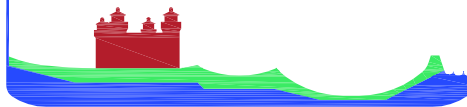


Consorzio di Bonifica
PIANURA di FERRARA



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381

web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it - pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all'  Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

SISTEMA IRRIGUO VALLE PEGA

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Provincia di Ferrara

Comuni di Comacchio e Ostellato

Recupero, adeguamento e miglioramento funzionale del sistema irriguo di Valle Pega

CAPITOLATI E CONTRATTI

Elaborato:

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
OPERE CIVILI**

Codifica:

5.2.3

**Progetto generale e
integrazione delle prestazioni
specialistiche:**

Dott. Ing. Marco Volpin



Progetto rete di distribuzione:


Dott. Ing. Emiliano Corsi

**Progetto opere
elettromeccaniche:**


Società di ingegneria
Per. Ind. Deris Ortali

Progetto impianti elettrici:

A A ENGINEERING
DI ANGELINI ANDREA
Per. Ind. Andrea Angelini

Data:

28.06.2021

**Il Responsabile
del Procedimento**

Geom. Marco Ardizzoni

Indagini geologiche:



Dott. Geol. Antonio Mucchi

Coordinamento sicurezza:



Dott. Ing. Livia Burini

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
A	Emissione	E.CORSI	P.FLAMIGNI	E.CORSI	Aprile 2021
B	Revisione per verifica progetto	E.CORSI	P.FLAMIGNI	E.CORSI	Agosto 2021
C					

INDICE

CAPITOLO I – QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	3
ART. 4 – Norme generali sui materiali da impiegare	3
ART. 5 – Calcestruzzo	5
ART. 6 – Acciai per cemento armato precompresso	12
ART. 7 – Acciaio per strutture metalliche e strutture composte	15
ART. 8 – Altre materie prime	21
ART. 9 – Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)	23
ART. 10 – Prodotti per assorbimento acustico	25
ART. 11 – Prodotti per isolamento acustico	26
ART. 12 – Tubazioni in acciaio per acquedotto	27
ART. 13 – Pezzi speciali per tubazioni in acciaio per acquedotto	38
ART. 14 – Apparecchiature idrauliche	39
ART. 15 – Gruppo di consegna all'utenza	41
ART. 16 – Tubazioni e pezzi speciali in Polietilene ad Alta Densità	42
CAPITOLO II – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE	79
ART. 17 – Apertura della pista di lavoro e tracciamenti	79
ART. 18 – Scavi in genere	80
ART. 19 – Scavi di sbancamento	81
ART. 20 – Scavi a sezione ristretta e obbligata	81
ART. 21 – Scavi di fondazione	82
ART. 22 – Presenza di acqua negli scavi	82
ART. 23 – Drenaggio suborizzontale	83
ART. 24 – Sistemi di blindaggio dello scavo	85
ART. 25 – Paratie e diaframmi metallici	86
ART. 26 – Rilevati e rinterri delle opere in c.a.	87
ART. 27 – Rinfianchi e rinterri delle tubazioni	88
ART. 28 – Preparazione del sottofondo del corpo stradale	88
ART. 29 – Cave di prestito	89
ART. 30 – Fondazione in misto granulare stabilizzato	89
ART. 31 – Fondazione in misto cementato confezionato in centrale	91
ART. 32 – Fondazioni dirette	96

ART. 33 – Cordonature e bordi	96
ART. 34 – Demolizioni	97
ART. 35 – Demolizione della pavimentazione stradale	97
ART. 36 – Acciai per calcestruzzi armati	98
ART. 37 – Opere e strutture di calcestruzzo	99
ART. 38 – Camerette per alloggiamento apparecchiature	116
ART. 39 – Blocchi di ancoraggio delle condotte	117
ART. 40 – Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso	117
ART. 41 – Carpenterie metalliche per strutture in genere	120
ART. 42 – Impermeabilizzazioni	124
ART. 43 – Camerette di manovra e ispezione prefabbricate in c.a.	126
ART. 44 – Posa delle tubazioni con la tecnica dello spingitubo	131
ART. 45 – Posa delle tubazioni in materiale plastico e in calcestruzzo	133
ART. 46 – Strade: strati di fondazione	135
ART. 47 – Strade: strati di base, di collegamento e di usura	141
ART. 48 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli	151
CAPITOLO III – NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI	152
ART. 49 – Norme generali per la valutazione dei lavori	152
ART. 50 – Norme per la valutazione delle opere civili	153
ART. 51 – Norme per la valutazione delle condotte	158
ART. 52 – Norme per la valutazione delle apparecchiature idrauliche	160
ART. 53 – Modalità di contabilizzazione	161

CAPITOLO I – QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

ART. 4 – Norme generali sui materiali da impiegare

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Regolamento (UE) n. 305/2011 che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, il Capitolo 11 del D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

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

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

In particolare si precisa che:

- **tutti i materiali a contatto con acqua destinata al consumo umano dovranno essere conformi al D.M. 06/04/2004 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" ed ai relativi allegati;**
- **i materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati nel D.M.**

17.1.2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (in seguito NTC 2018);

- **i prodotti da costruzione per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata (EN) dovranno essere in possesso di marcatura CE ai sensi del D Lgs n.106 del 16 giugno 2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) n. 305/2011 (in seguito CPR 305/2011), che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 86/106/CEE del Consiglio.**

Materiali di uso strutturale

Identificazione certificazione

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento.
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Prove sperimentali

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

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti da costruzione è prevista la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "Dichiarazione di Prestazione" (in seguito DoP) deve essere consegnata alla Direzione dei Lavori.

Nei casi in cui i materiali o i prodotti da costruzione non rientrino nel campo di applicazione di una Norma Europea armonizzata (EN), l'idoneità all'uso va accertata attraverso il possesso in regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, D.M. 17.01.2018, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

Certificato di accettazione

I prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale dei prodotti da costruzione nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle norme tecniche approvate dal D.M. 17.01.2018, dovranno essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione definite nelle parti specifiche delle Norme Tecniche riguardanti i materiali.

ART. 5 – Calcestruzzo

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

Al fine di ottenere le prestazioni progettuali, la fornitura del calcestruzzo potrà avvenire esclusivamente da un impianto di produzione dotato di sistema permanente di controllo interno della produzione predisposto in coerenza alla Norma UNI EN ISO 9001, certificato a organismo terzo indipendente come richiesto nel paragrafo 11.2.8 delle NTC 2018.

CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI DEL CALCESTRUZZO

CEMENTO

Il cemento deve essere scelto, fra quelli considerati idonei, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera
- l'uso finale del calcestruzzo
- le condizioni di maturazione
- le dimensioni della struttura
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti

Potranno essere impiegati unicamente i cementi dotati di Dichiarazione di Prestazione ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197, ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA) nonché, per quanto non in contratto, conformi alla Legge 26.5.65 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Modalità di fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque 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'Appaltatore dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui sopra.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dalla DoP rilasciata dal produttore di cemento e completata con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori verificherà periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Controllo di accettazione

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

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

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

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

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

ACQUA D'IMPASTO

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo e conformi alla norma UNI EN 1008.

AGGREGATI

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

Tutte le forniture di aggregati devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturato a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m^3 .

Per aggregati potenzialmente reattivi agli alcali presenti nella miscela si applicano le prescrizioni del successivo articolo “Opere e strutture di calcestruzzo”.

ADDITIVI

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Tutte le forniture di additivi devono essere accompagnate dalla Dichiarazione di Prestazione.

AGGIUNTE

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Ceneri volanti

Le ceneri volanti dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per ogni invio dovrà essere fornita al DoP ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite.

Fumi di silice

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

CLASSI DI RESISTENZA

Si fa riferimento alle NTC 2018 e alle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R_{ck} , entrambi espressi in N/mm^2 ($1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ Kg/cm}^2$).

Tabella 5.1 - Classi di resistenza del calcestruzzo (Secondo UNI EN 206-1)

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cil}$ (N/mm²)	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cube}$ (N/mm²)
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C79/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche. A seconda di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella 5.2.

Tabella 5.2 - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo

Secondo UNI 11104 (Prospetto 1)

Denominazione Classe	Descrizione dell'Ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi d'esposizione
1 – Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetti a ciclo di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 - Corrosione indotta da carbonatazione		
<i>Le condizioni d umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non esser il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.</i>		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa classe XC2.

3 - Corrosione indotta dai cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenente cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto diretto con l' acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.

5 - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza Sali disgelanti

Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:

Moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione

Elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione

XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposte agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo

6 - Attacco chimico

Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite dal prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.

Nota

Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:

- o al di fuori dei limiti del Prospetto 2*
- o in presenza di altri aggressivi chimici*
- o in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche*
- o in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del Prospetto 2*

XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il Prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il Prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il Prospetto 2	

In funzione della Classe d'esposizione calcolata, viene determinato il massimo rapporto a/c e la R_{ck} minima, secondo la seguente Tabella 6.3.

Tabella 5.3 – Caratteristiche del calcestruzzo (Secondo UNI 11104)

Classe di esposizione ambientale	Massimo Rapporto a/c	R_{ck} minima (N/mm²)
XF4	0.45	35
XS2 XS3 XA3	0.45	45
XD3	0.45	45
XF2 XF3	0.50	30
XC4 XS1 XA2	0.50	40
XD2 XF1	0.50	40
XC3 XA1	0.55	35
XD1	0.55	35
XC1,XC2	0.60	30

Le resistenze caratteristiche R_{ck} di tabella 5.3 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 5.2. Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280 kg/m³. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di R_{ck} e a/c di tabella 5.3 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) e/o soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA) si dovranno applicare le prescrizioni integrative dell'articolo "Opere e strutture di calcestruzzo".

ART. 6 – Acciai per cemento armato precompresso

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al paragrafo 11.3.1.2 delle NTC 2018 e controllati con le modalità riportate nel paragrafo 11.3.3.5 delle NTC 2018.

REQUISITI

Caratteristiche meccaniche

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori alle seguenti:

Tabella 6.1 – Caratteristiche meccaniche

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura, f_{ptk} [N/mm ²]	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ [N/mm ²]	---	≥ 1402	---	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ [N/mm ²]	---	---	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratteristica di snervamento f_{pyk} [N/mm ²]	≥ 800	---	---	---	---
Allungamento sotto carico massimo A_{gt}	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

E' vietato l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al paragrafo 11.3.1.5 delle NTC2018.

I prodotti forniti in cantiere dovranno essere marchiati mediante sigillo ed etichettatura sulle legature secondo quanto indicato al paragrafo 11.3.1.4 delle NTC 2018.

Dovranno essere fornite alla Direzione Lavori per approvazione le schede tecniche dei materiali che si intendono utilizzare riportanti almeno le seguenti grandezze che dovranno formare oggetto di garanzia da parte del produttore:

Diametro (ϕ) e Area della sezione (A): l'area della sezione si valuta per pesata assumendo la densità dell'acciaio pari a 7,85 kg/dm³. Sui valori nominali delle sezioni è ammessa una tolleranza di $\pm 2\%$ (-2%÷-6% per le barre).

Tensione di rottura (f_{pt}): determinata per mezzo della prova a trazione secondo UNI EN 10002-1 per le barre e UNI EN ISO 15630 per fili, trecce e trefoli.

Allungamento sotto carico massimo (A_{gt}): secondo la norma UNI EN ISO 15630-3.

Limite elastico allo 0,1% ($f_{p(0,1)}$): ottenuto con prove a trazione secondo UNI EN 15630-3. Il valore limite 0,1% deve risultare compreso tra l'85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Tensione di snervamento (f_{py}): ottenuto con prove a trazione secondo UNI EN 15630-3, deve risultare compreso tra l'85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Modulo di elasticità (E_p): rapporto tra la differenza di tensione media e la differenza di deformazione corrispondente, valutato nell'intervallo di tensione (0,2-0,7) f_{pt} conformemente alla norma UNI EN ISO 15630-3. Sono tollerati scarti del $\pm 5\%$ rispetto al valore garantito.

Tensione all'1% ($f_{p(0,1)}$): La tensione corrispondente all'1% di deformazione totale deve risultare compresa tra l'85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Prova di piegamento alternato (N): si esegue su fili aventi $\phi \leq 8$ mm secondo la norma UNI EN ISO 15630-3 con rulli di diametro pari a 4ϕ . Il numero dei piegamenti alterni a rottura non deve risultare inferiore a 4 per i fili lisci e a 3 per i fili ondulati o con impronte.

Prova di piegamento (α): si esegue su fili aventi $\phi \geq 8$ mm e su barre secondo la UNI EN ISO 15630-3. L'angolo di piegamento deve essere di 180° e il diametro del mandrino deve essere pari a 5ϕ per i fili, 6ϕ per le barre con $\phi \leq 26$ mm e 8ϕ per le barre con $\phi > 26$ mm.

Resistenza a fatica (L): la prova viene condotta secondo la norma UNI EN ISO 15630-3, il risultato della prova è ritenuto soddisfacente se il campione sopporta, senza rompersi, almeno due milioni di cicli. La frequenza di prova deve essere non superiore a 120 Hz per i fili e le barre e 20 Hz per i trefoli come previsto dalla norma UNI EN ISO 15630-3. In alternativa è possibile determinare sperimentalmente l'ampiezza limite di fatica.

