in AISI 304, membrana in gomma rinforzata con nylon, sedi di tenuta rimovibili in bronzo con guarnizioni in BUNA-N.

Il circuito pilota avrà la funzione aprire la valvola principale (normalmente chiusa) tramite un comando elettrico proveniente da sonde di livello poste in una vasca di stoccaggio mantenendo accuratamente costante la pressione a monte in modo tale che non discenda al di sotto di un valore minimo pre-impostato; la valvola sarà in grado di modulare la portata erogata all'interno del campo di pressione assegnato.

Il circuito ausiliario sarà dotato di: tubetti in ottone, valvola a sfera di ingresso e uscita, filtro, valvola a spillo, pilota di regolazione in bronzo, manometro di controllo, elettrovalvola di comando con solenoide funzionante a 24 V ca.

2.37.11 Valvole automatiche a farfalla

Valvola a farfalla biflangiata per il sezionamento dell'acqua con possibilità di flusso in entrambe le direzioni. Pressione di funzionamento ammissibile PFA 10-16-25-40 bar. Diametri da DN da 150 a 2000 mm. Flangiatura PN 10-16-25-40. Prodotta in stabilimento europeo certificato a norma ISO9001 e conforme alle norme EN1074-1 e 2, EN593. Senso di chiusura orario. Piedini di appoggio sia sul lato superiore che inferiore. Corpo e disco in ghisa sferoidale GS500-7 secondo EN 1563. Sede di tenuta realizzata mediante anello in acciaio inox AISI316L fissato per rollatura a freddo senza saldatura sul corpo preventivamente protetto da rivestimento epossidico. Alberi in acciaio inox AISI420B. Boccole in bronzo. Guarnizioni albero di manovra costituite da elemento di tenuta a base di PTFE con O-ring esterno e doppi O-ring interni oppure da doppi O-ring interni e doppi O-ring esterni. Coperchio di chiusura con tenuta O-ring sul mozzo posteriore con integrato il sistema di bloccaggio opzionale dell'albero posteriore per il mantenimento del disco in posizione completamente aperta o completamente chiusa, durante l'eventuale necessità di smontaggio del riduttore di coppia con valvola in pressione. Disco a doppio eccentrico con guarnizione di tenuta idraulica di tipo completamente automatico in EPDM e ghiera premiguarnizione in acciaio INOX AISI 316L, oppure in acciaio al carbonio rivestito con protezione epossidica. I mozzi sul disco per l'alloggiamento degli alberi dovranno essere con foro cieco non passante, realizzato in fase di fusione. Corpo, disco, coperchio del mozzo posteriore, e ghiera premiguarnizione in acciaio al carbonio dovranno essere protetti integralmente con verniciatura a polveri epossidiche, spessore minimo 250 micron in conformità alla EN 14901. Viteria interna ed esterna in acciaio inox A2. Temperatura di stoccaggio ammissibile $-20^{\circ} \div 70^{\circ}\text{C}$; temperatura ammissibile in esercizio $0^{\circ} \div 40^{\circ}\text{C}$. Scartamento valvola secondo le norme EN 558 e ISO 5752-14. Flange di collegamento forate secondo EN 1092-2 e ISO 7005-2. Marcatura della valvola conforme a EN19: DN, PN, tipo di ghisa, marchio del produttore; inoltre senso di chiusura, data di fusione, codice prodotto.

Il riduttore di coppia primario sarà del tipo a vite senza fine e ruota elicoidale con efficienza del cinematismo atta a garantire l'irreversibilità meccanica. Per rapporti di riduzione maggiori, sarà ammessa una riduzione aggiuntiva realizzata a mezzo di ingranaggi conici, cilindrici o epicicloidali. Tutti gli ingranaggi della catena cinematica dovranno essere in metallo. La cassa ingranaggi sarà realizzata in ghisa tipo GJL 250 – EN 1561. Le spinte radiali indotte sulla vite senza fine saranno supportate da appositi cuscinetti auto-lubrificanti. La cassa ingranaggi sarà permanentemente lubrificata con una adeguata quantità di olio o grasso e dovrà garantire la tenuta in tutte le configurazioni di installazione. Il riduttore avrà una flangia di accoppiamento alla valvola in accordo alle UNI EN ISO 5211, con guarnizione piana di tenuta, e flangia

di accoppiamento in accordo alle UNI EN ISO 5210 per idonea installazione del tubo protettore dell'asta di manovra. Il riduttore sarà dotato di boccola di trascinamento estraibile alloggiata nella base. Non è ammesso, nella realizzazione delle parti soggette a tensioni, l'uso dell'alluminio o materiali plastici. Il riduttore sarà provvisto di targhetta metallica inamovibile, con riportati i principali dati del riduttore: costruttore, modello, rapporto di riduzione, numero di serie, coppia max in uscita, campo di temperatura ambiente e grado di protezione. La soluzione con ruota condotta elicoidale deve essere con corona lavorata su 360°. Finecorsa meccanici in apertura/chiusura internamente protetti, senza viti di regolazione esterne. In sostituzione dell'indicatore meccanico di posizione, il riduttore sarà dotato di un coperchio a tenuta stagna. Il riduttore dovrà essere protetto da idoneo rivestimento in resina epossidica. Volantino di manovra in acciaio stampato. Grado di protezione IP 68-8 in accordo alla EN 60529.

