

ACQUA NOVARA.VCO S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 Novara (NO)

**COMUNE DI LESA
COLLEGAMENTO ACQUEDOTTIZIO
CALOGNA - COMNAGO**

Progetto DEFINITIVO

ALL. C1 - Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Dott. Ing. Fabrizio DIDO

Via Ramate, 9

28881 - Casale Corte Cerro (VB)

Cell. 333.6138850

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI DEL PROGETTO DEFINITIVO

CAPO I - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1.1 - Qualità e provenienza dei materiali

I materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori di cui al presente appalto, qualunque sia la loro provenienza, saranno della migliore qualità nelle rispettive loro specie si intenderanno accettati solamente quando ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori saranno riconosciuti rispondenti a quelli designati per natura, qualità, idoneità, durabilità ed applicazione. Salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva dell'Impresa, la quale non potrà accampare quindi alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio di essi o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad essa e fosse quindi obbligata a ricorrere ad altre cave in località diversa od a diverse provenienze, intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali. Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art.16 e 17 del Capitolato Generale e per la scelta ed accettazione di essi saranno a seconda dei casi applicate le norme ufficiali in vigore.

Acqua: l'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose.

Calce idraulica: La calce dovrà essere esclusivamente idraulica di prima qualità, pura, senza parti troppo o non abbastanza cotte e materie estranee; quella che fosse introdotta in cantiere in pezzi sfioriti o che successivamente sfiorisse, sarà rifiutata ed immediatamente asportata. Essa sarà estinta con il metodo ordinario della coltura nelle fosse, limitando però la quantità di acqua in modo che 1000 kg di calce viva forniscano un volume di calce spenta maggiore di 1,35 m³. La pasta di calce dovrà essere realmente spenta e impiegata sotto la sorveglianza insindacabile della Direzione dei Lavori. La calce idraulica ridotta in pasta a consistenza normale ed immediatamente immersa in acqua dovrà fare presa, cioè sopportare l'ago Vicat non più tardi di sette giorni. La Direzione potrà permettere l'uso della calce idraulica in polvere invece di quella di roccia quando sottoponendola alle necessarie prove, ad esclusivo suo giudizio, la riconosca buona di qualità; in tal caso l'Impresa dovrà attenersi alle istruzioni della Direzione sia per quanto riguarda la prescritta dosatura della malta e del calcestruzzo, sia per quanto si riferisce al modo dell'impasto. In ogni caso la calce dovrà possedere i requisiti prescritti dalle condizioni di accettabilità degli agglomerati idraulici ecc. contenuti nel R.D. 29 luglio 1933 n. 1213, legge 5 febbraio n. 313, Norme Minist. 17 maggio 1937 n. 2202 e del R.D.L. 22 novembre 1937 n. 2037 e Legge del 5-11-1971 n. 1086 e D.M. 30-5-1972 e prescritti dalla successiva legislazione vigente.

Leganti idraulici: i cementi e gli agglomerati cementizi da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno soddisfare e condizioni stabilite dalle leggi e Regolamenti vigenti all'atto dell'esecuzione dei Lavori. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, su tavolati in legno bene riparati dall'umidità. I cementi a lenta presa per la formazione della malta dei conglomerati cementizi, dovranno essere forniti dalle più importanti Ditte che possono assumere la responsabilità della regolare provvista di materiali a tipo costante e conforme ai campioni che saranno presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva la facoltà di prelevare da ogni spedizione i campioni da sottoporsi, ad esclusivo e totale carico della Ditta assuntrice, agli esperimenti di prova (nei Laboratori Tecnici accreditati) tendenti a stabilire la bontà e sempre a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori. Siccome però i detti esperimenti esigono un certo tempo, gli Impresari non appena saranno provvisti di un cantiere, in vicinanza dei lavori con locali appositi per il deposito del cemento, dovranno procurarsi quella quantità di cemento giudicabile conveniente per la regolare e continua esecuzione delle opere, avendo cura di fare ordinazioni in modo che le diverse spedizioni restino giacenti in cantiere per il periodo di tempo necessario alla conoscenza dei risultati delle prove meccaniche su detto regolamento, cioè non inferiore a 15 gg.

per modo che si abbia sempre una quantità di cemento già sperimentato dalla Direzione dei Lavori, mentre altro materiale identico sarà depositato in separato locale per tutto il tempo occorrente agli esperimenti di prova. Se durante l'immagazzinamento si venisse a riconoscere che uno o più sacchi della provvista abbia sofferto l'umidità per modo che il cemento non sia completamente ed assolutamente pulverulento, questi saranno rifiutati ed immediatamente fatti allontanare dal cantiere a totale carico dell'Appaltatore. Quando i risultati degli esperimenti di prova non siano conformi alle prescrizioni ministeriali, l'intera spedizione sarà rifiutata e fatta immediatamente trasportare fuori dal deposito ed allontanata dal cantiere a spese dell'Impresa. Il cemento da usarsi sarà quello prescritto dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso il cemento dovrà possedere tutti i requisiti prescritti per l'accettazione degli agglomerati idraulici dalle vigenti norme in materia.

Ghiaia, sabbia, pietrischi: La sabbia dovrà essere viva di fiume purgata e lavata. Essa sarà costituita da grani di media grossezza, pura, angolosa e rude al tatto, senza mescolanza con terra e argilla e di altre materie estranee e non

dovrà contenere ciottolini di grossezza maggiori di $m\ 0,006$ Le ghiaie, i pietrischi e la sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno avere le stesse qualità stabilite dalle norme governative per i conglomerati cementizi. La sabbia di fiume o di cava da impiegarsi nelle malte e nei conglomerati deve provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione, deve essere aspra al tatto, ad elementi prevalentemente calcarei o silicei, di forma angolosa e scevra da sostanze terrose, argillose, melmose e polverulenti e spogliata dagli elementi di grossezza superiore ai 5 mm; quando non lo sia naturalmente, dev'essere lavata accuratamente con acqua dolce e limpida fino a che non presenti i requisiti richiesti. Una sabbia si può in genere ritenere idonea al suo impiego quando un pugno di essa gettata in un secchio di acqua limpida della capacità di circa otto litri non toglie la trasparenza all'acqua stessa. Deve inoltre essere costituita da grani di dimensioni assortite e tali da passare, senza lasciare residui apprezzabili, per uno staccio normale a fori circolari del diametro rispettivamente di mm 7,30 e 1,00, a seconda che la sabbia debba servire per la confezione di calcestruzzi in genere o di malte per murature in pietrame (sabbia grossa), per arricciature, rinzaffi e simili (sabbia fina) o per intonaci, cappe, impermeabilizzanti, stillature, ecc. (sabbia finissima o da stabilitura). Per la formazione della malta occorrente nelle murature di mattoni e negli intonaci detta sabbia sarà sempre passata al setaccio.

Gli elementi delle ghiaie e dei pietrischi dovranno essere:

- 1) del diametro di cm 5 nei lavori correnti di fondazioni o di elevazione, dighe, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate e simili;
- 2) di cm 3 nei lavori di zanelle e nei getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivanti da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabile facilmente o gelide o rivestite di incrostazioni. Il pietrisco, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovrà provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura micrometallica, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo, e dovrà essere scevro di materie terrose, sabbia, e comunque materie eterogenee. Il coefficiente di qualità Deval del pietrisco dovrà essere almeno 12 e il coefficiente di frantumazione del pietrisco non superiore a 130 e il coefficiente di usura non inferiore a 0,7. Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, è consentita, per la formazione di esso, la utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti purché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

Nelle massicciate a macadam ordinario, gli elementi di ghiaia o di pietrisco dovranno avere dimensioni da 2 a 5 cm.; nelle massicciate a macadam da cilindrare all'acqua, e in quelle da proteggere successivamente con trattamento superficiale o rivestimenti, le dimensioni del pietrisco dovranno essere da 4 a 10 cm. e quelle della ghiaia da 5 a 8 cm.

Pietrame: Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee, dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui dovranno essere assoggettate. Saranno escluse le pietre marmose e quelle alterabili alla azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre dovranno essere spaccate, avere il lato minore lungo almeno cm 20 ed almeno una faccia piana, ben pulita da ogni materia terrosa e lavata prima della posa in opera. Gli scapoli dovranno essere posti nelle murature a strati orizzontali in modo da essere ben collegati e negli interstizi saranno poste scaglie e pietre piccole (esclusi però i ciottoli) che saranno accuratamente immersi nella malta. Nessuna pietra deve poggiare sulle altre senza l'interposizione di uno strato di malta ed ogni vuoto deve essere accuratamente riempito. Le pietre che dopo la loro posa si spaccassero sotto il colpo del martello, dovranno essere immediatamente tolte e sostituite; non saranno accettate pietre gelive e sfaldabili. Ove richiesto, i diversi strati di pietre saranno collegati con cinture doppie di mattoni forti per tutto lo spessore del muro alla distanza di cm 70 da cinture a cintura, e ciò senza diritto di alcun sovrapprezzo.

Cemento. Nelle opere strutturali oggetto delle Norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante

prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

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

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

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

Requisiti dei cementi

Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm²]				Tempo presa [min]	inizio	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata				
	2 giorni	7 giorni	28 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60		≤ 10
32,5 R	> 10	-					
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5			
4,25 R	> 20	-			≥ 45		
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-			
52,5 R	> 30	-					

Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti (1)
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati (come SO ₃)	EN 196-2	CEM I	32,5	≤ 3,5%
		CEM II (2)	32,5 R	
		CEM IV	42,5	≤ 4,0%
		CEM V	42,5 R	
			52,5	
			52,5 R	
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

(1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

(2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO₃, per tutte le classi di resistenza

(3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃

(4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm ²]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] - Limite superiore		11					
Contenuto di SO ₃ [%] Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II (1)						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
Tipo III/B							
Tipo III/C	5,0						
Contenuto di cloruri [%] - Limite superiore (2)		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO ₃ per tutte le classi di resistenza							
(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri							

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri

Metalli in genere: I materiali metallici dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, come specificato nelle vigenti normative UNI. I metalli e le leghe metalliche da impiegarsi nei lavori devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura esemili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego. Ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme UNI vigenti.

Emulsione bituminosa: Dovrà essere di composizione costante, perfettamente omogenea e stabile all'atto dell'impiego, contenere la qualità minima di bitume al 55% in peso e rispondere alle caratteristiche di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Materiali bituminosi: il bitume dovrà soddisfare alle caratteristiche richieste per lavori analoghi dei capitoli di strade per l'appalto di strade statali e precisamente avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico superiore a 1
- penetrazione a 25 gradi come richiesto per le singole categorie nell'elenco prezzi allegato
- punto di rammollimento non inferiore a 40 gradi
- solubilità nel solfuro di carbonio 99%
- paraffina al massimo il 2,5% in peso
- volatilità con massima perdita di peso del 2% (per 5 ore a 168 gradi) salve le ulteriori precisazioni per i tipi prescritti in elenco prezzi.