Rilassamento a temperatura ordinaria (R): si determina il diagramma della caduta di tensione a lunghezza costante alla temperatura $T=20 \pm 1$ °C a partire dalla tensione iniziale. Il campione deve essere sollecitato per un tratto non inferiore a 100 cm. La tensione iniziale deve essere applicata con velocità pari a 200 ± 50 N/mm² al minuto e mantenuta per 2 minuti ± 2 secondi prima dell'inizio della misura. La caduta di sforzo (rilassamento) va misurata con precisione $\pm 1\%$.

Pertanto i valori delle grandezze:

ϕ, A	vanno confrontati con quelli che derivano dall'applicazione ai valori nominali, delle tolleranze prescritte al punto 11.3.3.5.2.3 delle NTC 2018
$f_{ptk}, f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k}, A_{gt}$	ottenuti applicando ai valori singoli $f_{pt}, f_{py}, f_{p(1)}, f_{p(0,1)}$ le formule di cui al punto 11.3.3.5.2.3 delle NTC 2018 sono confrontati con i corrispondenti valori garantiti che figurano nel catalogo del produttore e con quelli della precedente tabella 7.4.
$l, N, \alpha (180^\circ)$	sono confrontati con quelli prescritti rispettivamente al punto 11.3.3.5.2.3 delle NTC 2018
E_p, L, r	di cui al punto 11.3.3.5.2.3 delle NTC 2018, sono confrontati con i valori che figurano nelle schede tecniche del Produttore.

Cadute di tensione per rilassamento

In assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, per la caduta di tensione, $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t ad una temperatura di 20 °C si faccia riferimento al paragrafo 11.3.3.3 delle NTC 2018.

Centro di trasformazione

Saranno accettate unicamente le forniture provenienti da un Centro di Trasformazione in possesso dei requisiti prescritti al paragrafo 11.3.1.7 delle NTC 2018.

PROCEDURE DI CONTROLLO

Controlli sistematici in stabilimento

Saranno accettate unicamente le forniture provenienti da un Centro di Trasformazione in possesso dei requisiti prescritti al paragrafo 11.3.1.7 delle NTC 2018.

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 17.01.2018 al punto 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel punto 11.3.3.5 del citato decreto.

Per quanto riguarda la documentazione di accompagnamento della fornitura in cantiere valgono le medesime disposizioni richiamate al punto "Controllo della documentazione" del precedente Articolo.

Controllo di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere saranno eseguiti secondo le medesime indicazioni dei controlli nei centri di trasformazione di cui al paragrafo 11.3.3.5.3 delle NTC 2018, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Il prelievo dei campioni in cantiere o nel Centro di trasformazione e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare.

Sul prelievo, composto da tre saggi appartenenti ad una stessa categoria, si determineranno i corrispondenti valori minimi delle seguenti grandezze: f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal Produttore.

Nel caso in cui anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come prescritto al paragrafo 11.3.3.5.3 nelle NTC 2018.

Il risultato negativo di queste prove statistiche aggiuntive comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al Produttore che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

ART. 7 – Acciaio per strutture metalliche e strutture composte

L'esecuzione delle strutture in acciaio dovrà avvenire nel rispetto dei requisiti della Norma armonizzata EN 1090-2.

Saranno pertanto accettate in cantiere solamente le forniture munite di Marcatura CE e relativa Dichiarazione di Prestazione conformemente a quanto richiesto dalla Norma armonizzata EN 1090-1.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 per laminati, UNI EN 10210 per i tubi senza saldatura e UNI EN 10219-1 per i tubi saldati.

I profili utilizzati dovranno avere Marcatura CE con sistema di attestazione della conformità 2+.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B

del paragrafo 11.1 delle NTC 2018 e si applicherà la procedura di cui al paragrafo 11.3.4.11 dello stesso decreto ministeriale.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1+\nu) \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$
 (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Per gli acciai soggetti a norma europea armonizzata (esempio UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219-1) per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento, f_{yk} e di rottura, f_{tk} , da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali riportati nelle relative norme prodotto.

ACCIAI LAMINATI

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U;

Prodotti piani

- lamiere e piatti;
- nastri;

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo;

Prodotti derivati

- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo)

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.10 delle NTC 2018.

Le forniture dovranno saranno accettate dal Direttore Lavori solo se accompagnate dalla documentazione richiesta al paragrafo 11.3.1.5 delle NTC 2018.

ACCIAI PER GETTI

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.

ACCIAI PER STRUTTURE SALDATE

Gli acciai per strutture saldate dovranno soddisfare le condizioni indicate al paragrafo 11.3.4.1 delle NTC 2018 e avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili.

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un Ente terzo.

I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011-1 e 1011-2 per gli acciai ferritici e della UNI EN 1011-3 3 per gli acciai inossidabili.

Per la preparazione dei lembi si applicherà, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione; comunque si adotterà almeno il livello C della norma UNI EN ISO 2818 per strutture non soggette a fatica e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori, facendo riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062 per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473 almeno di secondo livello.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 parti 2 e 4.

BULLONI

I bulloni dovranno essere conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 e dovranno appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate come indicato nella seguente tabella.

Tabella 7.1 - Classi e associazione viti e dadi

Le tensioni di snervamento, f_{yb} , e di rottura, f_{tb} , ammesse per le viti sono di seguito riportate.

	Normali			Ad alta resistenza	
Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Tabella 7.2 - Tensioni di snervamento e di rottura delle viti

BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alla seguente tabella e associati secondo la precedente tabella 8.1.

Tabella 7.3 – Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del paragrafo 11.1 delle NTC 2018.

CHIODI

Per chiodi da ribattere a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.

CONNETTORI A PIOLO

L'acciaio dovrà essere idoneo al processo di formazione del connettore e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi; dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base $L_0 = 5,56 \sqrt{A_0}$, dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12 ;
- rapporto $f_t / f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza

metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti: $C \leq 0,18\%$, $Mn \leq 0,9\%$, $S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,05\%$.

ACCIAI INOSSIDABILI

Nell'ambito delle indicazioni generali di cui al secondo comma del paragrafo 11.3.4.1 delle NTC 2018, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

ACCIAI DA CARPENTERIA IN ZONA SISMICA

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A_5 , misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA

Controlli in stabilimento di produzione

Saranno accettate unicamente le forniture provenienti da uno stabilimento di produzione sottoposto ai seguenti controlli suddivisi dei prodotti;

- prove di qualificazione;
- controllo continuo della qualità della produzione;
- verifica periodica della qualità;
- controlli su singole colate;
- come richiesto dal paragrafo 11.3.4.11.1 delle NTC 2018.

Controlli nei centri di trasformazione

Le forniture dovranno provenire unicamente da centri di trasformazione di elementi per strutture in carpenteria metallica definiti e qualificati secondo il paragrafo 11.3.4.11.2 delle NTC 2018 e dotati di Certificato di Conformità del Controllo della Produzione in Fabbrica (CFP) secondo la norma EN 1090 parti 1 e 2 e la norma UNI EN ISO 3834-2.

Si definiscono quali centri di trasformazione:

- centri di produzione di lamiere grecate e profilati trasformati a freddo;
- centri di prelavatura di componenti strutturali;
- officine per la produzione di carpenterie metalliche;
- officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Controllo della documentazione di accompagnamento della fornitura

Il Direttore dei Lavori controllerà, pena il rifiuto, che tutte le forniture in cantiere siano accompagnate dalla seguente documentazione:

Per gli elementi per i quali è in vigore una norma europea armonizzata, quali profili normalizzati HE, IPE, UNP, tubi con o senza saldatura, bulloni ad alta resistenza:

- marcatura CE riferita alla Norma Armonizzata ed al Sistema di Attestazione della Conformità 2+;
- copia della dichiarazione di conformità CE alla suddetta Norma europea armonizzata, riportante il timbro in originale con data di spedizione e destinatario;
- D.d.T. recante data di spedizione ed il riferimento alla qualità, al tipo di acciaio ed al destinatario;
- Certificato di collaudo tipo 3.1 secondo EN 10204, che conferma che i prodotti forniti corrispondano ai requisiti specificati nell'ordine ed include i risultati di un'ispezione specifica.

Per le carpenterie prodotte presso un Centro di Trasformazione, ogni fornitura di elementi presaldati, presagomati o preassemblati, in aggiunta a quanto richiamato sopra, deve essere accompagnata da:

- estremi dell'attestato di avvenuta Dichiarazione di Attività rilasciato da S.T.C., da riportare sul D.d.T., e recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione circa l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni in cui è stata lavorata la fornitura;
- copia del certificato del Sistema di Gestione Qualità del Prodotto.

Per ogni fornitura di elementi di collegamento quali bulloni, viti, dadi:

- marcatura CE riferita alla Norma Armonizzata ed al Sistema di Attestazione della Conformità 2+;
- copia della dichiarazione di conformità CE alla suddetta Norma europea armonizzata, riportante il timbro in originale con data di spedizione e destinatario;
- D.d.T. recante data di spedizione ed il riferimento alla qualità, al tipo di acciaio ed al destinatario;
- Certificato di collaudo tipo 3.1 secondo EN 10204, che conferma che i prodotti forniti corrispondano ai requisiti specificati nell'ordine ed include i risultati di un'ispezione specifica.

Dossier saldature

Il Centro di Trasformazione dovrà produrre e sottoporre al Direttore Lavori per approvazione un dossier delle saldature comprendente:

Documentazione di carattere generale:

- Taratura semestrale saldatrici
- Attestato certificazione UNI EN ISO 3834-2/3/4
- Certificazione CE materiale apporto saldatura

Specifiche del procedimento di saldatura del costruttore – WPS (UNI EN ISO 15609-1)

Certificato di approvazione della procedura di saldatura – WPQR (UNI EN ISO 15614-1)

Qualifiche dei saldatori

- Operatori procedimenti semiautomatici e manuali (EN ISO 9606-1)
- Operatori procedimenti robotizzati (UNI EN ISO 14732)

Controlli non distruttivi finali

- Qualifica operatori addetti alle PDN (UNI EN ISO 9712 secondo livello)
- Risultati delle prove PDN
- Livello di accettabilità dei difetti (UNI EN ISO 5817) rispetto quanto indicato dal progettista

Controllo di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere saranno eseguiti secondo le medesime indicazioni dei controlli nei centri di trasformazione di cui al paragrafo 11.3.3.5.3 delle NTC 2018, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Il prelievo dei campioni in cantiere o nel Centro di trasformazione e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare.

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.3.2.3 delle NTC 2018, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza allo snervamento e alla rottura e di allungamento.

I risultati delle prove sono accettati se nessuno dei valori minimi ottenuti dalle prove sono inferiori ai corrispondenti valori indicati al paragrafo 11.3.4.1 delle NTC 2018.

ART. 8 – Altre materie prime

Ogni altro materiale occorrente proverrà da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Legname. I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, in qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle vigenti leggi, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme EN e UNI.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mezze dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun posto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie, la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

Bitumi

Debbono soddisfare alla "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", di cui al "Fascicolo n.2 del Consiglio Nazionale delle Ricerche", ultima edizione.

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.

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.

Opere a verde.

1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere conservati negli involucri originali della fabbrica ed evitare spargimenti nocivi nell'ambiente.

3) *Materiale vivaistico*: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio purché l'Appaltatore stesso dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza qualora lo ritenesse necessario. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4) *Semi*: per il seme l'Appaltatore è libero di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Appaltatore sarà tenuto ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

5) *Zolle*: queste dovranno provenire dallo scotico di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse

e ottenere il preventivo benessere all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggiere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, della *salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*; *Catex sp.pl.*, e tutte le *Umbrellifere*.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

ART. 9 – Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

Per *sigillanti* si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI ISO 11600 (in sostituzione della UNI 9610) e UNI 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dal Direttore dei lavori.

Per *adesivi* si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso. Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.). Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato nel

progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono i prodotti forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma EN, UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dal Direttore dei lavori.

Per *geotessili* si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti e di drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non-tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non-tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I teli di tessuto dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- inerzia chimica totale;
- insensibilità all'acqua fluviale marina salmastra e di bonifica;
- inattaccabilità da microrganismi, batteri, roditori;
- imputrescibilità.

A seconda del campo d'impiego si adotteranno tipi diversi con le seguenti caratteristiche.

Tabella 9.1 – Caratteristiche meccaniche

	tipo A	tipo B	tipo C	tipo D
peso (gr/m ²)	100	200	300	400
spessore (mm)(*)	1,1	1,6	2,2	3,0
carico di rottura (kg/5cm)	25	40	70	100
allungamento a rottura (%)	60	60	65	65

(*) sotto carico a 20g/cm²

Variazioni consentite max.10%

Per i non-tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono

forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche secondo i modelli di controllo riportati nelle norme: UNI 8279-1/3/4/12/13/17 e UNI 8986. Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma EN, UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dal Direttore dei lavori. Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

ART. 10 – Prodotti per assorbimento acustico

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico «a», definito dall'espressione:

$$a = W_a/W_i$$

dove: W_i è l'energia sonora incidente; W_a è l'energia sonora assorbita.

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

Materiali fibrosi:

- Minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
- Vegetali (fibra di legno o cellulosa, trucioli).

Materiali cellulari:

- Minerali (calcestruzzi leggeri a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa, laterizi alveolari, prodotti a base di tufo)

Sintetici:

- Poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
- Polipropilene a celle aperte.

Per tutti i materiali fonoassorbenti, forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza-larghezza-spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme EN, UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme EN, UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- c) coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla

norma UNI EN 20354, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

Il Direttore dei lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere attestati di conformità. I metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme EN o UNI.

Tutti i materiali fonoassorbenti devono comunque rispondere alle caratteristiche di idoneità all'impiego per cui sono previste: pareti, parete contro terra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

ART. 11 – Prodotti per isolamento acustico

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante «R» definito dalla seguente formula:

$$R = \log W_i / W_t$$

dove: W_i è l'energia sonora incidente; W_t è l'energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica. Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di un'intercapedine d'aria.