I Materiali impiegati dovranno essere conformi al trasporto di acqua potabile secondo DM174 per le parti applicabili; in particolare il produttore dovrà fornire certificazione di alimentarietà, per ogni miscela di elastomero e per ogni vernice utilizzata, rilasciata da laboratorio di analisi di primaria importanza, avente sede in Italia e/o Unione Europea, attestante la conformità alle disposizioni del Decreto Ministeriale n. 174 del 06/04/2004. Il fornitore dovrà produrre certificazione in merito alla conformità alla EN 1074 (Certificato di Prodotto) ed alla UNI EN 14901 rilasciata da organismo terzo accreditato secondo EN 17025 e che abbia sottoscritto l'accordo "European Cooperation for accreditation (EAC)". La certificazione di prodotto dovrà espressamente riportare nome del produttore ed ubicazione del sito produttivo. È facoltà della committenza subordinare l'accettazione della fornitura al collaudo specifico delle apparecchiature presso lo stabilimento di produzione alla presenza della committenza stessa e/o della Direzione Lavori. La fornitura dovrà essere accompagnata da certificato di collaudo 3.1 secondo la UNI EN 10204. Il produttore dovrà fornire certificato del Sistema di gestione Qualità ISO 9001:2015 e Certificato del Sistema di gestione ambientale ISO 14001:2004 rilasciati da organismo di parte terza accreditato secondo EN 17021.

2.37.12 Valvole di ritegno a membrana tipo IDROSTOP

Le valvole di ritegno a membrana saranno tipo IDROSTOP. Queste saranno realizzate in ghisa GG25 con flange forate secondo le norme UNI 2278-67 PN 16 idonee ad una pressione di esercizio massima di 16 bar, rivestimento interno ed esterno in resina epossidica.

La valvola sarà costituita internamente da un ogiva centrale fissa realizzata in materiale plastico e da una membrana elastica mobile di tenuta in EPDM per attutire il colpo d'ariete. Le viti interne saranno in acciaio inox, quelle esterne in acciaio zincato.

2.37.13 Valvole di ritegno tipo a CLAPET acquedotto

Le valvole di ritegno orizzontali a battente saranno del tipo a CLAPET. Queste saranno realizzate in ghisa GG25 con flange forate secondo le norme UNI 2278-67 PN 16, atte per una pressione massima di esercizio di 16 bar, rivestimento interno ed esterno in resina epossidica.

Il corpo battente sarà realizzato ghisa con tenuta di gomma, la sede sul corpo sarà realizzata in ottone, l'albero in acciaio inox. Le viti interne saranno in acciaio inox, quelle esterne in acciaio zincato.

2.37.14 Valvole a CLAPET di linea fognatura

Queste saranno realizzate in poliestere o pvc rinforzato, le metallerie in acciaio inox AISI 316, per l'accoppiamento su tubi di qualsiasi materiale (PVC, PEAD, PRFV, GRES, GHISA, ecc.) per mezzo di giunti multidiametrali MSC.

Tappo di ispezione e pulizia e tenuta idraulica 6 m di acqu con guarnizione di tenuta in EPDM.

2.37.15 Valvole a CLAPET IN PEAD fognatura

Queste saranno realizzate in polietilene con metallerie in acciaio inox, per accoppiamento a parete verticale, battente verticale, tenuta di 0.5 bar e guarnizione di tenuta lungo tutto il perimetro in EPDM.

Le viti interne saranno in acciaio inox, quelle esterne in acciaio zincato.

2.37.16 Valvole a CLAPET IN ACCIAIO fognatura

Queste saranno realizzate in in acciaio inox con metallerie in acciaio inox, per accoppiamento a parete verticale, battente verticale, tenuta del carico idraulico di 6 m con telaio a struttura autoportante e guarnizione di tenuta in EPDM.

Le viti interne saranno in acciaio inox, quelle esterne in acciaio zincato.

2.38 Attrezzatura well-point

Per consentire l'esecuzione di opere in presenza di falde freatiche, l'Appaltatore potrà utilizzare uno o più gruppi well-point, documentando la richiesta che sarà sottoposta alla Direzione dei lavori per l'approvazione. L'impianto dovrà essere dimensionato ed installato in modo tale da consentire un perfetto prosciugamento delle zone di lavoro e sarà composto da uno o più gruppi così costituiti:

1. una motopompa aspirante con diametro da 6" o 10" del tipo centrifugo con relative pompe a vuoto (e pompa di scorta);
2. un impianto di aspirazione e scarico;
3. un impianto costituito da punte infisse nel terreno in numero adeguato alla motopompa (50-70 punte) e al gruppo di aspirazione e scarico.