Art. 1.2 - Calcestruzzo

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, secondo quanto previsto al D.M. Infrastrutture 14/01/2018, dovrà fare particolare riferimento a:

- classi di resistenza (Rck e fck)
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato;
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- resistenza a trazione indiretta;
- modulo elastico secante a compressione;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco;
- ritiro idraulico;
- resistenza ai cicli di gelo – disgelo;
- impermeabilità;

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio;
- lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità;
- i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

Art. 1.3 – Acciaio per calcestruzzo armato

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

Acciaio tipo B450C

- barre d'acciaio (6 mm = Ø = 40 mm), rotoli (6 mm = Ø = 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri = 16mm;
- reti elettrosaldate: 6 mm = Ø = 16 mm;
- tralicci elettrosaldati 6 mm = Ø = 16 mm.

Acciaio tipo B450A

- barre d'acciaio (5 mm = Ø = 10 mm), rotoli (5 mm = Ø = 10 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri = 10mm;
- reti elettrosaldate: 5 mm = Ø = 10 mm;
- tralicci elettrosaldati 5 mm = Ø = 10 mm.

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal DM 17-01-2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

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.

Art. 1.4 – Elementi prefabbricati in calcestruzzo

La seguente specifica non intende precludere l'uso di prefabbricati che possano essere approvati dal Direttore dei Lavori, purché abbiano le stesse dimensioni e caratteristiche prestazionali di quelli previsti a progetto..

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

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

Art. 1.5 - Tubazioni in PEAD ad alta densità

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

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

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

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

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

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

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

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

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità per acquedotto dovranno essere in PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201, e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento 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".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in PEAD sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad

impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei all'uso.

Per l'acquedotto saranno impiegate tubazioni in pressione di casse PE100:

- con la corrispondente pressione nominale $PN = 25 \text{ kgf/cm}^2$ per la tubazione adduttrice;
- con la corrispondente pressione nominale $PN = 16 \text{ kgf/cm}^2$ per le tubazioni in pressione della rete di distribuzione.

Saranno impiegati tubi previsti dalle norme UNI.

- marcatura CE apposta sul singolo prodotto/pezzo qualora il prodotto rientri nella lista di cui alla Direttiva 89/106/CEE e ss.mm. ;
- istruzioni d'uso e manutenzione;
- marcature previste dalle norme di riferimento e comunque come minimo:
- per le parti metalliche: DN, spessore o PN, nome o logo del produttore, materiale, norma di riferimento e colata.

Art. 1.6 – Tubi in acciaio preisolati

Campo d'Impiego: distribuzione fluidi caldi e freddi a distanza. Tubazioni di acciaio nero a saldare conforme alle norme DIN 17100 con saldatura ad alta frequenza preisolate in poliuretano (PUR) conforme alla norma CEN e finite con guaina in polietilene ad alta densità (Pead) conforme alle norme CEN (norma di rif. CEN pr EN 253). Principali caratteristiche:

- tubazioni in acciaio nero tipo 37.0 BW di dimensioni e pesi a norma DIN 2458, collaudate a 50 bar e 100% ultrasuoni; certificato di collaudo a norme DIN 50049/3.IB;
- isolamento di poliuretano (poliolo + isocianato) in schiuma omogenea (cellule $0.26 \div 0.4 \text{ mm}$), densità globale $> = 60 \text{ Kg/m}^3$, cellule chiuse $> = 88\%$, assorbimento acqua massima 5% in volume per 28 giorni, indice di isocianato MDI > 110 , resistenza a compressione $> = 0.3 \text{ N/mm}^2$, conducibilità termica a $50^\circ\text{C} < 0.037 \text{ W/mK}$, temperatura massima di esercizio 130°C , adesione con il tubo di acciaio $> = 0.2 \text{ N/mm}^2$;
- rivestito esternamente con guaina di polietilene di spessore non inferiore a 2.5 mm possibilmente estruso assieme all'isolante in modo continuo, o comunque ben aggrappato all'isolante, e senza giunzioni longitudinali. Il polietilene utilizzato sarà ad alta densità secondo ISO 1183/70 e ISO 1872/85, densità 0.96 Kg/m^3 , resistenza a trazione 24 N/mm^2 , resistenza a compressione 37 N/mm^2 , compressione massima di punta 3 N/mm^2 , di esercizio 0.5 N/mm^2 , coefficiente di dilatazione termica $2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, conducibilità termica 0.43 W/m K , indice di fusione 0.3 g/10 min .

La raccorderai sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare saranno perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno 2) previa preparazione dei lembi con smusso a "V". Tutte le variazioni di diametro saranno realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15° . Le giunzioni fra i vari tratti di tubazioni e/o raccordi saranno isolate con poliuretano schiumato in loco entro gusci (muffole) in plastica a perfetta tenuta dell'acqua, o sistema similare. I giunti di dilatazione saranno già preisolati e pretesi, pronti ad essere saldati ai tubi. La posa in opera avverrà seguendo scrupolosamente le istruzioni della Ditta costruttrice, soprattutto per quanto riguarda i punti fissi, i compensatori e le giunzioni e raccordi. Se richiesto, sarà fornito anche un sistema di allarme elettronico per segnalare l'eventuale presenza di umidità, costituito da conduttori metallici annegati nella massa isolante, facenti capo a delle unità di allarme tali da segnalare esattamente la posizione dell'infiltrazione dell'acqua. Curve, giunti, giunti dilatatori, punti fissi e scorrevoli, nonché tutti gli accessori occorrenti alla posa delle tubazioni, s'intendono compresi nel costo unitario al metro lineare delle tubazioni. La modalità di posa dovrà essere approvata dal costruttore. Saranno forniti i certificati d'origine e delle prove effettuate dal costruttore. Nella realizzazione delle reti con tubazioni preisolate dovranno essere utilizzati ove necessario:

- Giunti di ripristino della coibentazione: al fine di garantire la perfetta coibentazione delle giunzioni.
- Waterstop: al fine di evitare infiltrazioni d'umidità e acqua dalla testa della tubazione all'interno dell'isolamento.
- Anello passafuori: al fine di garantire lo scorrimento e la tenuta nell'attraversamento delle murature.

- Curve preisolate: conformi alla norma UNI EN 448, avente le caratteristiche della tubazione di cui alla voce iniziale, ad angolazione standard pari a 90° - 75° - 60° - 45° - 30° - 15° o a richiesta di qualsiasi angolazione, di braccio 1,0x1,0 m. Il prodotto sarà fornito finito e completo in ogni sua parte e accompagnato da certificazione ISO 9001, nei diametri di seguito elencati.

Art. 1.7 - Tubazioni in Calcestruzzo

Le tubazioni dovranno essere realizzate in calcestruzzo $R_{ck} \geq 40$ N/m² armato con armatura atta ad assicurare la resistenza allo schiacciamento da carichi di 1^a categoria, a sezione circolare, con incastro a bicchiere e sistema di giunzione per mezzo di guarnizione di tenuta incorporata nel getto conforme alle norme UNI 681-1:2006. La posa sarà preceduta dall'applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni dovranno essere conformi alle norme UNI 8981:1999, UNI 206:2006, al D.M. 12/12/1985, al D.M. 14/02/1992 e alla Circ. LL.PP. 2/03/1986, esenti da fori passanti. La tubazione ed il relativo giunto dovranno garantire inoltre la resistenza alla corrosione derivante da eventuali correnti vaganti che dovessero formarsi nell'intera area di posa delle tubazioni stesse, anche predisponendo un adeguato copriferro.

La giunzione tra le tubazioni dovrà essere realizzata mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali. Nessun sigillante o malta potrà essere introdotta nel giunto per assicurarne la tenuta, che dovrà invece dipendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla guarnizione.

Art. 1.8 - Tubazioni in PVC

I tubi di cloruro di polivinile devono rispondere alle prescrizioni UNI 1041:2001 oltre alle norme citate nell'articolo precedente. Sono pure richiamate le raccomandazioni e la marchiatura IIP. I tubi devono essere rigidi e traslucidi, costruiti essenzialmente in cloruro di polivinile, con unica aggiunta in quantità strettamente indispensabile, del sale metallico necessario per fissare l'acido cloridrico ed a rendere possibile l'estensione.

Non è assolutamente ammesso l'impiego di plastificanti e di materiali di scarico che possono far diminuire le caratteristiche di resistenza meccanica e agli agenti aggressivi. È fatto obbligo di assoluta esclusione di stabilizzanti a base di sali organici di piombo e di metalli in genere; di sostanze come il biossido di titanio e il nerofumo (carbon black); di composti di antimonio, cadmio, arsenico, bario, stagno, e di sostanze coloranti in genere. Le superfici interne ed esterne dovranno essere lisce. Gli spessori dovranno essere contenuti entro i valori ottenibili: $S+0,2$ mm. $+0,1S = S1$

(riferimento UNI 1041:2001 e successive. Sono pure richiamate le raccomandazioni e la marchiatura IIP)

Non dovranno essere presenti bolle d'aria, fessure e corpi estranei capaci di compromettere la resistenza dei tubi. I tubi dovranno essere forniti in barre della lunghezza di ml. 6,00, corredate di manicotto bigiunto con guarnizioni in gomma o di bicchiere. I campioni dei materiali proposti in offerta saranno sottoposti ad analisi chimica e prove meccanico - fisiche, secondo i metodi UNI 1452:2001 e successive, sono pure richiamate le raccomandazioni e la marchiatura IIP, allo scopo di rilevare :

- l'eventuale presenza di plastificanti, di materiali inerti e di composti tossici. Verrà effettuata la prova dell'acetone con immersione del campione di tubo per la durata di 100 ore: intendendosi positiva la prova quando l'effetto del bagno si manifesterà con un semplice rigonfiamento, senza tracce di rottura, vesciche, fessurazioni, porosità e sbriciolamento anche parziale;
- che il materiale sia privo di tensioni interne. La prova consiste nell'espore le provette di tubo al calore di 100 gradi + 2 gradi C° e mantenerlo fino al riscaldamento totale. A tubo raffreddato a temperatura ambiente per 4 ore, non dovrà riportare deformazioni estranee alle leggi sulla dilatazione termica dei materiali;
- che la penetrazione dell'ago nella sezione di 1 mm. quadro nel campione riscaldato in olio alla temperatura di 85 gradi non sia superiore a 1 mm. (prova Vicat);

La giunzione delle tubazioni potrà avvenire a freddo con pezzo speciale in P.V.C. a manicotto, da fornirsi con ogni tubo, la cui tenuta sia assicurata da guarnizioni in neoprene.