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- a) dimensioni: lunghezza-larghezza-spessore, valgono le tolleranze stabilite nelle norme EN, UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- b) massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nelle norme EN, UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori;
- c) potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 8270/6 e 8270/8, rispondente ai valori prescritti nel progetto o, in loro assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

Il Direttore dei lavori ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere attestati di conformità. I metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme EN o UNI.

Tutti i materiali fonoisolanti devono comunque rispondere alle caratteristiche di idoneità all'impiego per cui sono previste: pareti, parete contro terra, copertura a falda, copertura piana, controsoffittatura su porticati, pavimenti, ecc.

ART. 12 – Tubazioni in acciaio per acquedotto

TUBAZIONI

I tubi commerciali dovranno essere in acciaio non legato, conformi alle norme UNI EN 10224 per le condizioni tecniche di fornitura relative ai tubi per condotte d'acqua.

Le tubazioni dovranno essere accompagnate da certificato di Collaudo Tipo 3.1 secondo le norme EN 10204 comprovante i collaudi a pressione idrostatica ed i controlli non distruttivi in conformità alla norma EN 10224.

Le tubazioni saranno prodotte da lamiere saldate longitudinalmente con tecnologia HFI (alta frequenza di induzione) senza apporto di materiale e dovranno essere dotate di certificazione del controllo ultrasonico registrato PAUT (Phased Array Ultrasonic technique) dell'intera saldatura con report dei risultati con tracciabilità per ogni singola tubazione; tale controllo dovrà essere concordato con il Fornitore al momento dell'ordinazione e sottoposto per approvazione della Direzione Lavori.

Piccoli scostamenti, che non infirmo la sostanziale equivalenza tra il materiale disponibile e quello descritto dalle norme suddette, potranno essere tollerati ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori.

I tubi saranno forniti con estremità smussate (bisellate) e predisposte per la saldatura di giunzione in opere del tipo testa a testa. Le estremità dovranno essere protette da cappucci in plastica per le operazioni di trasporto e movimentazione.

Materiali

I tubi metallici saranno del tipo L355 aventi le seguenti caratteristiche meccaniche e chimiche.

Tabella 12.1 – Caratteristiche meccaniche acciaio L355

R min (MPa)	Rs min (MPa)		A min (%)	
	$T \leq 16$	$T \geq 16$	l (*)	t (*)
510	355	345	21	19

(*) l = allungamento longitudinale, t = allungamento tangenziale.

Tabella 12.2 – Caratteristiche chimiche (colata) acciaio L355

C % max	Si % max	Mn % max	P % max	S % max
0,22	0,55	1,60	0,030	0,025

Per gli acciaio L355 sono permesse aggiunte di niobio, titanio e vanadio a discrezione dei produttori, in questo caso la documentazione allegata dovrà precisare la quantità di tali elementi.

Dimensioni e tolleranze

Le dimensioni ed i pesi saranno conformi alla norma EN 10220.

I tubi saranno del diametro riportato nel progetto, in lunghezza di norma pari a 12 m e comunque compresa tra i 6 e i 16 m, se non diversamente espressamente previsto negli elaborati di progetto.

I diametri e gli spessori dei tubi saranno quelli indicati negli elaborati di progetto, riassunti nella seguente tabella (se non indicato saranno preferibilmente impiegate tubazioni indicate nel prospetto 4 della norma UNI EN 10224).

Tabella 12.3 – Diametri e spessori dei tubi

DN	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)
600	610,0	7,1 e 11,0
450	457,2	7,1
400	406,4	7,1
250	273,0	6,3

I valori delle tolleranze dimensionali ammesse sono i seguenti:

DIAMETRO ESTERNO

Tubo senza saldatura

La tolleranza sul diametro esterno non deve essere maggiore del $\pm 1\%$ del diametro con un minimo di $\pm 0,5$ mm.

Tubi saldati elettricamente e testa a testa

La tolleranza sul diametro esterno non deve essere maggiore dei valori indicati nel prospetto 6 della norma EN 10224.

prospetto 6 Tolleranza sul diametro esterno dei tubi BW (saldati testa a testa) ed EW (saldati elettricamente)

Diametro esterno mm	Tolleranza
$\leq 219,1$	$\pm 1\%$ del diametro con un minimo di $\pm 0,5$ mm
$> 219,1$	$\pm 0,75\%$ del diametro

Tubi saldati ad arco sommerso

La tolleranza sul diametro esterno non deve essere maggiore del $\pm 0,75\%$ del diametro con un massimo di ± 6 mm per diametri fino a 2032 mm compresi. Per tubi di diametro maggiore di 2032 mm, la tolleranza deve essere concordata tra il committente e il fabbricante.

SPESSORE DI PARETE

Tubi senza saldatura

La tolleranza sullo spessore non deve essere maggiore dei valori indicati nel prospetto 7 della norma EN10224.

prospetto 7 Tolleranza sullo spessore dei tubi senza saldatura				
Diametro esterno mm	Tolleranza sullo spessore per il rapporto T/D (%)			
	$\leq 2,5$	$> 2,5$ $\leq 5,0$	$> 5,0$ $\leq 10,0$	$> 10,0$
$\leq 219,1$	$\pm 12,5\%$ o $\pm 0,4$ mm qualunque sia il maggiore			
$> 219,1$	$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 12,5\%$	$\pm 10\%$

Tubi

saldati elettricamente e testa a testa

Le tolleranze sullo spessore, escludendo la zona di saldatura, non devono essere maggiori di $\pm 10\%$ o $\pm 0,3$ mm, qualunque sia il maggiore. Lo spessore minimo nella zona di saldatura non deve essere minore di quello ammesso per il corpo del tubo. Il cordone di saldatura esterno del tubo saldato elettricamente deve essere rimosso mediante rifilatura e quello del tubo saldato testa a testa deve essere laminato a filo. L'altezza del cordone interno di saldatura non deve essere maggiore di $(0,5 + 0,05T)$ mm.

Tubi saldati ad arco sommerso

La tolleranza sullo spessore, escludendo il cordone di saldatura, non deve essere maggiore di $\pm 7,5\%$ dello spessore. L'altezza del cordone interno ed esterno di saldatura non deve essere maggiore dei valori indicati nel prospetto 8 della norma EN10224.

prospetto 8 Altezza massima del cordone di saldatura dei tubi saldati ad arco sommerso	
Spessore mm	Altezza massima del cordone mm
$\leq 12,5$	3,5
$> 12,5$	4,5

Controlli e prove

TUBI

I controlli e le prove devono essere eseguiti come indicato nel prospetto riassuntivo 13 della EN 10224 per controlli e prove non specifici e nel prospetto 14 per controlli e prove specifici.

prospetto 13 Requisiti per controlli e prove non specifici dei tubi

Tipo di prova	Tubo senza saldatura	Tubo saldato elettricamente	Tubo saldato ad arco sommerso	Tubo saldato testa a testa
Analisi di colata	1 campione	1 campione	1 campione	1 campione
Prova di trazione	Procedimento di fabbricazione	Procedimento di fabbricazione	Procedimento di fabbricazione	Procedimento di fabbricazione
Prova di schiacciamento ^{a)}	Procedimento di fabbricazione	Procedimento di fabbricazione	-	Procedimento di fabbricazione
Prova di allargamento ^{a)}	-	Procedimento di fabbricazione	-	Procedimento di fabbricazione
Prova di piegamento della saldatura	-	-	Procedimento di fabbricazione	-
Prova di tenuta	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica	Tutti i tubi idrostatica	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica
Esame visivo	Vedere 10.6	Vedere 10.6	Vedere 10.6	Vedere 10.6
Controllo dimensionale	Vedere 10.7	Vedere 10.7	Vedere 10.7	Vedere 10.7
Prove non distruttive della saldatura	-	Tutti i tubi	Tutti i tubi, incluse le saldature dell'estremità con nastro di tubi saldati elicoidalmente	Tutti i tubi
a) La prova di allargamento rappresenta un'alternativa per i tubi saldati elettricamente e saldati testa a testa di diametro esterno minore o uguale a 150 mm e spessori minori di 10 mm.				

prospetto 14 Requisiti per controlli e prove specifici dei tubi

Tipo di prova	Tubo senza saldatura	Tubo saldato elettricamente	Tubo saldato ad arco sommerso	Tubo saldato testa a testa
Analisi di colata	1 per colata	1 per colata	1 per colata	1 per colata
Prova di trazione	1 per unità di collaudo	1 per unità di collaudo	1 per unità di collaudo	1 per unità di collaudo
Prova di schiacciamento ^{a)}	1 per unità di collaudo	1 per unità di collaudo	-	1 per unità di collaudo
Prova di allargamento ^{a)}	-	1 per unità di collaudo	-	1 per unità di collaudo
Prova di piegamento della saldatura	-	-	2 per unità di collaudo	-
Prova di tenuta	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica	Tutti i tubi idrostatica	Tutti i tubi idrostatica o elettromagnetica
Esame visivo	Vedere 10.6	Vedere 10.6	Vedere 10.6	Vedere 10.6
Controllo dimensionale	Vedere 10.7	Vedere 10.7	Vedere 10.7	Vedere 10.7
Prove non distruttive della saldatura	-	Tutti i tubi	Tutti i tubi, incluse le saldature dell'estremità con nastro di tubi saldati elicoidalmente	Tutti i tubi
Analisi del prodotto (Facoltativo)	Una per grado dell'acciaio			
a) La prova di allargamento rappresenta un'alternativa per i tubi saldati elettricamente e saldati testa a testa di diametro esterno minore o uguale a 150 mm e spessori minori di 10 mm.				

RACCORDI

I raccordi e i componenti di raccordi ottenuti da tubi o formati in tubi prima del completamento del raccordo, devono essere sottoposti a prova nella forma tubolare in conformità al paragrafo precedente e al prospetto 15 della EN 10224, dove applicabile.

I raccordi o componenti di raccordi non sottoposti a prova come tubo o quando la formatura è stata effettuata, devono essere sottoposti a prova in conformità al punto precedente e al prospetto 15, dove applicabile.

Le curve a raggio uniforme, precedentemente sottoposte a prova come tubo, dopo la formatura

prospetto 15 Numero di tubi o raccordi in un'unità di collaudo		
Diametro esterno mm	Numero dei tubi	Numero dei raccordi
≤48,3	1 000	100
> 48,3 ≤ 114,3	400	100
> 114,3 ≤ 323,9	200	100
>323,9	100	100
Nota Eventuali frazioni residue di un'unità di collaudo dovrebbero essere considerate un'unità di collaudo.		

devono soltanto essere sottoposte alla prova di trazione.

Tutte le saldature, che non sono state sottoposte a prova come parte del tubo, prima dell'applicazione di un qualsiasi materiale di rivestimento esterno o interno devono essere sottoposte a prova in conformità al paragrafo prova non distruttiva.

Frequenza delle prove

Per controlli e prove non specifici, queste prove devono essere eseguite dal fabbricante in conformità alle proprie procedure (vedere EN 10021). Per controlli e prove specifici, queste prove devono essere eseguite sui prodotti da fornire o sulle unità di collaudo di cui fa parte il prodotto da fornire (vedere EN 10021).

Unità di collaudo

Quando si eseguono controlli e prove specifici, l'unità di collaudo deve essere costituita dal numero di tubi e raccordi specificati nel prospetto 15 della EN 10224 che siano dello stesso tipo, diametro specificato, spessore specificato, grado dell'acciaio e fabbricato utilizzando le stesse condizioni di lavorazione, per esempio stesso processo di saldatura, stesso trattamento termico. Inoltre, per i prodotti saldati per fusione, l'unità di collaudo deve essere costituita da prodotti che sono stati saldati utilizzando lo stesso tipo di flusso e filo da apporto.

Numero di prodotti campione

Un tubo o raccordo campione deve essere selezionato per le prove meccaniche (uno per unità di collaudo) e, dove appropriato, per l'analisi di prodotto (una per grado di acciaio).

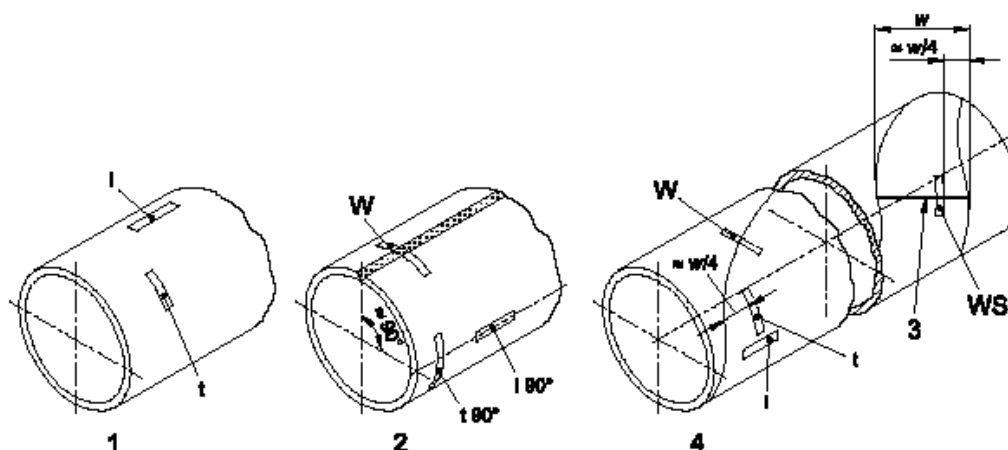
Posizione, orientamento e preparazione dei campioni e dei provini

Generalità

I campioni e i provini devono essere prelevati a livello delle estremità dei tubi o dei raccordi nello stato di fornitura finale in conformità alla figura 11 e alla EN ISO 377.

figura 11 Posizione e direzione dei provini per la prova di trazione e per la prova di piegamento delle saldature
 Legenda

- 1 Tubo senza saldatura
- 2 Tubi saldati longitudinalmente
- 3 Saldatura dell'estremità con nastro
- 4 Tubi saldati elicoidalmente
- W Campione della saldatura
- WS Campione della saldatura dell'estremità con nastro
- w Ampiezza della striscia



Analisi di prodotto

I campioni per l'analisi di prodotto devono essere prelevati dai provini o campioni per le prove meccaniche o dall'intero spessore del tubo nella stessa posizione adottata per i campioni per le prove meccaniche in conformità alla UNI EN ISO 14284.