Il complesso dovrà funzionare in modo continuo per tutto il tempo necessario agli scavi, all'esecuzione delle fondazioni, al consolidamento dei getti, alla posa di cavi e tubazioni per fognature, all'esecuzione di opere di impermeabilizzazione ed eventuali sottopassaggi ed al completamento di struttura sovrastanti, nonché per l'esecuzione di altri eventuali lavori che potranno essere effettuati, su richiesta della Stazione Appaltante, anche da altre Imprese. Il prezzo di elenco dovrà compensare l'installazione del cantiere operativo, il noleggio di funzionamento, di un gruppo con motopompa aspirante, l'infissione e lo sfilamento delle punte aspiranti nell'ambito del cantiere, la formazione dei dreni speciali attorno alle punte per evitarne l'intasamento, l'allontanamento dell'acqua aspirata ai punti di scarico stabiliti in accordo con la Direzione dei lavori, il carico e l'allontanamento degli attrezzi e dei macchinari, nonché la pulizia del cantiere a fine lavori. Sono pure compresi nel prezzo gli oneri per la fornitura di carburante (o energia elettrica) e lubrificante per il macchinario, l'assistenza all'installazione ed al funzionamento dell'impianto, la manovalanza per il rifornimento di carburante ai motori, la sorveglianza notturna, le prestazioni di specialisti e meccanici, l'eventuale utilizzo di trivella e la formazione di prefiltri e quanto altro necessario per il perfetto funzionamento del complesso. I calcoli di definizione dell'interasse delle punte sono a carico dell'appaltatore e compresi nel prezzo. L'altezza di falda da abbattere è di circa 4 - 5 metri. L'uso del sistema wellpoint dovrà essere autorizzato dalla DL.

L'elenco prezzi evidenzia tre voci differenti:

1. Noleggio dell'impianto per i primi 10 giorni;

2. Noleggio dell'impianto già installato per i successivi giorni oltre i primi 10;
3. Spostamenti successivi per seguire lo scavo (ogni 50 punte) – escluso il nolo.

2.39 Cartello segnalazione tubazione

Per la segnalazione della presenza della tubazione interrata, si dovrà utilizzare un supporto in alluminio estruso bifacciale, dimensioni minime 30 cm x 18 cm, spessore 25/10, scatolatura complessiva di 16 mm in lega di alluminio 6060 t5, completo di staffa di ancoraggio su palo in acciaio inox DN minimo 40 mm., H = 2,00 ml. fuori terra, posato tramite

massetto di ancoraggio in cls. Su entrambe le facce

sarà applicata una pellicola in pvc stampata in

serigrafia o in alternativa una pellicola rifrangente

in classe 1 garantita 7 anni con le medesime modalità di stampa, riportante la scritta "ACQUEDOTTO" o "FOGNATURA, il logo, il telefono e la freccia rivolta verso il basso;

2.40 Rischio amianto

Ogni qual volta si debba operare su materiali in fibro-amianto si dovrà procedere secondo quanto descritto:

La rimozione (è vietato l'uso di attrezzature elettriche ed ad alta velocità) avverrà con irrorazione delle aree da rimuovere con flusso di acqua o con fissativo apposito. I dispositivi di protezione individuali previsti sono i seguenti: Tuta in Tyvek monouso completa di cappuccio; mascherina monouso tipo Bilson 2293 EN 149 CEE 930194 - protezione P3; occhiali in gomma; stivali in gomma. Il materiale di risulta e i D.P.I. monouso andranno inseriti in apposito sacchetto sigillato, per poi essere smaltiti in discarica autorizzata, comprese tutte le pratiche amministrative (piano di lavoro e richiesta benessere ASL) necessarie per operare in presenza di amianto (D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81).

Nel prezzo sono comprese tutte le pratiche amministrative (piano di lavoro e richiesta benessere ASL) necessarie per operare in presenza di amianto (D.Lgs. 9 aprile 2008, n.81) e tutti gli oneri per il trasporto e smaltimento della materiale in discarica autorizzata.

2.41 Verniciatura pozzetti

La protezione dei getti in calcestruzzo e dei riempimenti delle camerette eseguite in opera (nuove) andrà eseguito con rivestimento impermeabilizzante monocomponente applicabile allo stato fluido a base di elastomeri poliuretano-catrame igroindurenti (moisture curing, tipo ELASTOSTAR K della MPM o equivalente). Il materiale ha le seguenti caratteristiche:

- Permette di realizzare sia in orizzontale che in verticale uno strato esente da giunzioni, altamente elastico e con spessori superiori a 1 mm.
- Ottima resistenza all'acqua ed impermeabilità al vapore acqueo.
- Buona resistenza agli agenti atmosferici anche in zone industriali e marine.
- Resistenza alle soluzioni acide, alcaline, saline, ai fumi e vapori aggressivi.
- Ottima resistenza ai componenti del terreno.
- Applicabile a partire da +5°C sul supporto.