Per quanto riguarda la posa si rimanda a quanto già prescritto per le tubazioni in Pead ed alle norme UNI di riferimento (UNI 1041:2001, UNI 1046:2003), con particolare attenzione ai casi in cui il ricoprimento sull'estradosso risulti inferiore al metro, il che rende necessario calottare la tubazione con cls o inserirla in un cassonetto di cls per evitare danni alla stessa dovuti ai carichi.

Art. 1.9 – Tubi in acciaio

Tubi di acciaio senza saldatura e saldati.

I tubi di acciaio avranno caratteristiche e requisiti di accettazione conformi alle norme UNI 6363-84, con diametro nominale DN da 40 a 900 mm per pressioni di esercizio rispettivamente da circa 40 a 140 kgf/cm².

Saranno senza saldatura (per i diametri minori) oppure saldati longitudinalmente con saldatura elettrica a resistenza (per i diametri maggiori). I tubi in acciaio saldato corrisponderanno alle istruzioni fornite sul loro impiego dalla

Circ. Min. LL.PP. 5 maggio 1966 n. 2136, in quanto non contrastanti con le norme sopra indicate.

Le estremità dei tubi saranno a cordone e a banchiere cilindrico per tubi con $DN \leq 125$ mm o sferico per tubi con $DN \geq 150$ mm, per giunti con saldatura autogena per sovrapposizione. Possono anche prevedersi tubi con estremità predisposte per saldatura di testa. Saranno in lunghezza da 8 a 13,5 m. ma saranno ammessi tubi lunghi da 4 a 8 m.; la lunghezza è misurata fra le due estremità di ogni tubo, dedotta la lunghezza della profondità del banchiere. Saranno protetti internamente con una semplice bitumatura che soddisfi l'esigenza della buona conservazione della superficie interna del tubo nel tempo intercorrente tra la fabbricazione del tubo e la sua posa in opera. Saranno protetti esternamente con rivestimento normale (realizzato con una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da un doppio strato di feltro di vetro impregnato con la stessa miscela bituminosa e con una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio) oppure con rivestimento pesante (consistente in una pellicola di bitume ed uno strato protettivo isolante di miscela bituminosa, la cui armatura è costituita da uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa, e in una successiva pellicola di finitura di idrato di calcio). I rivestimenti interni ed esterni dovranno corrispondere alle prescrizioni dell'appendice B alle suddette norme UNI 6363-84. Insieme con i tubi dovrà essere consegnato dal fornitore il materiale occorrente per la protezione dei giunti saldati e per le eventuali riparazioni ai rivestimenti. All'atto dell'ordinazione l'Appaltatore richiederà al fornitore il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447-64, punto 4.

Quando le esigenze del terreno lo impongono potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori rivestimenti di tipo speciale, da studiare e stabilire di volta in volta in relazione alle effettive esigenze d'impiego. I raccordi devono essere di acciaio, da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 10253.

Art. 2.0 – Materiali metallici

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate.

In generale, i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

Acciai

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Ghisa

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1561.

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1562.

Rame

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1977.

Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

Acciaio inox

Esistono vari tipi di acciaio inossidabile e non tutti sono adatti per applicazioni strutturali, specie se saldati. Gli acciai inossidabili sono distinti in 5 gruppi o classi a seconda della loro struttura metallurgica (ossia, austenitici, ferritici, martensitici, duplex ed indurenti per precipitazione). Gli acciai inossidabili austenitici ed i duplex sono di solito i più utilizzati per la costruzione di strutture. Gli acciai inossidabili austenitici offrono una buona combinazione di proprietà di resistenza alla corrosione, di formatura e di fabbricazione; i duplex presentano una forte resistenza all'usura, con ottima resistenza alla tensocorrosione (corrosione sotto tensione). I tipi più comunemente usati, tipicamente definiti come austenitici standard, sono 1.4301 (noto come AISI 304) e 1.4401 (noto come AISI 316). Contengono il 17 - 18% di cromo e l'8-11% di nichel. I tipi a basso tenore di carbonio di queste classi sono 1.4307 (AISI 304L) e 1.4404 (AISI 316L). I tipi 1.4301 e 1.4401 erano, in passato, fabbricati con un contenuto in carbonio notevolmente più elevato con implicazioni sul comportamento alla corrosione¹. Per evitare

problemi riguardanti la resistenza a corrosione in presenza di saldature, si sarebbero dovuti impiegare i tipi "L" o gli acciai stabilizzati, come il tipo 1.4541 o 1.4571. Il tipo 1.4318 è un acciaio inossidabile a basso tenore di carbonio ed elevato contenuto di azoto che incrudisce molto rapidamente quando lavorato a freddo; generalmente è utilizzato nell'industria automobilistica, negli aeroplani, per la realizzazione di componenti strutturali per carrozze treni ed elementi architettonici portanti. In questo manuale sono contemplati soltanto gli acciai ottenuti con trattamenti di laminazione e formatura, e non quelli prodotti tramite getti.

La normativa di riferimento è la EN 10088, *Acciai inossidabili*, costituita da tre parti:

- Parte 1, *Elenchi degli acciai inossidabili* che fornisce la composizione chimica e dati di riferimento riguardanti alcune caratteristiche fisiche, come il modulo di elasticità E ;
- Parte 2, *Condizioni tecniche di fornitura per lamiere sottili, piastre e nastri per impieghi generali* che fornisce le caratteristiche tecniche e la composizione chimica dei materiali usati per la formatura dei profilati;
- Parte 3, *Condizioni tecniche di fornitura per prodotti semilavorati, barre, tondi e profilati per impieghi generali*, che fornisce le proprietà tecniche e la composizione chimica dei materiali usati per i prodotti lunghi.

Il sistema di designazione della EN 10088 si basa sul numero Europeo dell'acciaio e sul nome dell'acciaio

Tabella 3.1 Valori di specifica delle proprietà meccaniche dei comuni acciai inossidabili secondo EN-10088-2

	Tipo di acciaio	Forme di prodotto	Spessore max (mm)	Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% ⁽²⁾ (N/mm ²)	Resistenza a trazione (N/mm ²)	Allungamento dopo rottura (%)
Acciai austenitici al Cr-Ni	1.4301	C	8	230	540 – 750	45 ⁽³⁾
		H	13,5	210	520 – 720	45 ⁽³⁾
		P	75	210	520 – 720	45
	1.4307	C	8	220	520 – 700	45
		H	13,5	200	520 – 700	45
		P	75	200	500 – 700	45
Acciai austenitici al Cr-Ni-Mo	1.4401	C	8	240	530 – 680	40
		H	13,5	220	530 – 680	40
		P	75	220	520 – 670	45
	1.4404	C	8	240	530 – 680	40
		H	13,5	220	530 – 680	40
		P	75	220	520 – 670	45
Acciai austenitici stabilizzati	1.4541	C	8	220	520 – 720	40
		H	13,5	200	520 – 720	40
		P	75	200	500 – 700	40
	1.4571	C	8	240	540 – 690	40
		H	13,5	220	540 – 690	40
		P	75	220	520 – 670	40
Acciai austenitici basso C arricchiti al Ni	1.4318	C	8	350	650 – 850	35
		H	13,5	330	650 – 850	35
		P	75	330	630 – 830	45
	1.4362	C	8	450	650 – 850	20
		H	13,5	400	650 – 850	20
		P	75	400	630 – 800	25
Acciai duplex	1.4462	C	8	500	700 – 950	20
		H	13,5	480	700 – 950	25
		P	75	480	640 – 840	25

Note:

(1) C = nastri laminati a freddo, H = nastri laminati a caldo, P = lamiere laminate a caldo

(2) Proprietà delle sezioni trasversali

(3) Per materiali stirati e raddrizzati, il valore min. è inferiore del 5%

Profilati e lamiere in acciaio

I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate in tabella I prodotti in acciaio strutturale, lamiere e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo.

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6 Per quanto applicabili (¹)	UNI 5397-5398(³)	UNI EN 10034
Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata		UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C o U		UNI EU 54	UNI EN 10279
Angolari		UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T		UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti e lamiere		N/A	UNI EN 10029 (²) UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2
NOTE: (¹) Materiali da impiegare: S235, S275 e S355 JR, J0, J2 e K2 (UNI EN 10025-2, acciai non legati); S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine); S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine); S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione migliorata). (²) Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C. (³) Valide soltanto per le dimensioni; per le tolleranze di laminazione vale la UNI EN 10034.			

La scelta dei materiali deve essere riportata nei disegni di progetto. Per i profilati, le lamiere ed i tirafondi deve essere indicata a loro denominazione completa (ad es.: S275 J0 UNI EN 10025-2), come indicato dalle UNI EN 10020 e UNI EN 10027-1 e 2, con indicazione, se applicabile, dei rivestimenti superficiali e del grado di finitura, e della applicabilità della zincatura a caldo. I materiali indicati nel progetto dovranno essere conformi alle prescrizioni applicabili del presente capitolato. Il Progettista dovrà in particolare indicare il grado dell'acciaio (JR, J0, J2, K2) da adottare, in modo da evitare fragilità negli impieghi alle basse temperature. A tale scopo, per strutture sollecitate in flessione e/o trazione, in funzione degli spessori massimi previsti, dello stato di sforzo e della temperatura di riferimento *T_{Ed}*, potrà utilizzare la tabella 2.1 della norma UNI EN 1993-1-10. In mancanza di dati più precisi, si potrà assumere per *T_{Ed}* i valori di -25°C per strutture non protette e -10°C per strutture protette. La suddetta tabella 2.1 vale per elementi tesi, inflessi o tensoinflessi. Per elementi sicuramente sempre compressi si potrà valutare gli spessori massimi utilizzando la stessa tabella ma considerando, indipendentemente dallo sforzo reale, solo la colonna con $Ed = 0,25 f_y(t)$. Il Progettista dovrà poi valutare se nel progetto sussiste per alcuni dettagli strutturali il rischio del manifestarsi del fenomeno del *lamellar tearing* (strappo lamellare). In caso positivo, potrà prescrivere l'uso di acciai con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, secondo la norma UNI EN 10164. Per i dettagli nei quali è segnalato il rischio di strappo lamellare, l'Appaltatore dovrà dare evidenza di avere adottato idonei procedimenti di saldatura atti a minimizzare tali rischi. La valutazione può essere fatta calcolando il parametro *Z_{Ed}* secondo le indicazioni del §3 della norma UNI EN 1993-1-10, e ricavando, con l'ausilio della tabella 3.2 della norma UNI EN 1993-1-1, l'eventuale valore richiesto per la classe Z secondo UNI EN 10164. Se si sceglie un acciaio con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, esso va indicato nei disegni di progetto (ad esempio: S355 J2 UNI EN 10025-2 + Z25 UNI EN 10164). Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD"B" e CD"A") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima *f_{y,max}* dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%. Se i componenti devono essere zincati a caldo, al fine di ottenere rivestimenti con aspetto lucido ed omogeneo e con tessitura fine dello strato di zinco, ed allo scopo di evitare il rischio della formazione di rivestimenti eccessivamente spessi, con conseguente possibile danneggiamento del rivestimento in seguito ad urti, è preferibile utilizzare acciai appartenenti alle categorie A e B di cui al prospetto 1 della norma UNI EN ISO 14713-2, e precisamente:

- Categoria A: acciai con contenuto di silicio (Si) ≤ 0,04%, e fosforo (P) < 0,02%;
- Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si) > 0,14% e ≤ 0,25%, e fosforo (P) < 0,035%.