Prova di trazione

Il provino per la prova di trazione deve essere costituito da un'intera sezione di tubo o da un provino prelevato dal tubo o raccordo campione in conformità alla UNI EN ISO 6892. Il provino può essere prelevato in senso longitudinale o trasversale a discrezione del fabbricante.

Metodi di prova

Analisi chimica

Gli elementi da determinare devono essere quelli indicati nel prospetto 1. La scelta di un metodo analitico chimico o fisico, adatto per l'analisi, deve essere a discrezione del fabbricante.

In caso di contestazione il metodo utilizzato deve essere concordato tenendo conto del CEN/TR 10261.

Prove meccaniche

Le prove meccaniche devono essere eseguite ad una temperatura compresa tra 10 °C e 35 °C.

Prova di trazione

La prova di trazione deve essere eseguita in conformità alla UNI EN ISO 6892 determinando quanto segue:

- resistenza a trazione (R_m);

- carico unitario di snervamento superiore (R_{eH}).

Se non è presente un fenomeno di snervamento, si deve determinare il carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% ($R_{p0,2}$) o l'allungamento totale dello 0,5% ($R_{t0,5}$). In casi di contestazione si deve applicare il carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% ($R_{p0,2}$);

- l'allungamento percentuale dopo rottura con riferimento alla lunghezza iniziale L_0 di 5,65.

Se si utilizza un provino non proporzionale, il valore dell'allungamento percentuale deve essere trasformato in un valore della lunghezza iniziale tra i riferimenti $L_0 = 5,65$ applicando i prospetti di conversione riportati nella EN ISO 2566-1.

So è l'area della sezione trasversale iniziale della lunghezza tra i riferimenti.

Prova di schiacciamento

La prova di schiacciamento deve essere eseguita in conformità alla UNI EN ISO 8492.

La saldatura di tubi saldati deve essere posizionata a 90° rispetto alla direzione di schiacciamento e il provino deve essere spianato finché la distanza tra le facce non è maggiore del 67% del diametro esterno iniziale.

Prova di allargamento

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alla UNI EN ISO 8493.

Un'estremità del provino deve essere allargata utilizzando un cono che abbia un angolo (β) di 60° finché l'aumento del diametro esterno non è minore del valore appropriato indicato nel prospetto 3.

Prova di piegamento della saldatura

Le prove di piegamento della saldatura devono essere conformi alla UNI EN ISO 5173.

Le provette devono essere piegate per un angolo di 180° attorno ad un mandrino di diametro specificato nel prospetto 3.

Prova di tenuta

I tubi devono superare la prova di tenuta. La prova deve essere la prova idrostatica in conformità al paragrafo seguente.

Prova idrostatica

Il tubo deve resistere alla prova senza perdite o deformazioni visibili. La prova idrostatica deve essere eseguita ad una pressione di prova di 70 bar oppure P , calcolata dalla seguente equazione, qualunque sia la minore, a meno che non sia stata specificata l'opzione seguente da parte del committente.

$$P=20 \cdot S \cdot T/D$$

dove:

P è la pressione di prova in bar;

D è il diametro esterno specificato (mm);

T è lo spessore di parete specificato (mm);

S è la sollecitazione in MPa corrispondente al 70% del carico unitario minimo di snervamento per il grado di acciaio utilizzato.

Nota: la presente prova idrostatica di tenuta non è una prova di resistenza.

Opzione

La prova idrostatica di tenuta deve essere eseguita a $1,5 \times PFA$ (pressione d'esercizio ammissibile) purché questo valore non sia maggiore di P come calcolato nell'equazione precedente.

Prova non distruttiva del cordone di saldatura dei tubi saldati

La prova non distruttiva del cordone di saldatura dei tubi saldati deve essere eseguita in conformità a quanto prescritto per i tubi saldati elettricamente o saldati testa a testa e per i tubi saldati ad arco sommerso.

a) Tubi saldati elettricamente e saldati testa a testa.

La prova deve essere eseguita in conformità alle UNI EN ISO 10893-2, 10893-3, 10893-10 o alla 10893-11 al livello di accettazione 4. Il metodo di prova è a discrezione del fabbricante.

b) Tubi saldati ad arco sommerso.

La prova non distruttiva deve essere eseguita in conformità a quanto prescritto per il controllo mediante ultrasuoni del cordone di saldatura e per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature di estremità dei nastri.

Controllo mediante ultrasuoni del cordone di saldatura

Il controllo mediante ultrasuoni deve essere eseguito in conformità alla UNI EN ISO 10893-11, al livello di accettazione U4, lungo l'intera lunghezza del tubo. Quando il cordone di saldatura non può essere sottoposto a controllo automaticamente, è necessario eseguire il controllo manualmente.

Inoltre il controllo mediante ultrasuoni in conformità alla UNI EN ISO 10893-8, livello di accettazione U4 o un controllo radiografico in conformità alla UNI EN ISO 10893-6, qualità dell'immagine R2, devono essere eseguite sulla saldatura ad ogni estremità del tubo a una distanza di 200 mm. Il metodo di controllo è a discrezione del fabbricante.

Controllo mediante ultrasuoni delle saldature di estremità dei nastri

Le saldature di estremità dei nastri dei tubi saldati elicoidalmente devono essere sottoposte a controllo mediante ultrasuoni utilizzando il metodo manuale in conformità alla UNI EN ISO 10893-11, livello di accettazione U4 o mediante il metodo radiografico in conformità alla UNI EN ISO 10893-6, qualità dell'immagine R2. Il metodo di controllo è a discrezione del fabbricante.

Prova non distruttiva delle saldature dei raccordi

Il cordone di saldatura dei raccordi o dei componenti di raccordi, che non sono stati sottoposti a prova precedentemente, devono essere sottoposti a prova in conformità a quanto indicato per i tubi saldati ad arco sommerso. Tutte le saldature che non siano il cordone di saldatura devono essere sottoposte a prova in conformità ad uno dei seguenti metodi:

a) controllo mediante liquidi penetranti in conformità alla UNI EN ISO 3452-1;

- b) controllo mediante particelle magnetiche in conformità alla UNI EN 1290;
- c) controllo mediante ultrasuoni in conformità alla UNI EN ISO 17640;
- d) controllo radiografico in conformità alla EN 1435.

Il metodo di prova non distruttiva è a discrezione del fabbricante, a meno che dal committente sia specificato un metodo specifico tra quelli indicati in precedenza. Il livello di accettazione deve essere concordato tra il committente e il fabbricante.

RIVESTIMENTI ESTERNI

La protezione esterna da adottarsi per le tubazioni metalliche è indicata negli elaborati di progetto in funzione della destinazione e dei requisiti richiesti alla condotta; in particolare saranno impiegate le seguenti tipologie:

1. Rivestimento in polietilene estruso;
2. Zincatura o a caldo per immersione.

Rivestimento in polietilene estruso

Dovrà essere del tipo estruso "a calza" a triplo strato in Polietilene stabilizzato contro gli U.V. di colore nero in conformità alle Norme ISO 21809-1 in classe "B2", ovvero secondo le Norme UNI 9090/89 tipo "R3R".

Realizzato secondo il seguente ciclo:

- preriscaldamento della superficie allo scopo di far evaporare tutta l'umidità eventualmente immagazzinata;
- sabbiatura al grado 2,5 S.A.;
- applicazione di primer di attacco;
- riscaldamento della superficie a 200°C;
- applicazione di adesivo per coestrusione (calza) o per avvolgimento del tubo (banda laterale);
- applicazione di polietilene per coestrusione (calza) o per avvolgimento del tubo (banda laterale);
- finitura delle testate per facilitare le operazioni di ripristino in cantiere o per impedire infiltrazioni sotto al rivestimento durante il successivo accatastamento dei tubi.

Caratteristiche del materiale per rivestimento:

Colore	nero
Carbon black	2,5 ± 0,5%
Carico di snervamento (DIN 53455)	10 N/mm ²
Carico di rottura (DIN 53455)	500%
Melt Flow Iudex (190°C - 2160 g)	0,2 ÷ 0,35 g/10'

Caratteristiche del rivestimento:

Temperatura di movimentazione	- 20 ÷ + 70°C
Temperatura di esercizio	- 30 ÷ + 60°C

Aderenza all'acciaio	7 N/mm
Resistenza specifica	$10^8 \Omega/\text{mq}$
Resistenza agli urti	5 N/mm
Resistenza dielettrica	25.000 V

Spessore del rivestimento:

Diametro nominale	Spessore medio totale (mm)
65 ÷ 100	1,8
125 ÷ 250	2,0
300 ÷ 500	2,2
550 ÷ 800	2,5
900 ÷ 1500	3,0

Guaine termo-restringenti

In corrispondenza dei giunti saldati tra le tubazioni o tra tubazione e pezzi speciali si dovrà garantire la continuità del rivestimento mediante l'impiego di speciali fasce termo-restringenti conformi alle norme DIN EN 12068 e DIN 30672.

La guaina dovrà assicurare la continuità della protezione della protezione anticorrosiva passiva esterna dei giunti di linea dei tubi in fase di posa in opera.

Le guaine saranno fornite sotto forma di kits composti da fascia pre-tagliata della lunghezza minima di 450 mm, ottenuta da una pellicola di supporto a base di Polietilene reticolato e stabilizzato, con indicatore termico, con profilo sagomato ai fini dell'indicazione visiva del raggiungimento della temperatura richiesta per il perfetto completamento del procedimento di termo-contrazione.

Sarà rivestita sul lato interno con un mastice visco-elastico, con apposita pezza di chiusura adesiva pre-applicata.

Le guaine saranno in esecuzione certificata in conformità alle norme EN 12068, per la classe europea di resistenza C-50.

Zincatura a caldo per immersione

La zincatura deve corrispondere alla Cat. "A" delle norme UNI qualunque sia lo spessore del materiale ferroso, con la sola eccezione della qualità dello zinco da impiegare che deve avere purezza non minore di quella dello zinco ZN A 99.5 UNI EN 1179.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare le prove previste dalle norme sopradette, con oneri a carico dell'Appaltatore.

Prove sui rivestimenti esterni

I rivestimenti finiti dovranno essere sottoposti alle seguenti prove:

- controllo della costituzione del rivestimento: consistente nella verifica della costituzione secondo quanto descritto;

- prova della continuità: verrà eseguita con strumento del tipo "rivelatore a scintilla" (detector) capace di fornire una tensione elettrica alternata sufficiente a mettere in evidenza eventuali discontinuità del rivestimento. La prova verrà considerata positiva per tensione compresa tra 10.000 e 15.000 V;
- controllo dello spessore del rivestimento: dovrà essere eseguito sul 3% dei tubi rivestiti; sullo spessore medio totale verrà ammessa una tolleranza pari a -10%.

Si potranno usare indifferentemente metodi non distruttivi o metodi che arrecano danni assai limitati al rivestimento in esame e che non richiedono la sua asportazione dalla superficie metallica.

Le misure di tipo non distruttivo saranno eseguite con uno spessimetro di tipo magnetico o elettromagnetico, avente scala adeguata allo spessore da misurare e un errore di misura non superiore al + 10%.

Le misure con danni limitati saranno effettuate con apparecchi costituiti essenzialmente da un giogo cavo entro il quale scorre una barretta appuntita, comandata da un apposito pulsante.

RIVESTIMENTI INTERNI

La protezione interna da adottarsi per le tubazioni metalliche è indicata negli elaborati di progetto in funzione della destinazione e dei requisiti richiesti alla condotta; in particolare saranno impiegate le seguenti tipologie:

1. Rivestimento con resine epossidiche;
2. Zincatura o a caldo per immersione;

Rivestimento con resine epossidiche

Si prevede un rivestimento con resine epossidiche senza solventi applicato a spruzzo su superficie preventivamente sabbiata e preriscaldata, sino a raggiungere uno spessore minimo di 250 microns.

Il materiale da impiegarsi per il trattamento delle condotte dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Colore:	giallo crema
Densità:	1,33÷1,52 kg/dmc
Residuo secco:	100%
Pot life a 25°C:	120 minuti

Il materiale da usarsi per il trattamento superficiale dovrà essere corredato di certificazione di idoneità al contatto con liquidi alimentari, secondo il DM 174/04 del Ministero della Salute.

In corrispondenza del giunto saldato si dovrà provvedere al ripristino in opera del rivestimento interno mediante applicazione a spruzzo o a pennello del medesimo materiale, su superficie preventivamente pulita e spazzolata.

Zincatura a caldo per immersione

La zincatura deve corrispondere alla Cat. "A" delle norme UNI qualunque sia lo spessore del materiale ferroso, con la sola eccezione della qualità dello zinco da impiegare che deve avere purezza non minore di quella dello zinco ZN A 99.5 UNI EN 1179.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare le prove previste dalle norme sopradette, con oneri a carico dell'Appaltatore.