- Temperature di esercizio da -30°C a +90°C (in aria), +35°C (in immersione).
- Rivestimento anticorrosivo, impermeabilizzante, elastico per opere in calcestruzzo: canali, tubazioni, vasche, impianti di depurazione, esterno di canalizzazioni e condutture interrate, ecc.
- Impermeabilizzazione fondazioni, giardini pensili, parcheggi sotterranei, murature controterra, ec
- Rivestimento interno di digestori per la produzione di bio-gas.
- Impermeabilizzazione di canali di gronda e converse.

Prodotto monocomponente pronto all'uso dopo omogeneizzazione per applicazione a pennello o spazzolone o a spruzzo airless. Il materiale deve essere applicato in due strati con uno spessore complessivo attorno a 1000 micron.

Allungamento a rottura* UNIEN 12311-2	>900%
Resistenza a trazione* UNIEN 12311-2	> 3,5 MPa
Durezza Shore A ASTM D 2240	40 ±5
Adesione al calcestruzzo ASTM D 4541	> 2,5 MPa

2.42 Piping in acciaio INOX

A seguire si definiscono le modalità di costruzione, assemblaggio ed installazione del sistema di piping.

2.42.1 Riferimenti, Normative ed abbreviazioni

ASME BPE 2012 - Bio_Processing Equipment Standard

PED 97/23 -Pressure Equipment Directive

ASME B31.3 - Process piping Code

UNI EN 287/1 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Acciai

UNI EN 9606-1 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Acciai.

UNI EN ISO 15614-1 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici

ASME IX - Welding and Brazing Qualifications

D.lgs. 176/2011

D.M. 37/08

T.I.G.: Tungsten Inert Gas+

WPAR (Welding Procedure Approval Record Form): Certificazione della procedura di saldatura. Riporta il riferimento alla WPS

WPS (Welding Procedure Specification): Specifiche di saldatura, report della procedura specifica di saldatura adottata durante la prova per la qualifica. Possono essere rilasciate da Li.Ma.Inox altre WPS di produzione per giunti diversi purchè compresi nel range di diametri, spessori e materiali riportati nella WPAR

WPQ (Welder Approval Test Certificate): Certificato di qualifica del saldatore. È disponibile un elenco di saldatori e/o operatori di saldatrice orbitale qualificati alla saldatura. Gli originali di questa documentazione possono essere consultati in qualsiasi momento presso la nostra sede e su richiesta può esserne allegata la fotocopia al book di certificazione.

2.42.2 Tipologia materiali Piping

- Componenti: tubi, fittings (curve, riduzioni, tee ecc.), tronchetti
- Standard: ASME BPE 2012
- Materiale: **AISI 304** 1.4301 elettrounito
- Certificazione materiale: certificato 3.1 secondo UNI EN 10204
- Finitura interna: Rugosità RA <3.2 [mm]
- Pressure rating: PN16
- Spessori & Dimensioni:

DN	Pollici	De [mm]
DN150	6"	168.3
DN125	5"	139.7
DN100	4"	114.3
DN80	3"	88.9
DN65	2"1/2	76.1
DN50	2"	60.3
DN40	1"1/2	48.3
DN32	1"1/4	42.4
DN25	1"	33.7
DN20	3/4"	26.9
DN15	1/2"	21.3
- Connessioni non permanenti -Tipo: Tri-Clamp a serraglio
- Serragli Standard -Tipo: mod. 13MHM pesanti con galletto

- Serragli alta pressione -Tipo: mod. 13MHP con dado (dove necessario)
- Guarnizioni: per Tri-Clamp, materiale PTFE/EPDM (certificato FDA)
- Connessioni permanenti: saldature TIG, con flussaggio di gas inerte nella parte interna (backing)
- Lembi dei Fittings -Tipo: a saldare di testa

2.42.3 Valvole

- Tipologia: vedere dettagli in computo metrico
- Materiale: AISI 316L contatto parti alimentari
- Finitura interna: $\leq 0.51\text{mm}$ o migliore
- Pressure rating: PN16
- Tipologia connessioni: saldare/Tri-clamp

2.42.4 Posa in opera e sopportazioni

Le tubazioni devono essere installate in modo da adeguarsi ai vincoli ed alle interferenze con le altre linee e le apparecchiature ed impianti esistenti.

Le tubazioni complete di accessori di staffaggio collegamento e derivazione, dovranno mantenere un allineamento parallelo tra loro, ed allineate rispetto ad altre distribuzioni impiantistiche preesistenti. Le attività di stoccaggio, preparazione e lavorazione dei materiali, dovranno essere eseguite con cura rispettando l'integrità della finitura e pulizia interna degli stessi.

L'assemblaggio delle tubazioni dovrà essere eseguita mantenendo un valore di pendenza min. superiore a 1.0%, in modo tale da garantire un sistema integrato completamente drenabile.