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Tolleranze
Acciai strutturali non legati	UNI EN 10025-2	UNI EN 10051
Acciai strutturali a grana fine	UNI EN 10025-3/4	UNI EN 10051
Acciai ad alto limite di snervamento per piegatura a freddo	UNI EN 10149-1/3 UNI EN 10268	UNI EN 10029, 10048, 10051, 10131, 10140
Lamiere di acciaio di qualità strutturali ridotte a freddo	ISO 4997	UNI EN 10131
Nastri e lamiere di acciaio ad alto limite di snervamento rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo	UNI EN 10346	UNI EN 10143
Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti)	UNI EN 10169	UNI EN 10169
Nastri stretti non rivestiti laminati a freddo di acciaio dolce per formatura a freddo	UNI EN 10139	UNI EN 10048 UNI EN 10140

Norme di riferimento:

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.

UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove.

UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.

UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo.

UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento.

UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi.

UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile.

UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.

UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente).

UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova. Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere.

UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm.

UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C.

UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.

UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato.

UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica.

UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.

UNI EN 10025-6:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

Saldature

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai.

UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni.

UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco.

UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici.

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili.

UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio.

UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

Preparazione dei giunti

UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas.

Preparazione dei giunti per l'acciaio.

Qualificazione dei saldatori

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai.

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

Controlli non distruttivi

UNI EN 1713:2003 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.

UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici.

UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 e 8.8. Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1. Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista. E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

Vite [classe]	Dado [classe]	Rondella [durezza]
4.6, 4.8	4, 5, 6 oppure 8	100 HV min.
5.6, 5.8	5, 6 oppure 8	
6.8	6 oppure 8	
8.8	8 oppure 10	100 HV min; 300 HV min (*)
10.9	10 oppure 12	
(*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN 1993-1-8 §3.6.1)		

Foro - bullone

Diametro nominale del bullone d [mm]	12	14	16	18	20	22	24	27 e oltre
Fori normali	1				2			3
Fori maggiorati	3			4			6	8
Asole corte	4			6			8	10
Asole lunghe					1,5 d			

Coppie di serraggio bulloni soggetti a trazione

Diametro [mm]	A _s [mm²]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	39	45	48	57	68	91
14	115	62	72	77	90	108	144
16	157	96	113	121	141	169	225
18	192	133	155	166	194	232	310
20	245	188	220	235	274	329	439
22	303	256	299	320	373	448	597
24	353	325	380	407	474	569	759
27	459	476	555	595	694	833	1110
30	561	646	754	808	943	1131	1508
36	817	1130	1318	1412	1647	1976	2635

Zincatura a caldo

La protezione mediante zincatura a caldo dei materiali deve essere conforme alla norma UNI-EN ISO 1461:2009 e UNI EN ISO 14713:2010 parti 1 e 2. Il Progettista deve sviluppare il progetto delle opere in modo da renderle compatibili con le esigenze del processo di zincatura a caldo. L'Appaltatore deve fornire al Progettista le opportune informazioni relative al processo di zincatura (dimensioni delle vasche, etc.) affinché il Progettista possa fissare le dimensioni massime per gli elementi, sciolti o composti mediante saldatura, da zincare. Ai fini della zincatura, di norma dovranno essere evitati elementi composti con saldatura che presentino marcate dissimmetrie sia nella geometria che nella disposizione ed estensione delle saldature, o che presentino spessori troppo diversi negli elementi semplici che li compongono, con rapporto tra lo spessore maggiore e quello minore comunque non superiore a 5. Devono essere evitate ampie superfici piane, ricavate da lamiere di esiguo spessore, non opportunamente irrigidite. Per gli elementi composti di notevole dimensione e peso, è opportuno che il Progettista predisponga gli opportuni punti di sollevamento da usare durante le operazioni di zincatura per sollevare l'elemento stesso. Al fine di ottenere una zincatura più uniforme possibile, è sconsigliabile zincare elementi composti mediante saldatura formati da elementi sciolti con caratteristiche chimiche dell'acciaio sensibilmente diverse. Le saldature di elementi strutturali da sottoporre a zincatura devono presentarsi prive di soffiature o porosità. Eventuali scorie vanno accuratamente rimosse prima della zincatura. E' vietato l'uso di vernici antispruzzo durante le operazioni di saldatura. Sono di norma vietate lavorazioni di piegatura e formatura meccanica di pezzi zincati a caldo. Se si eseguono operazioni di taglio e/o foratura di pezzi già zincati, occorre procedere al ripristino della zincatura lungo la superficie del taglio e/o foro. Per gli elementi composti da elementi sciolti assemblati mediante saldatura, è opportuno prevedere coppie di fori di sfiato, di diametro non minore di 10 mm, posti principalmente nelle zone del manufatto ove sono più probabili gli accumuli del bagno di zincatura. Le costolature di rinforzo di profili aperti ad U ed H devono essere opportunamente forate, o avere uno spigolo smussato, in modo da consentire il passaggio dello zinco ed evitare accumuli o formazione di bolle d'aria. Il diametro minimo dei fori deve essere orientativamente come da tabella seguente. Le piastre di base e/o di estremità di profili aperti devono essere opportunamente forate.

Fori di drenaggio

Dimensione caratteristica [mm]	Diametro minimo foro [mm]
< 25	10
25 – 50	12
50 – 100	16
100 – 150	20
> 150	25

Gli elementi tubolari devono essere muniti di adeguati fori, o intagli a V, di drenaggio per l'afflusso ed il deflusso dello zinco, posti il più possibile vicino possibile ai nodi di estremità degli elementi. L'area di tali forature non deve essere inferiore orientativamente al 25% della sezione del tubolare, e comunque il diametro non deve essere inferiore a 10 mm. Tutte le forature devono essere visibili ed ispezionabili. Le piastre di estremità devono essere forate. Il Progettista dovrà indicare la posizione e la dimensione delle forature nei disegni, in modo da non ridurre la resistenza degli elementi.

Le diaframature interne ai profili scatolati, se presenti, devono essere dotate di fori o di smussi ai quattro spigoli, per consentire il deflusso del bagno di zinco. L'estensione della superficie forata deve essere orientativamente

calcolata come da tabella seguente

Base + altezza della sezione trasversale [mm]	Area del foro [% area trasversale]
< 200	100%
200 – 400	40%
400 – 600	30%
> 600	25%

L'esecuzione dei fori o intagli di sfiato e drenaggio deve avvenire previa approvazione da parte del Progettista. Se si ravvisasse da parte dello Zincatore la necessità di nuove forature prima di procedere alle operazioni di zincaggio, deve essere chiesta l'approvazione preventiva dell'Appaltatore e, per suo tramite, del Progettista.

Nel caso di superfici a contatto, la saldatura deve essere continua su tutto il perimetro delle aree a contatto, per evitare il ristagno all'interno dei liquidi di decappaggio e flussaggio usati durante il processo di zincatura. E' comunque consigliabile praticare un foro di sfiato di diametro non minore di 10 mm.

Per quanto qui non espressamente specificato, al fine di progettare gli elementi strutturali in modo compatibile con le esigenze della zincatura, si dovranno seguire le indicazioni riportate nell'Appendice A della norma UNI EN ISO 14713 parte 2. L'Appaltatore deve esaminare il progetto al fine di determinare se esso possiede i requisiti necessari per una corretta applicazione della protezione mediante zincatura. Se l'Appaltatore ritiene che debbano essere apportate delle modifiche ad alcuni dettagli costruttivi per raggiungere tale scopo, deve svilupparli e sottoporli all'approvazione del Progettista. L'Appaltatore deve curare che l'assemblaggio degli elementi da zincare avvenga senza apprezzabili forzature. Se sono previste superfici/zone da non zincare in un elemento da sottoporre a zincatura, l'Appaltatore deve provvedere con idoneo mezzo a proteggere tali superfici/zone. Le superfici degli elementi da zincare devono risultare perfettamente pulite, esenti da ossidi, grassi ed altri contaminanti. Essi non devono presentare macchie di vernici non idrosolubili o etichette autoadesive. Il materiale zincato può essere sottoposto a trattamento di passivazione chimica in zincheria, se ritenuto necessario per incrementare la già notevole resistenza alla corrosione. Alcuni prodotti passivanti possono anche migliorare l'aderenza di successive applicazioni di vernici sul materiale zincato. Se si richiede la passivazione occorre, come richiesto dalla norma ISO 1461, avvertire lo zincatore se si vuole successivamente applicare una vernice. L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal Committente circa le condizioni ambientali dell'opera, la sua durata prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, può fissare in accordo con la Zincheria spessori maggiori, con riferimento alle indicazioni della UNI EN ISO 14713-1. Di tali scelte dovrà essere data evidenza, come detto al §17.1. Di norma sono da evitare spessori di zincatura maggiori di 250-300 µm, per evitare il rischio di distacco parziale del rivestimento in seguito ad urti accidentali..

Art. 2.1 - Chiusini in ghisa

A copertura dei pozzetti di ispezione e di allaccio delle utenze private alla pubblica fognatura, l'impresa dovrà provvedere alla fornitura e relativa posa in opera di chiusini di ghisa, dei tipi che verranno indicati dalla Direzione Lavori.

Chiusini e griglie stradali dovranno essere in ghisa con coperchi e telai a profilo perimetrale di combacio, a doppia angolatura, a figure contrapposte e battuta piana d'appoggio, lavorate per garantire la tenuta stagna tra le pareti e l'assenza assoluta del basculamento.

I prodotti finiti dovranno essere conformi alle disposizioni delle norme UNI EN 124:1995, UNI 1563:2012. In particolare per i chiusini in ghisa sferoidale dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la ghisa utilizzata per la fabbricazione dei chiusini dovrà essere una ghisa a grafite sferoidale di prima qualità, conforme alle norme UNI 1563:2012.
- la ghisa deve presentare una frattura grigia a grana fine, compatta, senza presenza alcuna di gocce fredde, screpolature, vene, bolle e altri difetti suscettibili di diminuzione di resistenza.
- la ghisa dovrà potersi lavorare con una lima o con scalpello e dovrà presentare poco ritiro durante il raffreddamento.

Per ogni lotto dovrà essere rilasciato un certificato di garanzia di produzione a normativa UNI EN 124:1995.

Tutti i coperchi, griglie e telai dovranno portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI-EN 124:1995 come riferimento alla norma;
- la classe corrispondente;
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- l'eventuale marchio di conformità.