Prove sui rivestimenti interni

I rivestimenti finiti dovranno essere sottoposti alle seguenti prove:

- controllo della costituzione del rivestimento: consistente nella verifica della costituzione secondo quanto sopra descritto, nonché della compattezza e della buona fornitura;
- prova della continuità: verrà eseguita con strumento del tipo "rivelatore a scintilla" (detector) capace di fornire una tensione elettrica alternata sufficiente a mettere in evidenza eventuali discontinuità del rivestimento. La prova verrà considerata positiva per tensione compresa fra 10.000 e 15.000 volt;
- controllo dello spessore del rivestimento: dovrà essere eseguito sul 3% dei tubi rivestiti; sullo spessore medio totale verrà annessa una tolleranza pari a -10%.

ART. 13 – Pezzi speciali per tubazioni in acciaio per acquedotto

Per la realizzazione di curve, derivazioni e raccordi in genere, saranno impiegati pezzi speciali in esecuzione saldata oppure senza saldatura, classe standard PN25, in conformità alle Norme EN 10253-2.

I pezzi speciali dovranno essere ricavati da tubi aventi le stesse caratteristiche di diritti e, quando possibile, sottoposti a prove secondo modalità da concordare con la Direzione dei Lavori.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere identiche a quelle dei tubi diritti della condotta, pronte per le giunzioni saldate testa a testa.

Curve

La curve in acciaio saranno in esecuzione 3D (R = 1,5 De) ovvero 5D (R=2,5 De) in funzione di quanto indicato negli elaborati di progetto.

Internamente saranno già rivestite in stabilimento con malta cementizia di composizione analoga a quella dei tubi di cui al precedente articolo.

Esternamente saranno grezze, da rivestire in cantiere con nastri termo-restringenti delle caratteristiche descritte di seguito.

Le curve saranno in esecuzione con estremità smussate per saldatura di testa e dovranno essere accompagnate da certificato di collaudo di tipo 3.1 secondo le norme EN 10204/95.

Raccordi a TEE

I raccordi a TEE saranno in esecuzione saldata, standard PN25, in conformità alle norme EN 10253-2 Tipo "A".

Avranno l'estremità derivata munita di flange PN25 secondo DIN 2634 ovvero UNI EN 1092-1.

Internamente saranno già rivestiti in stabilimento con malta cementizia di composizione analoga a quella dei tubi di cui al precedente articolo.

Esternamente saranno grezzi, da rivestire in cantiere con nastri termo-restringenti delle caratteristiche descritte di seguito.

I raccordi a TEE saranno in esecuzione con estremità smussate per saldatura di testa e dovranno essere accompagnati da certificato di collaudo di tipo 3.1 secondo le norme EN 10204/95, corredato di attestazione supplementare di verifica radiografica secondo le norme EN 5817, con grado di accettazione "2", sul 100% delle saldature circonferenziali eseguite in stabilimento.

Le tipologie di giunzione a flangia dovranno essere comunque sottoposte alla preventiva accettazione della Direzione Lavori.

Rivestimento interno

I pezzi speciali saranno internamente già rivestite in stabilimento con resine epossidiche senza solventi analoga a quella dei tubi di cui al precedente articolo.

Il rivestimento interno dovrà essere conforme al DM 174/04 del Ministero della Salute.

Rivestimento esterno

Tutti i pezzi speciali saranno forniti esternamente grezzi, da rivestire in cantiere con nastri termo-restringenti per la protezione anticorrosiva passiva della superficie esterna.

I nastri saranno forniti in rotoli con altezza minima 100 mm e composti da una pellicola di supporto a base di Polietilene retico-lato e stabilizzato, rivestita sul lato interno con un adesivo copolimero ad elevata resistenza al taglio.

I nastri dovranno essere in esecuzione certificata in conformità alle norme EN 12068/99 per la classe europea di resistenza C-30.

ART. 14 – Apparecchiature idrauliche

I tipi di apparecchi ed accessori da adottare dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori; lo scartamento delle singole apparecchiature dovrà essere conforme alle norme ISO 5752, di norma secondo la Serie 14 se non altrimenti espressamente specificato, mentre le flange di accoppiamento dovranno essere rispondenti alla norma UNI EN 1092-1 in relazione alla PN prevista.

In ogni caso le singole apparecchiature dovranno possedere le caratteristiche di seguito riportate.

Valvola di intercettazione a saracinesca a corpo piatto e cuneo gommato

Le saracinesche a cuneo gommato a corpo piatto flangiate e forate PN 16, in esecuzione a vite interna, a passaggio totale senza sede, complete di volantino, dovranno avere:

- corpo, coperchio realizzato ghisa sferoidale GJS 400-15 verniciato internamente ed esternamente con verniciatura epossidica elettrostatica con spessore minimo di 250 micron; serraggi mediante viti a brugola in acciaio zincato 8-8 annegate e protette da corrosione con materiale sigillante;
- cuneo realizzato in ghisa sferoidale GJS 400-15 con guide centrali per evitare lo strofinamento della gomma durante l'azionamento della valvola; completamente rivestito in EPDM; cuneo con scarico sul fondo per evitare il ristagno d'acqua;

- albero in acciaio inox 13% cromo;
- tenuta fra coperchio ed albero mediante due anelli "O- Ring" NBR oltre ad una guarnizione di tenuta in gomma EPDM ed una guarnizione esterna antipolvere in gomma NBR; bussola in bronzo ad alta resistenza;
- pressione: a saracinesca chiusa deve essere garantita la tenuta nei due sensi a 16 bar;
- senso di apertura orario.

Tutti i materiali conformi all'uso alimentare secondo il D.M. 174/2004.

Prodotta in stabilimento europeo certificato a norma ISO 9001 e conforme alle norme UNI EN 1074-1 e 2, EN593 e ISO 10631.

Scartamento valvola secondo le norme EN558 o DIN 3202-F4.

Flange di collegamento forate secondo EN1092-2 e ISO7005-2.

Il fornitore dovrà inoltre esibire certificazione in merito alla conformità alla EN 1074 rilasciata da organismo di parte terza accreditato.

Valvola di sfiato automatico

Le apparecchiature di sfiato, per eliminare l'eventuale aria nella condotta ed il rientro d'aria nella stessa, saranno del tipo cinetico a semplice camera, a tre funzioni, con galleggianti sovrapposti.

Materiali e caratteristiche:

- corpo, coperchio realizzato ghisa sferoidale GS 400/12 provvisto di nervature ricavate di fusione e lavorate per la guida del blocco mobile centrale, classe PN40 a passaggio totale sino al DN125; rivestimento protettivo eseguito con polveri epossipoliestere alimentare.
- flange mobili PN 10/16/25/40 in funzione dalla pressione nominale richiesta;
- blocco mobile centrale formato da un galleggiante ed un piattello superiore cilindrici in polipropilene pieni, uniti tra loro dal bocaglio e dal portaguarnizione;
- sede di tenuta del foro maggiore in bronzo a passaggio totale fino al DN125;
- bocaglio e portaguarnizione con schiacciamento controllato della guarnizione per evitare che si usuri;
- pressione 10 bar - 40bar;
- rubinetto di spurgo per il controllo e lo svuotamento della camera.

Tutti i materiali conformi all'uso alimentare secondo il D.M. 174/2004.

Giunto di smontaggio

Da interporre a ridosso di valvole per agevolare le operazioni di smontaggio. In esecuzione flangiata con dimensioni e foratura secondo normativa UNI EN 1092-1. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti;

- protezione superficiale da un ciclo di verniciatura con resine epossiviniliche;

- corpo centrale a soffietto in acciaio inox ASTM A 240 Tp321 multiparete con saldature di testa in Argon.
- tenditori e tiranti di classe 8.8 protetti con ciclo di zincatura a freddo. Il numero di quest'ultimi sarà concordato preventivamente con la D.L;
- dotato di convogliatore interno in acciaio inox.

Tutti i materiali conformi all'uso alimentare secondo il D.M. 174/2004.

Giunto antivibrante

Utilizzato in prossimità del collegamento di pompe di sollevamento quale assorbitore di vibrazioni. In esecuzione flangiata con foratura secondo UNI EN 1092-1. Queste le caratteristiche ed i principali requisiti richiesti:

- compensatore centrale in gomma con inserti tessili di rinforzo;
- autotenuta nella connessione flangiata;
- capacità di resistere ad una depressione interna di circa 0,5 bar;
- temperatura di esercizio 0°C +20°C.

Tutti i materiali conformi all'uso alimentare secondo il D.M. 174/2004.

Flange e bulloneria di serraggio

Normalmente per gli accoppiamenti si fa uso di flange a collare in acciaio al carbonio con dimensioni e foratura secondo norme. La bulloneria di serraggio utilizzata sarà a vite a testa esagonale con dato di serraggio e gambo parzialmente filettato secondo norme EN ed UNI ed eventuale uso di rosette. Questa sarà sottoposta ad un trattamento di zincatura a caldo con un deposito minimo di circa 150 microns.

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

Guarnizioni

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

ART. 15 – Gruppo di consegna all'utenza

I gruppi di consegna all'utenza, dimensionati per la portata di progetto pari a 25 l/s alla pressione di esercizio compresa tra 7 e 9 bar, saranno del tipo automatizzato monoblocco in ghisa sferoidale, di classe minima GS500, diametro DN125 e classe di pressione PN16 a passaggio totale o in alternativa su approvazione della Direzione Lavori di diametro DN 150 e classe di pressione PN16.

L'apparecchiatura avrà angolo verniciato in resina poliestere a polvere spessore minimo 250 micron, con flangia d'ingresso DN125/DN150 forata secondo norma UNI EN 1092-1 PN16 e bocca di uscita filettata femmina 5" BSP per giunto sferico tipo Bauer DN125/DN150 o fangiata DN125/DN150 forata secondo norma UNI EN 1092-1 PN16 su indicazioni della Direzione Lavori.

Il gruppo di consegna nella configurazione minima a base di appalto dovrà garantire una precisione di misura in Classe A certificata secondo ISO 4064:2005, oltre a una perdita di carico idraulico totale alla bocca di consegna non superiore a 0,6 bar; il gruppo nel suo insieme comprenderà gli elementi di seguito indicati:

- contatore a mulinello tangenziale e gruppo di misura in tecnopolimero PN16, trasmissione magnetica, quadrante asciutto a 7 rulli con possibilità di inserimento di emettitore di impulsi con connessione rapida a coda di rondine, impulso ogni 100/1000 litri;
- idrovalvola modulare doppia camera per aperture a basse pressioni (0,2 bar) a membrana con otturatore metallico con anello di tenuta in poliuretano sostituibile, albero totalmente guidato, molla di ritorno in acciaio inox AISI 304 non lambita dal flusso, nessuna razza, griglia o elemento ostruttivo nella sezione di passaggio; avente connessioni al circuito di comando montate solo sul coperchio della valvola per facilitare la manutenzione.
- limitatore di portata ad anello modulante con rinforzo metallico interno comprensivo di cuffia anti-manomissione, per portate da 5 a 25 litri;
- aggancio a flangia rapida posizionato nella parte inferiore del monoblocco per sfiato ove necessario con passaggio minimo 25mm e connessione per valvola di scarico antigelo;
- scatola a guscio in acciaio inox (12 decimi) con apertura totale da due lati, superiore e frontale.

L'idrovalvola sarà dotata di circuito idraulico comprensivo di solenoide bistabile motorizzato a separazione di fluido con passaggio interno minimo 2 mm e comando manuale integrato a tre posizioni e tubo polietilene ad alta densità, raccordi ad innesto rapido metallici tipo *push fittings* PN16; il sistema sarà dotato inoltre di comando manuale di sicurezza a tre posizioni accessibile da sportello lucchettabile dall'esterno.

Posto che il gruppo di consegna all'utenza rappresenta un elemento di rilievo nell'ambito della rete irrigua di progetto, il relativo livello qualitativo viene considerato come criterio oggettivo premiante nell'ambito della procedura di gara mediante offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo.

In particolare saranno valutate positivamente le apparecchiature in grado di garantire le seguenti prestazioni aggiuntive rispetto a quanto sopra esposto:

- precisione di misura in Classe B certificata secondo ISO 4064:2005 mediante impiego di contatore volumetrico tipo Woltmann a corpo orientabile in sostituzione del contatore tangenziale, dotato di certificazioni AWWA e MID;
- perdita di carico idraulico totale alla bocca di consegna non superiore a 0,3 bar, ottenuta mediante impiego di idrovalvola con pilota di controllo portata regolabile con funzione di limitazione della portata, in sostituzione del limitatore ad anello.

ART. 16 – Tubazioni e pezzi speciali in Polietilene ad Alta Densità

Le tubazioni in polietilene alta densità saranno del tipo PE100-RC, a parete solida tipo 1 secondo specifica PAS 1075, per reti di trasporto d'acqua per il consumo umano, prodotta con resina ad elevatissima resistenza alla crescita lenta della frattura, di colore nero con bande coestruse di colore blu, stabilizzata in granulo all'origine. Le tubazioni devono essere fornite sempre in barre.

La Ditta produttrice dei tubi e dei pezzi speciali deve possedere un Sistema di Gestione della Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021. I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201-2 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

La tubazione sarà certificata da ente terzo accreditato per installazione con tecniche di posa alternative, senza scavo, realizzati a partire da materiali PE100 "Resistant to crack", PE100-RC secondo specifica DIN PAS 1075.