Taglio e preparazione dei lembi, unicamente mediante tagliatubi orbitale con fresa a disco, non contaminate da materiale ferroso. I lembi a saldare, risulteranno piatti con spigolo vivo e perpendicolari all'asse del tubo. Le tolleranze su allineamento e complanarità saranno tali da garantire l'esecuzione di giunti idonei secondo i criteri di accettabilità saldature delle tabelle ASME BPE.

Prodotti per sgrassaggio lembi privi di alogeni.

Assemblaggio mediante puntatura superficiale dei lembi, ESENTE da penetrazione;

In generale utilizzo di attrezzature varie per la lavorazione NON CONTAMINATE da materiale ferroso;

2.42.5 Saldatura

Modalità di saldatura senza materiale di apporto: TIG.

Tutti gli operatori di saldatura dovranno essere qualificati secondo normative ASME WPQ o EN 287, sia relativamente ai procedimenti automatici che manuali, e lavorare seguendo quanto prescritto dalle relative specifiche WPS ai sensi della EN 15614 o ASME IX.

Il gas di protezione per la torcia e per il flussaggio (backing): Argon Puro al 99.996%.

In particolare controllo dell'ossigeno residuo nella fuoriuscita del gas di flussaggio, non dovrà superare valori del 1%.

Gli ambienti dove eseguire le saldature dovranno essere puliti, ed adeguatamente protetti da agenti atmosferici con temperature non inferiori a 15°C e non superiori a 35°C.

Tutti i processi di saldatura devono essere qualificati secondo ASME IX o EN15614-1

Tutte le saldature devono essere esternamente molate e lucidate ed infine decapate con opportune paste o acidi, e successivamente risciacquate con acqua. Le saldature dovranno risultare a completa penetrazione, prive di porosità, cricche, inclusioni, rientranze, fessurazioni, discolorazioni, convessità o concavità, disallineamento, sfondamento, disomogeneità del cordone, con particolare riferimento alla superficie interna in contatto con il fluido di processo.

I criteri di accettabilità delle saldature, relativi alle tolleranze su allineamento e complanarità, avranno come riferimento la tabella MJ - ASME BPE 2012.

2.42.6 Tracciabilità

Deve essere garantita la identificazione e tracciabilità di ogni saldatura: il numero di ogni saldatura deve essere riportato su sketch isometrici, e su moduli riepilogativi in cui dovranno essere presente per ognuna di esse come minimo i riferimenti al tipo di saldatura, allo stamp del saldatore qualificato, alla posizione, al diametro, alla sequenza inizio/fine, alla data di esecuzione.

2.42.7 Lavaggio e passivazione

A completamento delle opere relative alla costruzione delle condotte, dovrà essere eseguita attività di lavaggio e passivazione, allo scopo di ripristinare lo strato di ossido protettivo, sulle tubazioni oggetto di lavorazioni meccaniche, e consegnare così le linee al termine del risciacquo finale, pronte per la produzione. Preliminarmente a tale attività, l'esecutore dovrà presentare, propria procedura interna per la esecuzione dei lavaggi, completa delle schede dei chemicals utilizzati. Sanpellegrino SPA potrà decidere di utilizzare propri prodotti e miscele e l'appaltatore dovrà fornire le necessarie assistenze tecniche nonché stacchi, tubazioni, pompe e prese volanti.

2.42.8 Test e analisi

- Test di tenuta in pressione, per la durata di almeno due ore a $P_{coll} = 1.5 P_{esercizio}$;
- Esecuzione di controlli boroscopici, con report di tracciabilità sul 10% delle saldature automatiche ed il 100% delle manuali;
- UNI EN 970 (Metodologie di esecuzione dell'esame visivo)
- UNI EN 25817 o ISO 5817 (Criteri di accettabilità delle saldature)
- ASME V e ASME B31.3 (Metodologie e criteri)
- ASME BPE par. MJ-6 (Weld Acceptance Criteria)
- Controlli radiografici N. 3 campioni per ogni diametro con prelievo della Direzione Lavori;
- Test di cessione con migrazione globale e migrazione specifica per N. 2 campioni di ogni diametro tubazioni a contatto con alimenti;
- Analisi di composizione chimica con prelievo di N. 1 campione per ogni diametro.

2.43 Misuratori di portata ad induzione elettromagnetica

Misuratore di portata con principio dell'induzione elettromagnetica idoneo all'uso per acque reflue con liquidi corrosivi completo di trasmettitore compatto con display.

Principio di misura Elettromagnetico

Nome del prodotto

Flussimetro per alta temperatura in applicazioni di processo con trasmettitore compatto e facilmente accessibile. Dedicato ad applicazioni chimiche e di processo con liquidi corrosivi e alte temperature del fluido.