A seconda delle opere i chiusini potranno essere di tipo ventilato o chiuso.

Le caratteristiche di griglie e caditoie potranno essere verificate dal Direttore dei Lavori che accerterà anche la loro rispondenza alle caratteristiche di progetto.

Art. 2.2 - Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

CAPO II – MODALITA' DI ESECUZIONE

Art. 2.3 - Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro

Per norma generale l'Impresa dovrà, nell'esecuzione di tutti i lavori appaltati, attenersi scrupolosamente alle migliori regole d'arte della tecnica, nonché alle prescrizioni che di seguito vengono elencate e, caso per caso, a quelle ulteriori indicazioni che potrà dare la Direzione dei Lavori. Dovranno essere osservate le norme tecniche relative alle tubazioni di cui al D.M. LL.PP. del 12.12.1985 (G.U.N.61 del 14.03. 1986) e dovranno altresì essere osservate le norme tecniche riguardanti le indagini geotecniche di cui al D.M. 11.3.1988.

Art. 2.4 - Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare, a sue spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza o con materiali, per qualità, misura e peso, inferiori a quelli prescritti, qualora egli non ottemperi all'ordine ricevuto, si procederà d'ufficio alla demolizione ed al rifacimento dei lavori sopradetti, addebitandoglieli. Se la Direzione dei Lavori presume che esistono difetti di costruzione, potrà ordinare l'effettuazione degli accertamenti che riterrà opportuni. Quando siano riscontrati dei vizi, saranno a carico dell'Appaltatore, oltre a tutte le spese per la loro eliminazione, anche quelle affrontate per le operazioni di verifica; in caso contrario l'Appaltatore avrà diritto al rimborso delle spese di verifica e di quelle per il rifacimento delle opere eventualmente demolite, escluso ogni altro indennizzo o compenso.

Art. 2.5 - Prove dei materiali

In correlazione a quanto è prescritto dai precedenti articoli circa la qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle analisi ed alle prove dei materiali impiegati, o da impiegarsi, a quelle di campioni da prelevare in opera sottostando a tutte le spese di prelevamento, di invio e di esperimento all'Istituto Sperimentale Competente secondo le richieste della Direzione Lavori. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio, munendoli di sigilli a firma del Direttore dei Lavori o di un suo delegato e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

Art. 2.6 - Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11/3/88, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Nella esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, totalmente responsabile di eventuali danni alle presone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori dalla sede del cantiere, alle pubbliche scariche, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate esse dovranno essere depositate in cantiere con accettazione della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore si applica il disposto del III comma dell'Art. 40 del Capitolato Generale d'Appalto (D.P.R. 16/7/62, n. 1063).

Art. 2.7 - Scavi in trincea per la posa dei tubi e loro successivo rinterro

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Per la posa di tubi si scaveranno trincee il cui fondo non dovrà presentare indossature o sporgenze rispetto ai piani delle livellette indicate nei profili longitudinali di progetto o di quelli che prescriverà la Direzione dei Lavori all'atto esecutivo, affinché i tubi si appoggino in tutta la loro lunghezza. Le sezioni trasversali di tali trincee dovranno

essere conformi a quelle tipo di progetto oppure a quelle altre che la Direzione dei Lavori riterrà opportune ordinare. In ogni caso nel prezzo forfettariamente offerto per gli scavi in trincea è compreso anche l'onere per l'esecuzione delle adeguate opere provvisorie quali casseri, puntelli, palancole, pannelli mobili tipo blindo, ecc., per sostenere le pareti di scavo onde evitare franamenti, oppure mantenere un'inclinazione della parete di scavo non superiore a quella di naturale declivio ed in ogni caso non verranno riconosciuti ed allibrati i maggiori scavi che l'impresa avrà eventualmente eseguito al di fuori di quello di progetto o di suo arbitrio. Dovrà perciò depositare i materiali riutilizzabili provenienti dagli scavi in modo d'ingombrare il meno possibile e mantenere libera da ogni ostacolo la zona stradale riservata al pubblico transito compatibilmente alla necessità dell'esecuzione dei lavori di montaggio e comunque ad una distanza minima di sicurezza dal limite esterno dello scavo onde evitare che l'accumulo del materiale frani nello scavo od il peso faccia franare le pareti di scavo, inoltre per garantire la sicurezza stradale al transito veicolare e pedonale gli scavi lungo strade e percorsi dovranno essere chiusi alla fine della giornata e riaperti il mattino seguente senza che l'impresa possa pretendere compensi aggiuntivi. In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli e dei pedoni, al di sopra degli scavi, si costruiranno adeguati ponti provvisori in legno, muniti di opportuni parapetti. Sarà cura ed onere dell'impresa provvedere alla cernita ed al recupero dei materiali di pavimentazione che eventualmente si potessero reimpiegare nei ripristini ed al loro deposito nei pressi del luogo di reimpiego separatamente dal restante materiale di risulta. Per i reinterri si riutilizzeranno i materiali provenienti dagli scavi in precedenza depositati lungo uno od entrambi i lati dello scavo, qualunque sia la consistenza e lo stato di costipamento delle materie stesse. Salvo disposizioni in contrario, da imporsi a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, il reinterro della condotta avverrà a tratti, una volta eseguita, con esito favorevole, la prova di collaudo. Nel palleggiamento delle materie fuori dai cavi, si dovrà tenere separata l'eventuale terra coltivata per tutto il suo spessore dalle altre materie, ghiaiose o rocciose; nel successivo riempimento, dopo aver posato i tubi, eseguiti i giunti ed i rinfianchi, verranno per primo riversate le materie terrose che verranno battute sui fianchi delle condotte e per almeno 20 cm. al di sopra delle stesse, per difenderle dalle rotture e rincalzarle solidamente. Dopo verranno riversate le materie ghiaiose frammiste a grossi massi ed in ultimo la terra coltiva. Nei tratti di trincea ricadenti eventualmente per tutta la loro altezza nella roccia, le materie sciolte necessarie per costituire il primo strato a protezione delle condotte, saranno fornite dalla eventuale esuberanza in altri tratti e da cave di prestito. Nel riempimento dei cavi si dovranno usare tutte le cautele necessarie per non danneggiare i tubi, in ogni caso il riempimento deve essere eseguito a cordoli di cm. 25 circa di altezza, pigiati e battuti regolarmente strato per strato, in modo da ottenere un perfetto assodamento e fino a raggiungere un livello convenientemente superiore a quello del terreno o della strada circostante, per tener conto del successivo assestamento affinché non si intralci od interrompa il traffico stradale. Prima di eseguire scavi in vicinanza di fabbricati, muri di sostegno o di qualsiasi opera muraria (ove assolutamente vietato l'uso delle mine) l'impresa dovrà accertarsi dello stato delle murature e delle profondità delle fondazioni, sospendendo ogni lavoro quando possono temersi danni in conseguenza dei detti scavi. In questi casi l'Impresa ne informerà immediatamente la Direzione dei Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e nel frattempo dovrà provvedere d'urgenza ad eseguire puntellamenti e quanto altro necessario per evitare danni. Per tutti gli oneri derivanti dalle precedenti descrizioni, l'Impresa non avrà diritto ad alcun compenso speciale, intendendosi che i prezzi unitari per detti scavi e di cui al successivo elenco, già tengono conto di tali oneri e resteranno in ogni caso invariati. I prezzi degli scavi in trincea per le condotte resteranno invariati anche se si dovesse modificare in tutto od in parte il tracciamento previsto per le condotte stesse. Quando nei vani degli scavi si rinvenissero tubi di gas o di acqua, cavi o condutture di pubblici servizi, ecc., l'impresa dovrà a sue spese e con la massima cura sospenderli con funi e travi sufficientemente resistenti, esercitando una sorveglianza attiva e continua per evitare fughe e rotture ed ottemperando a tutte le istruzioni ed ai suggerimenti che fossero impartiti dagli Enti proprietari. Quando nella esecuzione degli scavi vi sia anche solo la possibilità di rinvenire cavi elettrici, essa dovrà vigilare a che gli operai adottino tutte le precauzioni per evitare danni e disgrazie. Appena scoperti i cavi o le tubazioni farà avvertire tosto gli Enti proprietari, uniformandosi ad eseguire tutte le opere ed adottare le cautele e prescrizioni che fossero suggerite, il tutto a suo esclusivo carico e responsabilità. Tutte le riparazioni che si rendessero necessarie per rotture di condutture o cavi, prodotte dagli operai o causate da incuria ed inosservanza delle norme sopra descritte, saranno a carico dell'Impresa, mentre saranno a carico dell'Amministrazione appaltante e compensate mediante presentazione delle relative liste in economia, tutte quelle opere che saranno prescritte dagli Enti proprietari o dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessuno pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

Art. 2.8 - Rilevati e reinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di reinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in

generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

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

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

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

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla direzione dei lavori. E' vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

E' obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scorticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 2.9 - Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Art. 2.10 - Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato del D.M. 27 luglio 1985 n. 37.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati

alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dal DM 17-01-2018.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel DM 17-01-2018.

La resistenza caratteristica richiesta dal conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera nei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 3 del succitato Allegato.

Norme di esecuzione per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nel DM 17-01-2018 In particolare:

- gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.
- il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.
- non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.
- le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minore sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature da eseguire in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro.

Per barre di acciaio inossidato a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.

Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 e del DM 17-01-2018 vigente, concernenti le norme stesse e quelle a struttura metallica.

Art. 2.11 - Strutture prefabbricate

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel DM 17-01-2018

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64 e DM 17-01-2018

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella

"dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

Posa in opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Unioni e giunti

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

Appoggi

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a $8 \text{ cm} + 1/300$, essendo "I" la luce netta della trave.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere forze orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto. Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Art. 2.12 – Posa in opera di condotte in PEAD

Tubazioni in genere

Le tubazioni saranno normalmente valutate al metro lineare per il loro effettivo sviluppo. Se non diversamente specificato nelle relative voci di contratto, saranno compresi tutti quei pezzi speciali necessari per giunzioni, curve, derivazioni e montaggio di apparecchiature.

Pozzetti di manovra, ispezione ecc. I pozzetti di manovra, sfiato, scarico, quelli di deviazione, incrocio, caduta, le caditoie e simili, saranno, se non diversamente specificato nelle relative voci di contratto, valutate a numero e comprenderanno oltre il manufatto, le relative opere per eventuale formazione di sagomature e pendenze del fondo, rivestimenti, pezzi speciali quali tegole di fondo, pilette, eventuali guarnizioni o bicchieri di imbocco in entrata ed uscita nelle pareti e dispositivi di chiusura e coronamento e comunque se non diversamente detto, ogni componente compreso entro il volume del manufatto.

Pezzi speciali ed apparecchiature Se non diversamente specificato, saranno valutati a numero e comprenderanno ogni accessorio, quali guarnizioni, bullonerie, eventuali selle di appoggio o staffe e simili.

Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

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

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la

generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

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

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "*Movimentazione delle tubazioni*" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo al punto 2.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Giunzioni dei tubi

Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Art. 2.13 – Collaudo delle condotte in PEAD

Secondo il Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 le condotte realizzate devono essere sottoposte ad una prova di tenuta idraulica allo scopo di verificare che i componenti della rete non diano luogo a

perdite. Tale decreto, tuttavia, non prescrive i tempi e le modalità di esecuzione della prova, che pertanto devono essere indicati nel capitolato d'opera o nel capitolato speciale d'appalto. Va tenuto presente che pressioni, temperature della condotta e tempi di collaudo troppo elevati possono danneggiare la tubazione in PE in tale fase. I documenti di riferimento per la corretta esecuzione del collaudo sono i seguenti:

- Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici del 12 dicembre 1985
- Norma tecnica UNI 11149
- Altre informazioni contenute nel capitolato d'opera

Requisiti ed operazioni preliminari:

Le attrezzature impiegate per il collaudo devono essere tarate e le norme relative alla sicurezza delle operazioni di collaudo devono essere rispettate ed applicate dal personale addetto.

NOTA importante: la prova di collaudo deve essere eseguita sulla condotta installata comprensiva di tutti i raccordi. Gli organi di intercettazione devono essere inclusi qualora questi siano dimensionati per la pressione di collaudo. In caso contrario, essi devono essere esclusi mediante l'applicazione di opportuni dischi di intercettazione.

La lunghezza di ogni tratta di condotta di polietilene da collaudare può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque sempre non superiore a 800 metri.

La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante flange imbullonate o mediante tappi saldati; è sconsigliato l'impiego di valvole chiuse alle estremità della condotta come mezzo di sezionamento durante la prova. È necessario prevedere meccanismi di sfiato dell'aria nei punti più alti della condotta. La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo.

Il punto di pompaggio della pressione deve essere collocato, quando possibile, nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento. Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico e un maggior controllo durante l'esecuzione della prova.

Il collaudo deve essere eseguito dopo il ricoprimento della condotta lasciando scoperti solamente i giunti. È opportuno raggiungere un buon livello di compattazione del terreno di ricoprimento per impedire eccessivi movimenti della condotta durante la pressurizzazione.

Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni poiché le stesse proprietà visco-elastiche del materiale potrebbero alterare negativamente il risultato. Dopo aver effettuato il ricoprimento è quindi opportuno attendere 24 ore prima di effettuare il collaudo affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti scoperte della condotta devono essere temporaneamente protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare.

Il sistema di pressurizzazione può essere meccanico o manuale e deve essere opportunamente dimensionato per realizzare la pressione di collaudo richiesta. Tutte le guarnizioni e valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

Preparazione

Prima del riempimento della condotta è necessario aprire i dispositivi manuali di sfiato dell'aria.

L'acqua impiegata per il collaudo deve essere di qualità tale da non contaminare la condotta e l'acqua convogliata durante il successivo funzionamento.

Effettuare quindi un lento riempimento con acqua, alla velocità inferiore a 1 m/s, evitando di generare colpi di ariete e facilitando l'espulsione dell'aria.

Dopo essersi assicurati di aver riempito completamente la condotta e di aver espulso l'aria si chiudono i dispositivi di sfiato. I dispositivi automatici vanno comunque controllati regolarmente durante la prova.

La condotta completamente piena deve essere lasciata a stabilizzare per un minimo di 3 ore ma è preferibile eseguire la prova di tenuta 24 ore dopo il riempimento.

Applicazione della pressione di prova

La procedura di applicazione della pressione di prova si articola come segue:

Pressurizzazione: chiudere le valvole di sfiato e portare progressivamente la condotta a alla pressione di collaudo **P_{coll}**, definita come:

$$P_{coll} = 1,5 \cdot P_E$$

Dove:

P_{coll} = pressione di collaudo. Tale valore non può comunque essere inferiore a **PE** +2 (bar) o a 6 bar

PE = massima pressione di esercizio ammessa in uso continuo (MOP).

NOTA 1: Per il PE100 si consiglia, anche se non espressamente indicato nella norma, di non superare la pressione di collaudo **P_{coll} ≤ MOP + 5 (bar)**

NOTA 2: Nel caso di tubazioni soggette a temperature di collaudo superiori a 20 °C occorrerà tenerne conto moltiplicando **P_{coll}** per un coefficiente di riduzione della pressione **CT**, definito come:

$$C_T = 1,260 - 0,013 \cdot T$$

Nella tabella 1 sotto sono riportati i valori di CT per diverse temperature

Tab. 1

$T (^{\circ}C)$	C_T
20	1
25	0.94
30	0.87
35	0.81
40	0.74

Mantenimento: mantenere P_{coll} per 30 minuti ripristinando eventuali cadute di pressione con successivi pompaggi, in modo da compensare l'aumento di volume dovuto alla dilatazione della condotta. Effettuare l'ispezione del sistema per individuare eventuali perdite.

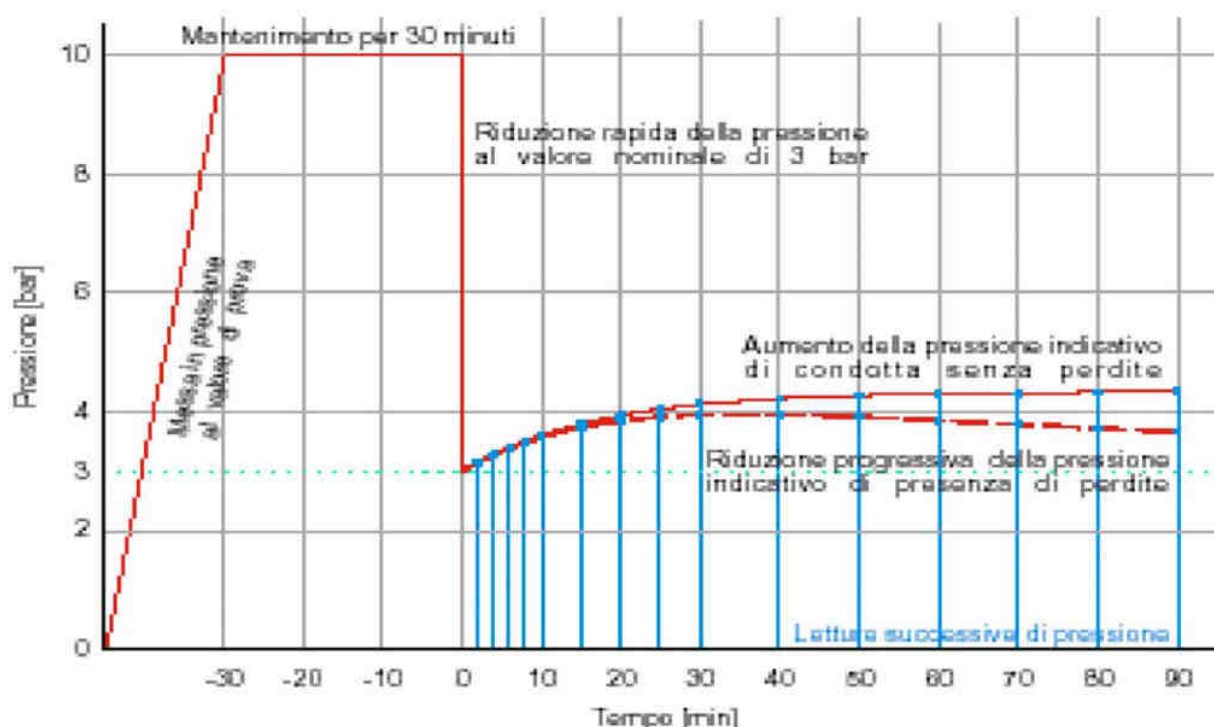
Riduzione della pressione: Ridurre progressivamente la pressione fino a raggiungere la pressione di 3 bar, spillando dalla valvola di sfiato.

ContraZIONE: per effetto del comportamento visco-elastico del polietilene, il diametro della condotta tenderà a contrarsi causando un aumento della pressione. In tale fase, registrare per 90 minuti (successivamente allo spillamento) la pressione all'interno della condotta. La frequenza di registrazione è indicata nella tabella 2.

Tab. 2

Tempo trascorso (min)	Frequenza di lettura (min)	N. di letture
0-10	2	6
10-30	5	4
30-90	10	6

Il collaudo è superato se durante la fase di contraZIONE si registra sempre un valore crescente o stabile della pressione. All'opposto, valori decrescenti di pressione sono indicativi di perdite nel sistema. In questo caso è consigliabile controllare prima i giunti meccanici e poi quelli saldati. Dopo aver individuato e rimosso le perdite è opportuno ripetere il collaudo. Il grafico sottostante mostra l'andamento della pressione all'interno della condotta nelle varie fasi del collaudo. Le linee blu simboleggiano gli intervalli di tempo nei quali dovranno essere effettuati i rilievi di misura della pressione, come definito nella tab. 2



Redazione del verbale di collaudo:

Il verbale di collaudo deve riportare in dettaglio i parametri e i risultati della prova, quali:

- Data di esecuzione
- Luogo e localizzazione del tratto di condotta
- Planimetria del progetto

- Impresa esecutrice e operatori incaricati
- Direzione lavori e controparte
- Materiale impiegato per la realizzazione della condotta
- Norma di riferimento
- Diametro esterno, spessore e lunghezza
- Pressione massima di progetto **PE**
- Tempo di stabilizzazione
- Pressione di prova
- Temperatura dell'acqua (con eventuale coefficiente di riduzione **CT**)
- Grafico dell'andamento delle pressioni durante le fasi di applicazione della pressione
- Esiti

Art. 2.14 – Esecuzione delle pavimentazioni

Pavimentazioni in genere

Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei tagli, dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, linee di contatto con apparecchiature o manufatti ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione. L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate o ai calcestruzzi di sottofondo stradale di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco. Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata. Sarà di norma prescritto il lavaggio quando in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie, sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dalla azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

Prima di stendere qualsiasi tipo di conglomerato bituminoso, le superfici interessate dovranno essere trattate con apposita mano di ancoraggio di emulsione. I prodotti per pavimentazioni stradali da stendere sulle superfici così preparate dovranno rispondere ai requisiti indicati nell'apposito capitolo sulla qualità dei materiali. La loro posa in opera sarà eseguita di norma a mezzo di spanditrici/finitrici a temperatura non inferiore a 120° e successivamente compressi con rullo a rapida inversione di marcia, di peso adeguato. La superficie dovrà essere priva di ondulazione: un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa non dovrà avere la faccia di contatto distante più di 5 mm e solo in qualche punto singolare del piano.

Prodotti per pavimentazioni stradali Bitumi

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 2” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

Bitumi liquidi

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 7” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

Emulsioni bituminose

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 3” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Catrami

Debbono soddisfare alle “Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali” di cui al “Fascicolo n. 1” del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione. Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125, C

125/500.

Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %. Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti. Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite. I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione. La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali. L'approvazione della D.L. circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera. Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva. Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito. Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%. Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

Strato di fondazione in misto granulare

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale, potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienza diversa.

Lo spessore della fondazione sarà quello di progetto e la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	70 - 100
Crivello 25	60 - 87
Crivello 10	35 - 67
Crivello 5	25 - 55
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,4	7 - 22
Setaccio 0,075	2 - 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65;
- 6) indice di potenza CBR dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non inferiore di 50.

Modalità esecutive

Il piano posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da

materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccessivo di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi, del peso di 14 - 18 t e la compattazione verrà spinta a fondo, sino a che non si verifichino cedimenti.

Sullo strato di fondazione compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, cioè, tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento e di asportazione del materiale fine legante e di disgregazione, interessanti almeno la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

Strato di base - misto di fiume bitumato

Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme CNR sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore dello strato è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Materiali inerti

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati o da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.
- In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da inerti duri a superficie ruvida puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare ed una pezzatura massima di 40 mm.
- L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:
- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. CNR n. 27 (30 marzo 1972) superiore a 50.
- Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 120/150.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 - 100
Crivello 25	70 - 95
Crivello 15	45 - 70
Crivello 10	35 - 60
Crivello 5	25 - 50
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0,4	6 - 20
Setaccio 0,18	4 - 14
Setaccio 0,075	4 - 8

Il totale di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5 ed il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Trattamenti superficiali - Strati di collegamento (binder) e di usura.

La parte superiore della sovrastruttura stradale può essere costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dal progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953) mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Materiali inerti

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

Tale aggregato sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- Per strati di collegamento:
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 n/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. fascicolo IV/1953) con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.
- In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R. fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.
- Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 - 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento avrà penetrazione 120/150 per gli strati di usura dovrà essere in penetrazione salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere ai requisiti indicati nelle "norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. fasc. 11/1951.

Miscela

1) *Strato di collegamento (binder)*. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % totale in peso
Crivello	25	100
Crivello	15	65 - 100
Crivello	10	50 - 80
Crivello	5	30 - 60

Setaccio	2	20 - 45
Setaccio	0,4	7 - 25
Setaccio	0,18	5 - 15
Setaccio	0,075	4 - 8

Le percentuali in peso dei componenti il conglomerato dovranno essere le seguenti:

- aggregato grosso 70 %
- sabbia 22 %
- additivo 3 %
- bitume 5 %

- 2) *Strato di usura*. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 0,4	12 - 24
Setaccio 0,18	7 - 15
Setaccio 0,075	6 - 11

Le percentuali in peso dei componenti il conglomerato dovranno essere le seguenti:

- graniglia 57 %
- sabbia 31 %
- additivo 5,5 %
- bitume 6,5 %

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4 % e 8 %.

Ad un anno dall'apertura al traffico il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3 % e 6 % ed impermeabilità praticamente totale.

Confezione e stesa degli impasti

I conglomerati saranno confezionati mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Il dosaggio dei componenti delle miscele dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, e quella del legante tra 150 e 180 °C.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Nella composizione dei conglomerati non saranno ammesse variazioni superiori allo 0,5% in più o in meno per quanto riguarda il bitume e l'additivo ed al 5% per quanto riguarda gli altri componenti.

Quando dai risultati delle prove di laboratorio risultasse che la percentuale di bitume fosse in difetto si farà la detrazione del valore del bitume mancante in tutto il conglomerato messo in opera, sempre che lo stesso sia ritenuto accettabile dalla Direzione Lavori.

Stesa in opera degli impasti

Gli impasti bituminosi potranno essere stesi sia sulla fondazione stradale precedentemente eseguita, sia pavimentazioni bituminose esistenti.

In questo caso l'ancoraggio alla pavimentazione deve essere attuato mediante la stesa di emulsione bituminosa in quantità di 0,5 Kg per mq, previa pulizia del piano viabile bitumato.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e dei margini che devono essere curati ed eventualmente costipati a mano.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

L'esecuzione del lavoro deve essere tale da interessare l'intera larghezza del piano viabile entro la fine di ogni giornata.

La composizione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso (6 - 12 t.) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Art. 2.15 – Malta tixotropica antiritiro

Preparazione del supporto

Occorre innanzitutto asportare il calcestruzzo ammalorato mediante idroscarifica (2000/3000 atm – 12/18 litri) o picchettatura meccanica/manuale. La superficie così preparata dovrà avere una ruvidità di circa 5 mm ed i ferri di armatura esistenti dovranno essere puliti dalla ruggine. Dovrà essere inoltre valutato se sia necessario predisporre ferri di armatura integrativi nel caso in cui le armature originarie siano fortemente corrose. E' necessario saturare la superficie con acqua prima di procedere con l'applicazione della malta.

Miscelazione della malta

La miscelazione può essere effettuata in betoniera o intonacatrice fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi (5 ÷ 10 min). Le malte vanno mescolate con acqua, in modo da ottenere una malta tixotropica con uno spandimento del 70% nella tavola a scosse con 15 colpi o autolivellante con uno spandimento del 150% nella tavola a scosse senza colpi.

Applicazione della malta

Le malte possono essere applicate a mano o a spruzzo in spessori da 1 a 5 cm o per colaggio in cassero in spessori fino a 10 cm.

Art. 2.16 – Movimenti di materie

Norme generali I movimenti di materie per la formazione della sede stradale, per la posa delle condotte e per i getti delle fondazioni saranno calcolati con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base dei profili rilevati. Per quanto riguarda la larghezza delle fosse si rimanda alle norme indicate al successivo punto b). Ai volumi totali risultanti di scavo o di rilevato finito ed assestato, saranno applicati i relativi prezzi di elenco secondo le distinzioni di essi indicate e di seguito specificate. Gli scavi di fondazione saranno valutati a pareti verticali, con la base pari a quella delle relative murature sul piano di imposta, anche nel caso in cui sia ammesso lo scavo con pareti a scarpa. Ove negli scavi e nei rilevati l'impresa adottasse dimensioni maggiori di quelle prescritte, i volumi eccedenti non saranno comunque conteggiati: la direzione dei lavori si riserva inoltre di accettare lo stato di fatto, ovvero di obbligare l'impresa ad eseguire a sua cura e spese tutti quei lavori in terra o murati che si rendessero necessari per assicurare la funzionalità dell'opera a proprio giudizio insindacabile. Nel prezzo degli scavi è compreso ogni onere: per presenza di acqua nei cavi o per la relativa educazione (acqua di fognatura compresa) e per le opere provvisorie di difesa delle acque stesse; per l'esecuzione di scavi in acqua a qualsiasi profondità di materie ed anche melmose; per il carico, il trasporto, lo scarico a rifiuto del materiale eccedente ai rinterri, ovvero lo scarico in deposito provvisorio, e la ripresa e sistemazione a rinterro, del materiale di risulta che non fosse possibile disporre lungo il cavo, per disfaccimento delle massicciate e l'accatastamento del materiale reimpiegabile, per la formazione, il mantenimento ed il disarmo di tutte le sbadacchiature e i puntellamenti che si rendessero necessari per la demolizione di tutti i manufatti inutili indicati dalla direzione lavori rinvenuti negli scavi, per la salvaguardia, la conservazione ed il corretto funzionamento in corso di lavori di tutte le condotte, le canalizzazioni, i cavi e gli altri manufatti utili rinvenuti negli scavi, per le soggezioni derivanti dal mantenimento della circolazione pedonale e veicolare con le conseguenti opere provvisorie, segnalazioni stradali e vigilanza relativa.

Norme di valutazione La larghezza delle fosse per i manufatti in c.c.a. semplice od armato, gettati in opera o

prefabbricati (pozzi di ispezione di incrocio, salti di fondo, fondazioni ecc.) sarà considerata pari alla larghezza di progetto del manufatto (massimo ingombro).

Per la posa in opera di condotte prefabbricate (tubi), la larghezza delle fosse (naturalmente qualora lo scavo non sia incluso nel prezzo) sarà computata a pareti verticali con la larghezza della sezione di scavo pari alla larghezza della sagoma esterna di progetto della condotta di cm 20 per parte.

Scavi in genere Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi. La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:
- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione e per la posa delle condotte, se non diversamente specificato nelle singole voci dei lavori, saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione o la larghezza prescritta per le condotte per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo. Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Art. 2.17 – Pezzi speciali ed apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Prova d'isolamento e protezione catodica

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

Art. 2.18 – Carpenteria metallica

L'Appaltatore deve organizzare il proprio cantiere in modo da soddisfare i requisiti tecnici che garantiscono la sicurezza dei lavori, mostrando di aver esaminato e preso in considerazione almeno i seguenti punti, se pertinenti:

- a) impiego dei mezzi di sollevamento e loro manutenzione;
- b) viabilità interna e di accesso;
- c) condizioni del terreno influenzanti la sicurezza dei lavori;
- d) possibili cedimenti dei supporti di montaggio delle strutture;
- e) conoscenza dettagliata degli *underground*, dei cavi sospesi e degli eventuali ostacoli;
- f) limitazioni dimensionali e di peso dei componenti da spedire in cantiere;
- g) condizioni ambientali del sito;
- h) strutture adiacenti influenzanti il montaggio;
- i) procedure di cooperazione con altri Appaltatori agenti nel sito;
- j) disponibilità di utenze;
- k) carichi massimi di stoccaggio e di montaggio ammessi sulle strutture;
- l) controllo del getto di calcestruzzo per strutture composte.

L'Appaltatore deve redigere per ogni opera un opportuno Metodo di Montaggio, tenendo in conto la tipologia del progetto quale appare dai documenti progettuali e le eventuali prescrizioni ivi contenute, affinché le attività di montaggio siano svolte in totale sicurezza ed al fine di raggiungere il livello di qualità stabilito per l'opera nei tempi stabiliti dal programma temporale. Tali procedure devono essere consegnate al Direttore dei Lavori per approvazione, prima dell'inizio di ogni attività di montaggio. Il Direttore dei Lavori, prima di dare la propria approvazione, deve richiedere l'esame del Metodo di Montaggio da parte del Progettista ed ottenere la sua approvazione scritta, al fine di certificare che il metodo di montaggio previsto dall'Appaltatore non sia in contrasto con i requisiti e le ipotesi progettuali e non ne diminuisca il livello di sicurezza. Le attività di montaggio di un'opera non possono iniziare prima che il relativo Metodo di Montaggio sia stato approvato dal Direttore dei Lavori.