La marcatura dovrà recare per esteso il nome della materia prima utilizzata per la sua costruzione che dovrà corrispondere a quella citata nelle certificazioni, il marchio di prodotto e tutti gli altri elementi previsti dalla norma. La composizione utilizzata per la produzione delle tubazioni dovrà essere omogenea e stabilizzata in granulo all'origine.

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ($\sigma_c=8,0$ N/mm²) o superiore in conformità alle norme nazionali ed internazionali. Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione). Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo. Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1:

Proprietà	Valori	Frequenza	Metodo di prova
Indice di fluidità di massa (MFR) 5 Kg; 190 °C; 10 min.	da 0,2 a 1,4 g/10 min	Ad ogni carico Silos	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigeno a 200 °C	T = 200°C; ≥20 min	Ad ogni carico Silos	EN 728
Massa volumica a 23 °C	≥ 930 Kg/m ³	Ad ogni carico Silos	ISO 1183
Contenuto di Carbon Black	2 ÷ 2,5 % in massa	Ad ogni carico Silos	ISO 6964
Dispersione del Carbon Black	≤ grado 3	Ad ogni carico Silos	ISO 18553
Contenuto di acqua	≤ 300 mg/Kg	Ad ogni carico Silos	UNI EN 12118

Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi. La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Colore

I tubi di PE100-RC o superiore devono essere blu, neri, o neri con strisce blu.

Diametri e spessori

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-1) è il "diametro nominale DN/OD, ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale d_n e con il minimo valore del diametro esterno medio $d_{em,min}$.

Il diametro esterno medio d_{em} dei tubi deve avere un valore compreso tra $d_{em,min}$ e $d_{em,max}$. Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.

Nella relazione idraulica sono riportati i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100.

Lunghezze

Le tubazioni in polietilene ad alta densità dovranno essere forniti in barre, generalmente di lunghezze da 6 o 12 metri.

Indice di fluidità

Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.

Requisiti prestazionali

Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI 12201, ottenuti col metodo di prova della UNI EN ISO 1167-1/2.

Collaudi in produzione

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima
Aspetto e dimensioni	Conformità alla norme UNI EN 12201	UNI EN ISO 3126	Una prova ogni 2 h per ogni linea
Resistenza alla pressione interna; 100h -20 °C - 10.0 MPa per il PE80 - 12,4 MPa per il PE100	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN ISO 1167	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini

Resistenza alla pressione interna; 165 h -80 °C - 4.5 MPa per il PE80 - 5,4 MPa per il PE100	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN ISO 1167	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna; 1000 h -80 °C - 4.0 MPa per il PE80 - 5,0 MPa per il PE100	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN ISO 1167	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Indice di fluidità (MFR) 190 °C -5 Kg -10 min	Variazione di MFR a seguito della lavorazione: $\pm 20\%$	UNI EN ISO 1133	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Tempo di induzione all'ossigeno a 200 °C	≥ 20 min	UNI EN 728	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Allungamento a rottura	$\geq 350\%$	UNI EN ISO 6259-1; ISO 6259-3	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia

Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020; sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata. Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della di norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN ISO.

Marchature

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);
- materiale e designazione PE100 RC ad alta densità;
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;

- marchio di conformità dei tubi.

Esclusioni

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (MFR, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

Garanzie

a) Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonché una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.

b) Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.

c) Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti solo con la materia prima di cui al punto 3.1.

d) Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound la Committente potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà alla Committente in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

PRESSIONI E SPESSORI

Classi di pressioni

Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201.

Calcolo degli spessori

Lo spessore viene utilizzato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

e = spessore (mm);

PN = pressione nominale (bar);

D = diametro (mm);

σ = sigma di progetto (bar).

Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore della sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alle curva di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25.

I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate.

All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

T (°C) = 20	c=1
T (°C) = 30	c = 0.87
T (°C) = 40	c = 0.74

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a:

$$OP = PN \times c$$

Resistenza alla pressione esterna

Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna P_e maggiore della pressione interna P_i si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono ad destabilizzarla. E' opportuno pertanto effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile. Quest'ultima è data dal rapporto tra la pressione critica ed un coefficiente di sicurezza pari a 2 che tiene conto del fatto che la tubazione non è perfettamente circolare:

$$P_{cr} = \frac{2 * E}{1 - \nu^2} * \left(\frac{e}{D_m}\right)^3$$

dove:

P_{cr} = pressione critica

E = modulo elastico

N = modulo di Poisson = 0,4

e = spessore del tubo

Dm = diametro medio della tubazione

Dovranno pertanto essere rispettate le condizioni:

$$P \leq P_{cr}$$

$$\sigma \leq \sigma_{cr}$$

PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER TUBAZIONI PE100 RC

I tubi in Polietilene PE100 RC dovranno avere valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di 10 MPa e saranno destinati alla distribuzione dell'acqua in conformità alle Norme UNI EN 12201, ISO 4427 e PAS 1075.

Dovranno essere certificati da ente Terzo on accreditamento di Accredia.

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

MATERIA PRIMA PER LA PRODUZIONE DEL TUBO

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina degli opportuni additivi e stabilizzanti, uniformemente dispersi.

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi, per il carbon black, devono essere rispettati i par ametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI EN di riferimento, nonché il contenuto (2÷2.5% in peso).

Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Densità	955-965 kg/m ³	ISO 1183
Contenuto di carbon black	2 ÷ 2,5 %	ISO 6964
Dispersione del carbon black	grado 3	ISO 18553
Tempo di induzione all'ossidazione (OIT)	> 20 min a 210° C	EN 728
Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min- MFI	0,2 ÷ 0,6 g/10 min	ISO 1133
Contenuto di acqua	300 mg/kg	EN 12118

La materia prima di impiegarsi per la produzione dei tubi in PE100 RC, conforme alla regola tecnica

PAS 1075, ad alta resistenza alla propagazione della frattura deve possedere le seguenti caratteristiche minime in aggiunta a quelle già elencate nella norma EN 12201 parte 1:

Proprietà	Performance	Metodo di Prova
Notch Pipe Test (NPT) (9.2 bar – 80°C – Acqua)	> 10000h	ISO 13479
Point Load Test (PLT) (4 MPa – 80°C – 2% Arkopal)	>8760h (> 1 anno)	PA PLP 2.2-2 (2004-05)
FNCT – Accelerated Creep Test (FNCT with ACT conditions) (4MPa – 90°C -NM5 – undisclosed surfactant)	>1500h	ISO 16770

Le performances di cui sopra dovranno essere dimostrate tramite rapporto di prova emesso da laboratorio accreditato UNI CEI EN ISO IEC 17025.

TUBAZIONI

Le tubazioni prodotte con la materia prima avente le caratteristiche di cui sopra dovranno essere:

1. A spessore intero di parete, di colore nero con righe di coestrusione blu,
2. Bistrato, con strato esterno blu ed interno nero

Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso

L'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato.

Ogni lotto di tubazioni dovrà essere corredato da rapporto di prova emesso da laboratorio accreditato UNI CEI EN ISO IEC17025 per le seguenti prove accreditate (parametri di prova secondo EN 12201 parte 2, ISO 4427 e PAS1075, per resina di tipo PE100 MRS10):

- Prova in pressione a 165 ore /80 °C

- OIT
- MFI
- Resistenza a trazione e allungamento a rottura
- Rilievi Dimensionali

CONTROLLI

La materia prima e i tubi devono essere verificati per i requisiti indicati nelle tabelle seguenti.

Materia prima

Controlli	Metodo di prova
Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10'	ISO 1133
Densità	ISO 1183
O.I.T. a 210°C	ISO 11357-6
Contenuto di carbon black	ISO 6964
Dispersione del carbon black	ISO 18553
Contenuto d'acqua	EN 12118

Tubi

Prova	Metodo di prova
Aspetto e dimensioni	EN ISO 3126
Resistenza alla pressione interna: 100h/20°C/12 MPa	EN ISO 1167
Resistenza alla pressione interna: 165h/80°C/5,4 MPa	EN ISO 1167
Resistenza alla pressione interna: 1000h/80°C/5.0 MPa	EN ISO 1167
Indice di fluidità (MFI) 190°C/5 kg/10' (Differenza massima con MP < 20%)	ISO 1133
O.I.T. a 210°C (> 20 min)	ISO 11357-6
Dispersione del carbon black (grado 3)	ISO 18553
Carico di snervamento > 21 MPa	ISO 6259

Allungamento a rottura >350%	ISO 6259
Tensioni interne <3%	EN ISO 2505

CERTIFICAZIONI DI RILASCIO LOTTO

Il fornitore dovrà sempre spedire al committente i certificati di rilascio del lotto del tipo 3.1 corredati dalla completa rintracciabilità del tubo e contenenti i riferimenti alla spedizione (nr. ordine e spedizione).

CERTIFICAZIONI AZIENDALI

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione Aziendale aggiornata in conformità alla norma ISO 9001, ISO14001 ed OSHAS 18001, rilasciate da Ente competente e accreditato.

MARCATURA DELLE TUBAZIONI

Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità riconosciuto da ACCREDIA;
- marchio di conformità DIN PLUS o equivalente riconosciuto;
- tipo di materiale (PE 100 RC);
- specifica tecnica PAS1075
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- MOP;
- SDR (Standard Dimension Ratio) o S (Serie);
- codice identificativo della materia prima;
- data e turno di produzione;
- Nr di lotto di produzione;
- Nr di linea di produzione;
- Metraggio progressivo

IMBALLO ED ASPETTO

I tubi saranno privi di difetti superficiali e saranno forniti tappati alle estremità.

Saranno legati con reggetta plastica o similare che non danneggi la superficie esterna dei tubi ed avranno etichetta identificativa con codice a barre EAN13 e di tracciabilità di tipo BARCODE 39.

GIUNZIONI

Generalità

Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

a) giunzioni con raccordi elettrosaldabili (generalmente per diametri fino a 355 mm);

b) giunzioni con elementi termici per contatto (saldatura testa a testa) per tubi e per raccordi "formati".

Giunzioni saldate

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione. Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettrosaldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettrosaldabili. La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni del paragrafo 5 del presente disciplinare. La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura. I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati. Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08 Agosto 1994 Edizione n° 2, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene. Gli operatori destinati alla realizzazione delle saldature dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature destinate alla saldatura. Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettrosaldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa. Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566. Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori. Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri.

Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.

Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone. Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni delle norme UNI ISO 12176-1 e UNI 11732.

Saldatura per elettrofusione

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare. La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566. Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

Saldatura di manicotti

- a) I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- b) Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- c) Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- d) Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliate in maniera ortogonale rispetto al loro asse. Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.
- e) Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- f) Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo. Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo.
- g) Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.
- h) Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.
- i) Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce.
- j) E' preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto.

- k) Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- l) Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- m) Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- n) Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- o) Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- p) Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- q) Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.
- r) Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da j) a p) compreso. La superficie del raccordo deve ritornare a temperatura ambiente prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura.

Saldatura di collari e selle di presa

- a) I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso.
- b) Si deve evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso.
- c) Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una tenda sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).
- d) Pulire il tubo nella zona ove sarà effettuata la saldatura, secondo quando previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- e) Raschiare il tubo nella zona della saldatura.
- f) Posizionare il collare sul tubo utilizzando i metodi di fissaggio previsti dal produttore del raccordo. Nel caso di selle presa queste devono essere posizionate sul tubo utilizzando gli appositi posizionatori provvisti di dinamometro e indicatore di carico.
- g) Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- h) Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- i) Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- j) Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- k) Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- l) Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- m) Prima di rimuovere il posizionatore dalle selle di presa, attendere il tempo di raffreddamento

indicato dal produttore del raccordo.

n) Prima di forare il tubo, attendere almeno 20 minuti dopo il completo raffreddamento del raccordo; comunque non forare prima di aver effettuato una prova di tenuta in pressione per la derivazione.

o) Nel caso il tempo di saldatura non sia stato rispettato interamente, il responsabile di cantiere deve personalmente supervisionare un secondo ciclo di saldatura che deve essere svolto seguendo i punti da g) a l) compreso.

Prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura, la superficie del raccordo deve essere ritornata a temperatura ambiente.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura.

Il verbale di saldatura redatto in ogni sua parte sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Saldatura per elementi termici da contatto

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi.

Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi
- i cavi elettrici non siano danneggiati
- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti
- il corpo macchina non sia distorto

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita. Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso. Elementi che possono contaminare la saldatura quali, fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.

Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia.

Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento. Se il termoelemento non può esser pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo. Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare. Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al

compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520. Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni. Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata. La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita. Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura. Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Saldatrici ad elementi termici per contatto

Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

- essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
- devono essere conformi alle norme UNI 11732:2018 e UNI ISO 12176-1:2018;
- ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
- devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
- devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di 0,15 n/mm² dopo i primi 10 secondi;
- devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i -5°C e i +40°C e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201;
- i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10% Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori, pertanto la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra
- le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche, non devono subire dei cali se queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri

accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;

- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile. –la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;

- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;

- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;

- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;

- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;

- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere 230° -5°+10° C) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice (-5°+ 40°C);

- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro-idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa

Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- a) rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- b) tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- c) sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento , pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- d) tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- e) generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.

Scheda di manutenzione

L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto dalle norme UNI 11732 e UNI ISO 12176-1.

Saldatrici per elettrofusione

Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo "raccordi elettrosaldabili" del presente disciplinare.

Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i +40°C, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10 Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;
- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione

Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- a) tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- b) collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN; (per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);
- c) raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- d) detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal-esano
- e) pennarello di vernice indelebile
- f) chiave per fresa.

I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto.

L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.

Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche. Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare.

L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°.

I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche.

I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°.

L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia.

Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale. I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.