Caratteristiche del sensore

Applicazioni diversificate - vasta gamma di materiali a contatto con il prodotto. Misura di portata a risparmio energetico - nessuna perdita di pressione dovuta a restringimento della sezione trasversale. Nessuna manutenzione - nessuna parte in movimento. Diametro nominale: max. DN 600 (24"). Tutte le comuni omologazioni Ex.

Caratteristiche del trasmettitore

Accesso completo a informazioni di processo e diagnostiche – numerosi ingressi/uscite e bus di campo con libertà di combinazione. Complessità e varietà ridotte – configurazione libera della funzionalità di ingresso/uscita. Funzione di verifica integrata – Heartbeat Technology. Custodia compatta con doppio

scompartimento con un massimo di 3 ingressi/uscite. Display retroilluminato con Touch Control e accesso WLAN.

Diametro

DN 15...600 (½...24")

Materiali delle parti bagnate Rivestimento: PFA; PTFE

Elettrodi: 1.4435 (316L); Alloy C22, 2.4602 (UNS N06022); Tantalio; Platino; Titanio; Duplex 1.4462 (UNS S31803)

Variabili misurate

Portata volumetrica, conducibilità, portata massica

Errore di misura massimo

Portata volumetrica (standard): $\pm 0,5$ % v.i. ± 1 mm/s (0.04 in/s) Portata volumetrica (opzione): $\pm 0,2$ % v.i. ± 2 mm/s (0.08 in/s)

Campo di misura

4 dm³/min ... 9600 m³/h

Campo di pressione

PN 16 fatto salvo quanto disposto negli elaborati di dettaglio

Temperatura di processo

Materiale di rivestimento PFA: $-20...+150$ °C ($-4...+302$ °F)

Materiale di rivestimento PFA alte temperature: $-20...+180$ °C ($-4...+356$ °F) Materiale di rivestimento PTFE: $-40...+130$ °C ($-40...+266$ °F)

Temperatura ambiente

Materiale della flangia acciaio al carbonio: $-10...+60$ °C ($+14...+140$ °F) Materiale della flangia acciaio inox: $-40...+60$ °C ($-40...+140$ °F)

Materiale del corpo del sensore

DN 15...300 (½ ... 12"): AlSi10Mg, con strato di rivestimento

DN 350 ... 600 (14...24"): acciaio al carbonio con vernice protettiva

Materiale della custodia del trasmettitore

AlSi10Mg, con strato di rivestimento; 1.4409 (CF3M) simile a 316L; acciaio inox per trasmettitore con costruzione igienica

Protezione elettronica

Standard: IP66/67, custodia Type 4X Opzione: IP69

Display / Operazione

Display retroilluminato a 4 righe con Touch Control (operatività dall'esterno) Possibilità di configurazione tramite display locale e tool operativi Disponibile display separato

Uscite

3 uscite:

4-20 mA HART (attiva/passiva) 4-20 mA WirelessHART

4-20 mA (attiva/passiva)

Uscita impulsi/frequenza/stato (attiva/passiva) Doppia uscita impulsiva (attiva/passiva) Uscita a relè

Ingressi Ingresso di stato

Ingresso 4-20 mA

Comunicazione

HART, PROFIBUS PA, PROFIBUS DP, FOUNDATION Fieldbus, Modbus RS485, Profinet, Ethernet/IP, OPC-UA

Alimentazione

c.c. 24 V

c.a. 100...230 V

c.a. 100...230 V / c.c. 24 V (area sicura)

Approvazioni Ex

ATEX, IECEx, cCSAus, INMETRO, NEPSI, EAC

Sicurezza del prodotto CE, C-TICK, EAC

Sicurezza funzionale

Sicurezza funzionale secondo IEC 61508, valida per applicazioni di sicurezza in conformità a IEC 61511

Certificati e approvazioni metrologiche

Taratura eseguita in laboratori accreditati (secondo ISO/IEC 17025)

La Heartbeat Technology soddisfa i requisiti di verifica tracciabile previsti dalla norma ISO 9001:2008 – Sezione 7.6 a (attestazione TÜV)

Approvazioni e certificazioni navali Approvazione LR, DNV GL, ABS, LH/BV

Certificati e approvazioni per pressione PED, CRN Certificati e approvazioni igieniche

ACS, NSF 61

2.44 Pompa di sentina

Pompa a bassa sommersione idonea al drangaggio di locali da acque parzialmente sporche con le seguenti caratteristiche:

- Portata di 500 l/min con prevalenza da 2.5m
- Passaggio libero: 50 mm
- Campo di temperatura del liquido: - da 0°C a +35°C per uso domestico (EN 60335-2-41) - da 0°C a +50°C per altri impieghi
- Max temperatura ambiente per funzionamento pompa a motore emerso: +40°C
- Max profondità di immersione: 7 m
- Grado di protezione del motore: IP 68
- Classe di isolamento: F
- Tensione di serie: 220-240V~ 50Hz Monofase
- Potenza max: 1.5 kW
- Mandata DN40.