Nel Metodo di Montaggio devono essere inclusi, se pertinenti, i seguenti punti:

- Posizione e tipologia delle connessioni delle strutture da effettuare in opera;
- Pesi e dimensioni massime degli elementi da montare;
- Sequenze di montaggio;

- Stabilità dell'opera in fase di montaggio. A tale scopo il Progettista deve rendere noto all'Appaltatore la posizione nella struttura di controventature temporanee, impalcati metallici o altri ritegni che sono necessari per garantire la stabilità di ogni singolo elemento o dell'intera struttura, se previsti a pro-getto;
- Condizioni per la rimozione delle controventature provvisorie di montaggio;
- Qualsiasi circostanza che possa causare rischi durante le fasi di montaggio;
- Metodi previsti per l'allineamento delle strutture e per l'inghisaggio delle stesse;
- Risultati da eventuali attività di premontaggio;
- Vincoli provvisori da imporre per assicurare la stabilità prima delle operazioni di saldatura in opera e per tenere sotto controllo eventuali deformazioni locali;
- Apparecchiature di sollevamento necessarie;
- Necessità di marcare pesi e baricentri per pezzi pesanti e/o irregolari;
- Relazione tra pesi da sollevare e raggio d'azione dei mezzi di sollevamento impiegati;
- Identificazione delle azioni di ribaltamento causate dal vento durante le fasi di montaggio, ed indicazione del metodo per contrastarle;
- Metodi per far fronte ai rischi per la sicurezza;
- Realizzazione di aree di lavoro sicure e di mezzi sicuri di accesso ad esse;
- Devono essere pianificate sequenze di fissaggio di lamiere grecate per solette composte acciaio-calcestruzzo tali da garantire che le lamiere siano adeguatamente supportate dalle travi prima del fissaggio, e che siano fissate alle strutture prima di essere impiegate come mezzo di accesso ad altre aree di lavoro;
- Le lamiere grecate non devono essere usate come mezzo di accesso per la saldatura di piolature, se non precedentemente fissate alle strutture;
- Sequenze di posa in opera e metodi per assicurare e sigillare cassature, prima di impiegarle come mezzo di accesso per altre operazioni di costruzione.

L'Appaltatore deve predisporre disegni di montaggio che fanno parte integrante del Metodo di Montaggio.

Essi devono contenere le seguenti informazioni:

- piante ed elevazioni in una scala tale che tutte le marche di montaggio dei singoli componenti siano visibili;
- assi delle strutture, la posizione degli appoggi e l'assemblaggio dei componenti insieme alle tolleranze di montaggio ammesse;
- le piante delle fondazioni devono mostrare l'orientamento delle basi delle colonne e di altre strutture in contatto diretto con le fondazioni, la quota delle fondazioni e la quota d'imposta delle strutture, il giusto livello di dettaglio per la posa in opera dei tirafondi, il metodo di supporto provvisorio previsto durante il montaggio e l'inghisaggio previsto;
- le eventuali opere provvisorie necessarie per il montaggio;
- i pesi dei componenti maggiori di 5 ton e la posizione dei baricentri dei componenti molto irregolari.

I componenti devono essere movimentati e accuratamente stoccati in modo da minimizzare il rischio di abrasioni o danni alle superfici. Gli elementi per le connessioni e gli elementi metallici di piccole dimensioni devono essere immagazzinati in spazi chiusi e asciutti. Ogni danno alla struttura metallica durante la fase di scarico, trasporto, stoccaggio o messa in opera deve essere riparato in modo tale da rispettare i limiti di lavorazione indicati in questo CT. Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4 deve essere preparata una procedura riguardo ai metodi di riparazione da adottare. Le parti connesse dalle bullonature devono essere a stretto contatto. Qualora vi sia uno spazio tra gli elementi che possa compromettere l'integrità della connessione, esso deve essere colmato mediante l'inserimento di opportuni spessori. Se la mancanza di corrispondenza delle connessioni non può essere risolta con l'uso di spessoramenti, i pezzi devono essere modificati in modo opportuno, garantendo che le prestazioni strutturali non subiscano penalizzazioni in fase di montaggio e in fase di esercizio. Se durante il montaggio si rileva un disallineamento dei fori, si può ricorrere all'alesaggio dei fori stessi purché il diametro finale dei fori rientri nei limiti stabiliti per la categoria dei "fori maggiorati" di cui alla tabella 9.6.1, e solo dopo avere richiesto ed ottenuto il parere favorevole del Progettista, di cui deve restare evidenza. Per consentire un appropriato allineamento e livellamento della struttura sulle fondazioni, possono essere utilizzati spessori in acciaio, purché presentino superfici piane ed adeguata resistenza alla deformazione. Se essi vengono lasciati in opera durante l'inghisaggio, la malta deve ricoprirli totalmente per almeno 25 mm in ogni direzione. Se la messa in bolla della base delle colonne avviene mediante dadi di livellamento posti sotto le piastre di base, questi possono essere lasciati in posizione a meno che non sia specificato diversamente. I dadi devono essere scelti in modo da assicurare che siano adatti a mantenere la stabilità della struttura senza mettere a repentaglio la prestazione dei bulloni di ancoraggio. L'inghisaggio della base delle colonne non deve essere effettuato fin tanto che una sufficiente parte della struttura non sia stata allineata, messa a livello o a piombo e adeguatamente controventata. Immediatamente prima del getto della malta di riempimento, lo spazio sotto la base delle colonne deve essere pulito e liberato da ogni elemento estraneo. I materiali per l'inghisaggio possono essere malte di cemento Portland o malte premiscelate. Calcestruzzo con inerti di basso diametro può essere usato solo per spessori d'inghisaggio maggiori di 50 mm. Il materiale d'inghisaggio

deve essere posto in opera in modo da non lasciare vuoti o vespai. A tale scopo opportuni fori di sfiato devono essere predisposti nelle piastre di base. I fori nelle piastre di base delle colonne per i tirafondi possono avere un diametro maggiorato in modo tale da consentire aggiustamenti. In tal caso è necessario l'uso di rondelle di grosso spessore da porre tra i dadi e la piastra di base. L'Appaltatore deve progettare e prevedere i ritegni e le controventature provvisorie. L'Appaltatore deve assicurare che nessuna parte della struttura venga permanentemente danneggiata dall'accumulo dei materiali o dai carichi dovuti alle fasi di montaggio degli elementi. Il Committente deve assicurare che non siano applicati carichi sulla struttura parzialmente montata senza il permesso dell'Appaltatore. Ogni parte della struttura deve essere allineata appena possibile, dopo che è stata messa in opera. Non devono essere realizzate connessioni permanenti fra i diversi componenti finché sufficienti parti della struttura non siano state allineate, messe a livello, a piombo e connesse temporaneamente per garantire che questi componenti non subiscano spostamenti durante le successive fasi di montaggio o allineamento del resto della struttura.

Tolleranze di montaggio

Le tolleranze di montaggio definite "essenziali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle il cui mancato rispetto può pregiudicare la stabilità e/o la resistenza delle strutture. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del montaggio. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere informato il Direttore dei Lavori e dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere.

Le tolleranze di montaggio "funzionali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, di compatibilità con macchinari (es. carroponti) o apparecchiature, etc. Esse sono distinte in due classi, 1 e 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda. L'Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, per tali tolleranze, la classe più opportuna per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture stesse e delle interfacce con altri elementi strutturali o non strutturali.

Tolleranze di fabbricazione

Le tolleranze di fabbricazione definite "essenziali" di cui alla UNI EN 1090-2, §11.1 e tabelle D.1.1 – D.1.10, sono quelle il cui mancato rispetto può alterare alcune ipotesi sulle quali le strutture sono state calcolate. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del processo di fabbricazione. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere, che potrebbero consistere anche soltanto in un ricalcolo dell'elemento strutturale interessato, che dimostri, nonostante le non conformità geometriche, comunque il rispetto dei requisiti di stabilità e resistenza stabiliti dalle norme. Delle non conformità e della azione correttiva adottata dovrà essere data comunicazione al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le tolleranze di fabbricazione "funzionali" di cui alla UNI EN 1090-2 tabelle D.2.1 – D.2.13 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, etc. L'Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, tra tali tolleranze, la classe più opportuna (1 o 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda) per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture e delle interfacce con altri elementi strutturali o non strutturali.

Verniciatura e zincatura

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo. L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici. Di norma nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni; saranno esclusi soli i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti. La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali ferrosi già lavorati, mediante immersione in zinco fuso (zincatura a caldo) conformemente alle indicazioni della UNI 5744; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e comunque su precisa autorizzazione della Direzione Lavori.

Art. 2.19 – Pozzetti prefabbricati e gettati in opera

Pozzetti prefabbricati.

La messa in opera di pozzetti prefabbricati a sezione quadrata deve essere preceduta da un appropriato scavo e livellazione del piano di posa mediante la stesura di pietrisco o ghiaia; se necessario, la direzione dei lavori potrà anche ordinare l'esecuzione di una platea sulla quale poggerà il manufatto.

I pozzetti prefabbricati a sezione quadrata devono avere dimensioni commerciali e possibilmente quelle previste dalla relativa voce dell'elenco prezzi.

Le dimensioni dei pozzetti devono corrispondere a quelle di progetto oppure prescritte dal direttore dei lavori all'atto esecutivo; nessun maggiore compenso sarà corrisposto all'appaltatore se questi di sua volontà e convenienza, costruirà pozzetti più grandi di quelli previsti.

Pozzetti gettati in opera.

I pozzetti gettati in opera devono avere, per essere contabilizzati a corpo, le dimensioni interne previste dall'elenco prezzi e lo spessore delle pareti di calcestruzzo conforme a quanto prescritto dal direttore dei lavori all'atto esecutivo.

Se i pozzetti sono soggetti al passaggio dell'acqua, il loro fondo deve essere costituito da una platea di calcestruzzo di idoneo spessore, la quale deve essere gettata prima della formazione delle pareti verticali. Per il getto in elevazione si dovranno usare appositi casseri, essendo vietato gettare il calcestruzzo contro terra; questo al fine di garantire l'uniformità dello spessore delle pareti. E' altresì vietato aggiungere pietrame nei getti, sia di fondazione sia di elevazione.

Qualora i pozzetti debbano contenere apparecchiature idrauliche di scarico o simili, che consentano la fuoriuscita di acqua, la platea di calcestruzzo sarà sostituita da una massicciata di materiale e spessore idonei, tale da favorire l'infiltrazione nel terreno dell'acqua in eccesso.

Il prezzo dei pozzetti contabilizzati a corpo, è quindi comprensivo dello scavo necessario, della formazione secondo i casi della platea o della massicciata, dei casseri occorrenti per il getto del calcestruzzo, del raccordo con le tubazioni, della lisciatura interna con pastina di cemento e di ogni altro onere per eseguire il manufatto a regola d'arte; eventuale ferro d'armatura, soletta carreggiabile e chiusino metallico sono voci che si contabilizzeranno a parte. Nel caso in cui si debbano costruire pozzetti con le forme e dimensioni di progetto non previste dall'elenco prezzi, essi dovranno esclusivamente essere valutati a misura secondo le modalità dettate dal presente capitolato.