Possono essere:

- a) raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo

diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.

b) raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521. Sono costruiti in metallo e si compongono di:

- un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
- un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
- un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
- un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
- un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

Chiavi metalliche per il serraggio di raccordi a compressione

Le chiavi per il serraggio delle ghiera dei raccordi a compressione sono realizzate in un'unica fusione d'alluminio. Devono essere costruite in maniera che un'unica chiave possa serrare i diametri dei raccordi fino a 40 mm, un'altra chiave possa serrare i diametri compresi tra 40 e 75 mm ed un'altra chiave possa serrare i diametri oltre i 75 mm.

RACCORDI IN GENERE

Raccordi a compressione

Tipi di raccordi

I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici. Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi. I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 2 bar. Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.

Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi

Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo. Sarà possibile

impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque la Committente deve esserne informata in anticipo in forma scritta. L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:

- quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
- quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
- quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;
- quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione. Il fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

- Collaudo sulla materia prima, realizzato su un tubo prodotto con il metodo ad iniezione, secondo la norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1;

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm ²]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$P_{test} = \sigma_T * 2s / (d-s)$ = pressione di collaudo in bar, con:

σ_T = tensione di lavoro in N/mm²;

s = spessore della parete del tubo;

d = diametro esterno del tubo in mm

- Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 4;

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

- Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi, secondo la norma DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2;

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

- Resistenza allo sfilamento, secondo la norma ISO 3501; Si calcola mediante la seguente formula:
 $F = 1,5 \pi \sigma_T (de^2 - d^2)/4$ = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

de = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm

Norma	per tubi ≤PN10 [raggio]	per tubi > PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

- Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 7;
- Resistenza alla pressione esterna, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 6;

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1

- Collaudi dimensionali, secondo la norma UNI 9561, tabella XII, e conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

Collaudi periodici

- Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4;

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comportamento a breve	3 x PN (*)	20	1

- Resistenza allo sfilamento, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 5;

Si calcola mediante la seguente formula:

$$F = 1,5 \pi \sigma_T (de^2 - d^2)/4 = \text{forza di collaudo in N (a 23°C), con:}$$

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

- Collaudi dimensionali -Collaudi visivi - Crush test -Collaudo della omogeneità del prodotto, in accordo con il programma interno di verifica della qualità del fabbricante.

Controllo statistico

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari. Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione la Stazione appaltante ammetterà i prodotti all'impiego.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.

Altri requisiti generali

I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio. La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

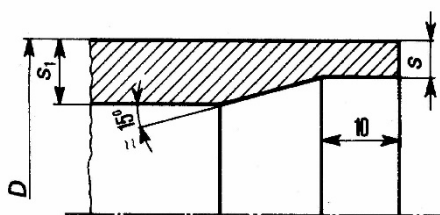
Raccordi formati (o segmentati)

Generalità

I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti nel capitolo 11.4 della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P. Il fabbricante deve rispettare le formule riportate ai punti 11.4.1 e 11.4.2 per la produzione di curve e di tee a settore provvedendo, quando necessario, al rinforzo del raccordo nel modo indicato al punto 11.4.3. I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto al cap.3 del presente documento.

Giunzione di raccordi formati con tubi

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo 4 del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s_1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



Raccordi elettrosaldabili

Generalità

I raccordi elettrosaldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi elettrosaldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100 RC, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento. In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare, almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 -prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI 12201-3 -prospetto 6;
- Densità, secondo la norma UNI 12201-1 -prospetto 1.

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

Progettazione dei raccordi

I raccordi dovranno essere progettati secondo i requisiti indicati dalla norma UNI EN 12201-3.

Collaudi in produzione

Resistenza alla pressione interna

La prova di accettazione è effettuata secondo le prescrizioni indicate nelle norme UNI 12201-3 e UNI 7616 i raccordi vengono sottoposti per la durata di 1 ora ad una pressione pari a $3 \cdot P_N$, a una temperatura pari a 20°C.

Collaudo visivo

- Ogni raccordo deve essere ispezionato visivamente nel suo aspetto generale.

Collaudi dimensionali

- Devono essere svolti in accordo con il piano di campionamento interno del produttore.

Caratteristiche fisiche

- I raccordi devono superare le prove indicate nel prospetto 6 della norma UNI 12201-3.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

Raccordi saldabili per fusione (testa a testa)

Generalità

I raccordi saldabili per fusione (o testa a testa) realizzati in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento. Per garantire la qualità dei prodotti, sono stati adottati riferimenti a norme di prodotto nazionali e internazionali. I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 5 N/mm², in conformità alla norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare. Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo. Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 -prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI 12201-3 -prospetto 6;

Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

- Diametro esterno medio, con la frequenza di 1volta/h;
- Spessore, con la frequenza di 1volta/8h;
- Ovalizzazione, con la frequenza di 1volta/h;
- Angolo tra codoli, con la frequenza di 1volta/8h;
- Aspetto visivo, con la frequenza di 1volta/h;
- Verifica marcatura, con la frequenza di 1volta/h.

Collaudi finali -Esclusioni -Garanzie

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni

lotto di produzione:

- Resistenza alla pressione interna, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN ISO 1167;
- Tempo di induzione all'ossidazione, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 728;
- Indice di fluidità in massa (MFR), secondo le norme UNI EN 12201-3 e ISO 1133.

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi al punto 3.9 e valgono anche tutte le garanzie pure previste per i tubi al punto 3.10.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

Marcatura dei raccordi

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE63);
- classe di pressione;
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi.

PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER RACCORDI PE100 RC A CODOLO

I raccordi a codolo saranno del tipo in Polietilene ad alta densità vergine di colore nero PE 100 RC CLASSIFIED (Ref. Std. ISO 12162), aventi MRS 10.0 MPa (Ref. Std. ISO 9080).

I raccordi saranno SDR11 certificati per pressioni di impiego PN16.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- | | |
|-----------|---|
| EN 1555: | Plastics piping systems for the supply of gaseous fuels Polyethylene (PE) - PARTS -1, -2, -3, -4, -5, -7. |
| EN 12201: | Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure. Polyethylene (PE) - PARTS -1, -2, -3, -4, -5, -7. |

EN-ISO 15494: Plastics piping systems for industrial applications -- Polybutene (PB), polyethylene (PE) and polypropylene (PP) -- Specifications for components and the system -- Metric series.

FM 1613: Polyethylene (PE) Pipe and Fittings For Underground Fire Protection.

EN 10226-1 (ex ISO 7-1): Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads. Taper external threads and parallel internal threads. Dimensions, tolerances and designation.

MARCATURA DEI RACCORDI

Essa conterrà come minimo:

Lotto, data di fabbricazione (settimana/mese – anno) e ISO 12176-4 barcode.

INSTALLAZIONE

I raccordi si intendono installati per elettrofusione su tubi e raccordi in PEAD.

Per l'installazione si dovrà fare riferimento alle EN 12007-2 e EN 12327 e alle istruzioni del produttore.

La saldatura deve sempre essere eseguita da persone qualificate, attraverso l'uso di attrezzature conformi.

I test in pressione dopo l'installazione saranno eseguiti secondo in accordo alla EN 12327.

Saldabilità per elettrofusione

Per elettrofusione con resine PE100 RC (classificazione ISO 12162).

Range di saldatura: SDR 7.4 - SDR 17.6 (con specifici raccordi EF)

Condizioni di installazione: temperatura ambiente da -5°C a +40°C

Normative di riferimento: EN 12007-2 *"Gas infrastructure. Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar. Specific functional requirements for polyethylene (MOP up to and including 10 bar)"*

Saldabilità ad elementi termici per contatto

Elementi termici per contatto con resine PE 100 RC (classificazione ISO 12162).

Range di saldatura: solo con medesimo SDR

Condizioni di installazione: temperatura ambiente da -5°C a +40°C

Normative di riferimento: ISO 21307 *"Butt fusion jointing procedures for polyethylene (PE) pipes and*

fittings used in the construction of gas and water distribution systems"

CARATTERISTICHE MECCANICHE E FISICHE DEI RACCORDI

I raccordi dovranno rispettare le seguenti caratteristiche.

CARATTERISTICHE	METODO DI PROVA	REQUISITO
Dimensioni, aspetto e marcatura	ISO 3126 (EF e a codolo)	Conformità con EN 1555 / EN 12201
Resistenza idrostatica	ISO 1167 (EF e a codolo)	Rottura > 100 h, 20°C, 12.0 MPa (sforzo circonferenziale) Rottura > 165 h, 80°C, 5.5 MPa (sforzo circonferenziale) Rottura > 1000 h, 80°C, 5 MPa (sforzo circonferenziale)
Resistenza alla trazione dei giunti	ISO 13954 (EF) ISO 13955 (EF) ISO 13956 (EF) ISO 13953 (a codolo)	Decoesione di tipo duttile > L2/3 (a 23°C, -10°C, +45°C)
Tempo di induzione all'ossidazione	ISO 11357-6 (EF e a codolo)	> 20 minuti
Proprietà igieniche	D.M. 174 (EF e a codolo)	Conforme

STOCCAGGIO

Conservare in luogo asciutto, lontano dall'esposizione diretta al sole e ai raggi UV, ad una temperatura compresa fra -20°C e +50°C.

Evitare urti, sollecitazioni, contaminazione con acqua e prodotti chimici.

Rimuovere il raccordo dalla confezione solo immediatamente prima dell'installazione.

ACCETTAZIONE DI TUBI E RACCORDI

Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:

- 400 m per tubi con DN ≤ 1000;
- 200 m per tubi 1000 < DN ≤ 2000;

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

- a) la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001, approvato da Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1;
- b) sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato

da Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020 (Certificazione di prodotto);

c) sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;

d) sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;

e) la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate da Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Committente dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà alla Committente, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata nell'ultimo paragrafo del presente articolo "Verifiche ispettive".

MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei pezzi speciali si deve fare riferimento alle prescrizioni del D.M. 12.12.1985 e della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.

Trasporto dei tubi

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

Carico, scarico e movimentazione

Se il carico e scarico dai mezzi di trasporto e, comunque, la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza pari almeno a 3 metri. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è da evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi. Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso, purché il piano di arrivo sia composto da terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine. Il responsabile del cantiere deve controllare tutte le operazioni di scarico per assicurarne la regolarità. Ogni prodotto danneggiato sarà identificato con la dicitura "da non usare" e segregato in apposita zona. Il responsabile stesso dovrà comunicare, al più presto, l'esistenza del prodotto danneggiato al Direttore dei Lavori; quest'ultimo prenderà gli opportuni provvedimenti. Nell'impiego

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

Accatastamento dei tubi

Nell'accatastamento il piano d'appoggio deve essere livellato, esente da asperità e, soprattutto, da pietre appuntite. Deve essere attuata ogni possibile soluzione idonea a prevenire interferenze con il traffico locale, sia veicolare che pedonale e con ogni altra opera già esistente. I tubi devono essere sistemati in modo da evitare ogni possibile incidente dovuto ad un loro non previsto movimento. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 m, qualunque sia il diametro e lo spessore. Per i tubi con diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni. Dopo l'accatastamento, bisogna assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire che foglie, polvere, piccoli animali ecc. possano alloggiarsi all'interno dei tubi.

Conservazione dei materiali

E' indispensabile predisporre le misure necessarie affinché tutti i magazzini, sia aziendali che dei cantieri delle imprese, siano dotati di locali riparati dalle radiazioni solari per lo stoccaggio dei tubi di PE e dei raccordi plastici, necessari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri, con decadimento delle proprietà fisico -chimico -meccaniche.

Trasporto e immagazzinamento dei raccordi per saldature testa a testa

Questi raccordi vengono generalmente forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi, si deve avere cura, nel trasporto e nell'immagazzinamento, di non accatastarli disordinatamente e si deve evitare che possano essere danneggiati per effetto di urti.

Trasporto e immagazzinamento dei raccordi elettrosaldabili

Questi raccordi devono essere sempre forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggerli da polvere, umidità, salsedine, raggi UV, ecc. Devono essere conservati in magazzini, posati su scaffalature o comunque sollevati dal suolo, lontano da fonti di luce e di calore. In cantiere si deve aver cura che i raccordi elettrosaldabili non vengano esposti agli agenti di cui sopra e conservati nella loro confezione originale fino al momento d'uso.

MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

Scavi

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata. Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;

- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio. Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo. La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo da posare. La profondità minima di interrimento deve essere di 100 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione Lavori. Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza. A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche. In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche. In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di sabbia o terra vagliata, ben compattato, con spessore maggiore di $(10 + 0,1 D)$ centimetri, dove D è il diametro esterno del tubo in cm. Il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle con diametro inferiore a 0,08 mm).

Posa in opera

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti. I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati, con particolare riguardo alle testate, per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni. Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee; per ovviare a tale inconveniente si raccomanda di tappare opportunamente le estremità dei tratti già collocati. Effettuata la giunzione delle tubazioni e dei pezzi speciali, secondo le modalità già descritte nel presente disciplinare, si provvede alla posa in opera, che viene effettuata, in generale, per mezzo di capre, escavatori o gru disposte lungo il tracciato, in modo da consentire un graduale abbassamento della condotta, che non deve subire urti contro corpi duri o eccessive deformazioni. Le condotte di PE100, la cui saldatura viene effettuata ai margini dello scavo, devono essere poste in opera sollevandole dal piano di campagna in almeno due punti distanti tra loro $15 \div 20$ metri, per non più di $1,20 \div 1,30$ metri. Per

tubazioni di piccolo diametro e scavi poco profondi è possibile prevedere la posa anche a mano. Inizialmente i tubi si allineano ricalzandoli in vicinanza dei giunti; in seguito si fissa la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione ed in modo che non abbiano a verificarsi controtendenze rispetto al piano di posa. Le tubazioni devono essere ancorate in modo da impedirne lo slittamento durante la prova a pressione. Gli organi di intercettazione, che possono sollecitare i tubi con il loro peso, devono essere sostenuti con supporti autonomi in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta. I tubi, infine, vengono fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea senza impiegare cunei di metallo, di legno o pietrame.