2.45 Lucernario cabina di rilancio apribile elettricamente luce netta 200x270

Tetto apribile di dimensioni nette 200x270 completo in opera di basamento, telaio, lucernario, fodera esterna ed ogni parte per completare l'installazione.

- 1) BASAMENTO, in acciaio zincato sp. 12/10 pressopiegato h cm. 25 completo di coibentazione sp. mm. 50, fissato alla copertura con funzione di cordolo per permettere il fissaggio del telaio del lucernario apribile.
- 2) TELAIO APRIBILE, composto da tubolari in alluminio saldati negli angoli per dare rigidità allo stesso, fissato al basamento per mezzo di cerniere in acciaio inox per permettere l'apertura del lucernario a 90°, il telaio apribile sarà completo di attuatori elettrici a 2 punti spinta, di cui 1 punto motorizzato mentre il restante sarà di rinvio che funzionerà per mezzo di due molle a gas per permettere al

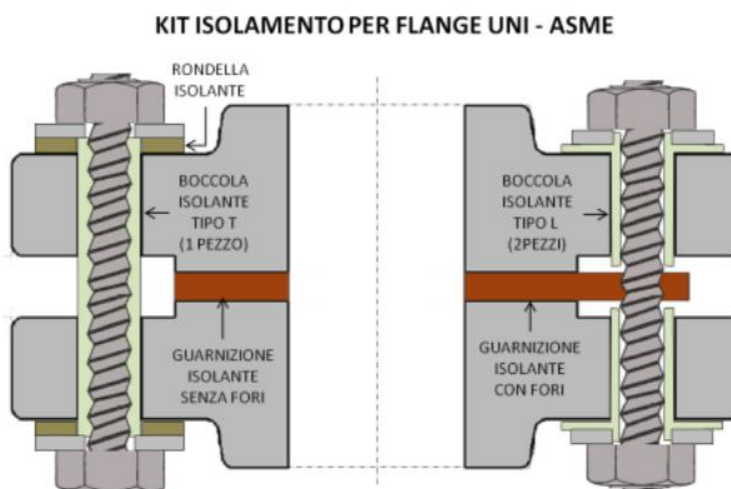
lucernario un' apertura costante e parallela, l'attuatore avrà una corsa di mm. 350 e sarà a vostro carico il collegamento elettrico.

- 3) LUCERNARIO CENTINATO, composto da banchina perimetrale in alluminio estruso verniciato RAL, profili calandrati nostra serie 80 in alluminio completi di guarnizioni in EPDM e viti di fissaggio in acciaio inox con guarnizione vulcanizzata, lastre di copertura in doppia lastra, lastra interna in policarbonato compatto di sp. mm. 2 colore neutro, lastra esterna in policarbonato compatto sp. mm. 4 colore opale, il lucernario sarà completo delle due testate di chiusura.

2.46 Accoppiamenti per isolamento da corrosione galvanica

L'accoppiamento di materiali differenti soggetti a corrosione (ghisa-inox, inox-acciaio, ghisa-acciaio) devono essere esclusivamente eseguiti con l'impiego di appositi kit di isolamento.

Ohni kit si compone di una gurnazione realizzata in materiale isolante idonea per lo specifico impiego, di una guarnizione (Tipo P) odue guaine (tipo L) per isolare il tirante, di una coppia di rondelle metalliche per ciascun tirante.



Caratteristiche dei materiali

Parametro	U.M.	Resina epossidica G11 rivestita	TF 1590	PTFE	NEOPRENE	EPDM	Resina epossidica G11+ Grafite (**)	TELA BACHELIZZATA
Pressione Massima	bar	*	80	50	50	50	50	-
Temperatura massima di utilizzo	°C	155	260	260	90	90	130/155	120
PH range		-	0 ÷ 14	0 ÷ 14	-	-	0 ÷ 14	-
Rigidità dielettrica	⊥ alla strat. KV/mm	15	14	65	30	40	15	-
	// alla strat. KV	30	-	-	-	-	30	10
Resistività elettrica di volume	Ωm	10 ⁵	10 ¹⁰	10 ¹⁶	10 ¹³	10 ¹³	10 ⁵	-
Assorbimento idrico	%	0,4	-	-	-	-	-	0,4
m	Mpa	*	25	25	1,4	1,4	17	-
γ		*	2,75	2,75	1	1	1	-

4 COLLAUDI

4.1 Tubi in ghisa

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori. Successivamente dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle tubazioni, allo scavo, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni di prova, saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite in osservanza alla norma ISO 10802 ed il calcolo della perdita di pressione in base alla norma EN 805. Saranno effettuate per tratte di lunghezza media di m 500, restando però in facoltà della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

4.1.1 Tratte di collaudo

Si prevede di effettuare queste prove di collaudo:

- 1) Collaudo parziale della tratta di infilaggio nella camicia DN1000 posata con microtunnelling (da camerette B.2 a cameretta B.3;
- 2) Collaudo parziale della tratta dalla camera B.1 sino alla curva C9 al termine della tratta lungo il parcheggio comunale. In questo collaudo verrà testata anche la connessione alla rete presso il pozzetto B.1;
- 3) Collaudo totale dalla cameretta B.1 sino alla camera B.4 compresi i giunti di raccordo e il giunto di disallineamento.

4.1.2 Riempimento d'acqua

La condotta viene riempita progressivamente di acqua, preferibilmente a partire dai punti bassi. E' importante assicurare lo spurgo completo di aria nei punti alti del tronco prima della messa in pressione.

La messa in pressione esercita una forza sugli ancoraggi provvisori per la prova. Conviene prevedere un recuperatore di gioco per ristabilire la lunghezza iniziale della condotta. Per questo, utilizzare dei tenditori a vite i quali permettono una regolazione precisa.

Per quanto possibile, aspettare ventiquattro ore prima di effettuare la prova di pressione, affinché la condotta raggiunga il suo stato di equilibrio

4.1.3 Verifica del riempimento

Il riempimento della condotta esige che l'aria sia evacuata completamente. A tale scopo:

- verificare il funzionamento degli sfiati;
- verificare che i rubinetti posti alla base di questi apparecchi siano aperti;
- utilizzare i rubinetti di scarico per verificare l'arrivo progressivo dell'acqua

4.1.4 Messa in pressione

Assicurarsi preventivamente che la pressione di collaudo abbia un valore compatibile con quella che può sopportare ogni elemento di cui è composto il tronco da provare. In caso contrario, isolarli.

La pressione deve salire lentamente, per permettere l'osservazione degli ancoraggi e la regolazione dei tenditori a vite. La prova di pressione non deve soltanto evidenziare i difetti eventuali di tenuta ai giunti, ma anche permettere un controllo definitivo della condotta in caso di eventuali incidenti accaduti durante il trasporto o la posa.

4.1.5 Pressione di collaudo

La condotta in progetto è sottoposta ad una pressione di esercizio (massima pressione in regime permanente) **pari a 8.0 [bar]**. La pressione massima di esercizio è quella alla quale la tubazione è sottoposta in caso di transitorio idraulico (colpo d'ariete).

La UNI ISO 10802 prescrive che la prova di pressione nel punto più basso della tratta da provare non deve essere minore del più elevato dei limiti in a) o b):

- a) Per le pressioni di esercizio minori o uguali a 10 bar: 1.5 volte la pressione di esercizio;
Per le pressioni di esercizio maggiori di 10 bar la pressione di esercizio più 5 bar.
- b) La pressione massima di esercizio.

La pressione di collaudo sarà quindi pari a $8.0 \times 1.5 = 12.0$ [bar].

4.1.6 Prova di pressione

Una volta che la condotta presenta un comportamento stabile alla pressione di collaudo (perdite inferiori a 0.5 bar in 2 ore) viene portata alla pressione esatta di collaudo e si procede alla prima fase di registrazione dei valori di portata **per almeno 3 ore**.

Conclusa la fase delle 3 ore si dovrà registrare il volume di acqua reimpresso per ristabilire la pressione di collaudo.

Nel caso del **collaudo finale dell'intera** tratta si dovrà procedere ad una seconda fase di collaudo ripetendo la procedura ma con registrazione della pressione per **almeno 24 ore**.

4.1.7 Determinazione dell'accettabilità

La perdita d'acqua non deve essere maggiore di 0,001 litri / ora / km tubazione / mm DN / bar Pressione statica di prova.

Per il DN700 di lunghezza 540m il valore massimo per un'ora è pari a 6.7 [l] che corrisponde ad un calo di pressione nella prima ora di 0.24 [bar].

Per il passaggio alla corrispondente perdita ammissibile in termini di pressione si utilizza la norma Uni EN 805:

$$\Delta V = 1,2.V \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e.E_r} \right)$$

Where :

ΔV : maximum allowable loss of water (litre) per hour

V : volume of the canalisation (litre)

Δp : loss of pressure (kilopascal) 20 kPa

E_w : elasticity modulus of water (kilopascal) 2,05e6 kPa

D : internal diameter (m)

e : pipe thickness (m)

E_r : elasticity modulus in flexion of the pipe (kilopascal) 1,7e8 Kpa

1,2 : corrective coefficient for the residual air

4.1.8 Prescrizioni generali

La Direzione Lavori potrà prescrivere dispositivi speciali per l'esecuzione delle prove anche per la connessione di propri sistemi di registrazione digitale.

I dispositivi speciali devono essere rimossi dopo le prove se non siano utilizzabili per l'esercizio della rete e la tubazione deve essere ricostituita.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione Lavori. Dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri e i registratori, muniti di certificato di taratura rilasciato da un Laboratorio Ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese della Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature ed ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Impresa, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Impresa.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante la prova è a totale carico dell'Impresa.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sue spese la disinfezione delle tubazioni secondo le prescrizioni della ASL competente o, in mancanza, secondo le indicazioni della D.L.