Riempimento dello scavo

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di sabbia che giunga ad una altezza di almeno 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. Il compattamento dello strato fino a 2/3 del tubo, a partire dal letto di posa, deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente e senza spostamenti del tubo stesso. La sabbia compattata deve presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiando il tubo da ogni lato. Tenuto conto che il tubo, a causa del suo coefficiente di dilatazione, assume delle tensioni, se bloccato alle estremità prima del riempimento dello scavo, uniformandosi alla temperatura del terreno, si deve procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) deve essere eseguito per tutta la condotta nelle medesime condizioni di temperatura esterna e si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20-30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavora su tre tratte consecutive e viene eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15-20 cm) nella zona adiacente e la posa della sabbia attorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costanti;
- una delle estremità della tratta della condotta deve essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta deve essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a 5-6 m dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici. E' necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30 cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo. Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

Curvabilità dei tubi

Per non sollecitare il materiale in maniera eccessiva, le barre di tubo di PE possono essere curvate ai seguenti raggi di curvatura (R) alla temperatura di 20°C: PN 10 R = 20 De per tubi semplici; R = 45 De per tubi con giunzioni; PN 16 R = 20 De per tubi semplici; R = 25 De per tubi con giunzioni. Qualora i raggi di curvatura richiesti fossero inferiori a quelli sopra menzionati, si dovranno utilizzare curve stampate o formate a settori (realizzate in fabbrica). La curvatura a caldo della tubazione è

assolutamente vietata.

Danni

Ai fini della resistenza ai danni che possono originarsi durante la fase della posa in opera, le prestazioni dei tubi (PN per 50 anni di vita) non diminuiscono se il valore del danno (intaglio) arrecato ai tubi non supera, in profondità, il 10% del valore dello spessore del tubo.

La forma del danno non è rilevante (longitudinale o circonferenziale, ecc.); tuttavia il Direttore dei Lavori ed il Responsabile di Cantiere si devono assicurare che il danno non penetri per un valore superiore al 10% dello spessore del tubo in nessun punto della parete dello stesso. Nel caso che ciò accada, la parte del tubo interessata dal danno deve essere rimossa.

COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA

Generalità

La prova di collaudo si deve eseguire sulla condotta installata compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione. Si può effettuare indifferentemente la prova di collaudo tradizionale oppure quella di tipo aggiornato.

Collaudo tradizionale

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si crea nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che ha come risultato un aumento di volume nella condotta. La prova idraulica in opera dei tubi in PE è da effettuare su tratte non più lunghe di 200 metri per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni, presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento della linea). La tubazione deve essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta. La quasi totale copertura del tubo da collaudare evita sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte consentendo la definizione più precisa della quantità dell'acqua aggiunta durante le ore di collaudo. Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si riempie la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando la stessa in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria. Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato si procede con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN. Nel punto di pompaggio deve essere installato oltre ad un manometro di pressione anche un manometro registratore (pressione e tempo), che permette di documentare l'andamento delle prove idrauliche, ed un contatore volumetrico. La pompa deve essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova, mentre il contatore presente nell'unità di pressurizzazione deve conteggiare il volume del liquido aggiunto. Questi dati si devono annotare nel protocollo di collaudo. Durante le 6 ore il tubo si dilata sotto la pressione interna e raggiunge una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%. Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione ha valori più contenuti. Durante l'operazione di precollaudo si deve controllare la tenuta delle giunzioni; i raccordi flangiati sono da rinserrare ciclicamente. Si deve prestare attenzione, durante queste operazioni, al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo per l'operatore adeguate protezioni. Al termine della prova preliminare, nella quale non si deve riscontrare alcuna perdita dalle giunzioni, si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN. Questa prova dura 6 ore; ogni ora

deve essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non deve essere ripristinata la pressione fino al termine della prova.

Il collaudo si ritiene positivo quando risulta $\Delta p \leq 0.25$ bar (Δp = differenza tra pressione iniziale e pressione finale). Durante la prova principale l'operatore deve controllare che non si riscontrino perdite visibili da tutte le giunzioni. Terminato il collaudo si redige un verbale che deve essere firmato dall'impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

Collaudo aggiornato

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il Metodo a Contrazione. Il principio di tale metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene, in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo. Gli elementi necessari per il collaudo sono: l'unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio del liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contaltri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione $\leq 5\%$ del volume richiesto).

Prova preliminare

Si riempie la condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s, sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria.

Si chiude la valvola di alimentazione dell'acqua e si lascia assestare la condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Si mette in pressione la condotta alla pressione di collaudo P_{coll} di 1,5 PN, in un tempo massimo di 10 minuti.

Si mantiene la P_{coll} per 0,5 h ripristinando la caduta di pressione al valore di P_{coll} (fase di mantenimento).

Si controlla nella successiva 1 h (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla P_{coll} , che non devono essere superiori al 30%.

Se la caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe la prova, si eliminano le cause delle perdite e, dopo un riposo delle tubature di almeno 1 h, si riprende il collaudo.

E' necessario il superamento di questa prova per eseguire la prova principale. L'andamento della curva di pressione è indicato nella corrispondente sezione della Raccomandazione IIP n. 10 del maggio 1999.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (P_{abb}), agendo sulla valvola di regolazione per alcuni minuti.

Per la successiva 0,5 h si controlla l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1,5 h per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione dopo 0,5 h è $\leq 0,25$ bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume d'acqua scaricato (V_{abb}) durante la riduzione di pressione.

Se la quantità del liquido è inferiore o pari al valore calcolato V_{amm} , il collaudo è positivo; se invece è superiore, la prova deve essere ripetuta. Il valore V_{amm} si calcola applicando la seguente formula:

$$V_{amm} = 0,1 \cdot F \cdot \left[\sum_{i=1}^n (A_i \cdot L_i) \right] \cdot P_{abb} \cdot \left[\frac{1}{E_A} + \frac{1}{E_T} \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{d}{s} \right)_i \right]$$

dove:

V_{amm} = massimo volume di acqua scaricabile (ml);

P_{abb} = abbassamento di pressione (bar);

d = diametro interno dei vari tubi (mm);

E_A = modulo di compressione dell'acqua (pari a 2000 N/mm²);

E_T = modulo di elasticità a breve durata del PE (pari a 800 N/mm²);

s = spessori dei vari tubi (mm);

L = lunghezze dei vari tubi (m);

F = coefficiente di correzione per presenza di aria nella condotta (pari a 1,2);

A = sezioni interne dei vari tubi (mm²).

VERIFICHE ISPETTIVE

Generalità

L'Ente Appaltante effettuerà periodiche verifiche ispettive per controllare le conformità richieste nel presente documento. Le verifiche possono riguardare i prodotti, i processi interni delle fabbriche che producono i materiali ammessi all'impiego e i processi di costruzione e posa in opera degli impianti svolti dalle ditte appaltanti. Per dette verifiche si servirà di personale interno adeguatamente preparato o di Organismi di terza parte, certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17020 e UNI CEI EN ISO/IEC 17065 o UNI CEI EN ISO/IEC 17021, appositamente incaricati. Il fornitore d'opera e il fabbricante devono garantire ai verificatori il libero accesso a tutti i documenti che intendono controllare. Le frequenze delle verifiche ispettive sono indicate nel seguente prospetto: Le fabbriche e i prestatori d'opera realizzano i loro prodotti e processi garantendo il rispetto di un sistema di garanzia della qualità conforme alle norme UNI EN ISO 9001 e adottando un piano della qualità che deve essere reso noto ai verificatori per dimostrare come la Ditta soddisfa i requisiti espressi nel presente documento.

LOCALITA'	VERIFICA	FREQUENZA
CANTIERI	Fornitore d'opera	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	RACCORDI	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera

	TUBI	Ad ogni apertura cantiere ed almeno una volta alla settimana in corso d'opera
	TUBI [verifica reologica]	Ad ogni apertura cantiere
FABBRICHE	RACCORDI	Ad ogni lotto
	TUBI	Ad ogni lotto

Verifiche ispettive nei cantieri

I verificatori effettueranno le verifiche nei cantieri con le frequenze indicate nella tabella del paragrafo precedente.

Fornitore d'opera

Il fornitore d'opera deve provvedere affinché siano rese disponibili procedure scritte che illustrino almeno i seguenti punti:

- come il prestatore garantisce il rispetto dei requisiti, ossia il piano della qualità;
- come il prestatore conserva la documentazione richiesta per garantire la rintracciabilità delle operazioni;
- quali sono i controlli che s'impegna ad effettuare sulle lavorazioni svolte;
- come documenta le azioni correttive eventualmente intraprese nel caso di non conformità e quali sono le azioni preventive impiegate per evitare il ripetersi di non conformità.

Verifiche sui materiali I verificatori controlleranno che i materiali impiegati nel corso della costruzione siano quelli ammessi all'uso. In particolare controlleranno la rispondenza tra i materiali trovati in cantiere e quelli prescritti per le opere.

Verifiche reologiche Allo scopo di garantire la rispondenza delle materie prime con quanto richiesto, *per ogni lotto di tubi di polietilene consegnato*, il verificatore provvederà al prelievo in cantiere di un campione per poter effettuare la determinazione dell'Indice di fluidità in massa, per mezzo di un laboratorio di prove accreditato secondo la norma EC1-2018 UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Verifiche ispettive nelle fabbriche

I verificatori della Stazione Appaltante effettueranno le verifiche nelle fabbriche ad ogni lotto di tubi e/o raccordi; nel corso delle verifiche ispettive controlleranno che il processo di fabbricazione e di svolgimento dei controlli sia idoneo al raggiungimento dei requisiti prestazionali prescritti nelle norme di prodotto dei tubi (UNI EN 12201-2) e dei raccordi (UNI EN 12201-3). Effettueranno, inoltre, controlli sul metodo di svolgimento e di rilascio del certificato di conformità del lotto. I risultati delle verifiche ispettive svolte nelle fabbriche saranno trasmessi al Direttore dei Lavori. In caso di risultati negativi verranno intraprese immediatamente le conseguenti azioni nei confronti della fabbrica.

Ulteriori diritti di verifica ispettiva nelle fabbriche dei tubi e dei raccordi di PE L'Ente Appaltante potrà, a sua esclusiva discrezione, esercitare nei confronti del produttore dei tubi e dei raccordi, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso, in qualsiasi momento della produzione, agli stabilimenti del produttore;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo, raccordo e/o di materia

prima, sia da tramoggia di estrusione, sia da sacchi, silos o altri luoghi di stoccaggio della materia prima;

- esecuzione, in presenza di delegati dell'Azienda, di qualsiasi prova sui tubi e raccordi, nelle quantità e con le frequenze previste dal manuale della qualità del fornitore;
- analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e materia prima dichiarata in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici delle materie prime; tale prova è delegata, a carico della fabbrica, al produttore della materia prima.

Costi delle verifiche ispettive

Verifiche in cantiere

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale dell'Ente Appaltante, sono a carico dell'Appaltatore. Le spese per la determinazione reologica sono sempre a carico del fabbricante.

Verifiche nelle fabbriche

I costi delle verifiche ispettive, a parte le spese di trasferta del personale dell'Azienda, sono a carico dei fornitori dei materiali. Nel caso di incapacità o inadeguatezza ad eseguire le prove richieste, il fornitore dei materiali si farà carico degli oneri derivanti dall'esecuzione delle stesse prove presso Laboratori indipendenti e accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dal ritiro di tubi già consegnati all'Azienda ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste. In caso di non rispondenza delle forniture o delle prestazioni d'opera alle prescrizioni del presente documento, l'Azienda ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno subito come previsto a norma di legge.

CAPITOLO II – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

ART. 17 – Apertura della pista di lavoro e tracciamenti

Lungo il tracciato della condotta, nella fascia di occupazione già messa a disposizione dalla Stazione appaltante, dovrà essere aperta una pista di transito per consentire il passaggio dei mezzi necessari alla costruzione delle opere; nel prezzo a metro quadrato previsto sono compresi gli eventuali scavi di sbancamento o gli apporti di materiale che si rendessero necessari per regolarizzare la fascia e rendere agevole il transito dei mezzi d'opera.

La Stazione appaltante ha provveduto ad ottemperare alle formalità per l'occupazione temporanea dei terreni interessati dalla fascia di lavoro; l'ampiezza della fascia a disposizione dell'Appaltatore è indicata nelle planimetrie catastali e negli elaborati relativi alle sezioni tipiche di scavo e di posa allegati al progetto esecutivo.

Tutti i danni conseguenti all'occupazione della fascia della larghezza prevista in progetto saranno a carico del Committente, mentre, ove si rendessero necessarie maggiori occupazioni, i danni eccedenti saranno a carico dell'Appaltatore.

Prima di porre mano ai lavori di movimento terra, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi in base alle sezioni di progetto, nonché le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate.

Ove ai lavori in terra sono connesse opere murarie, l'impresa dovrà procedere al tracciato di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, e delle modine, come per i lavori in terra.

L'Appaltatore dovrà predisporre in tempo utile, al fine di non dover rallentare l'esecuzione dei lavori, tutti gli elaborati ed istruire le pratiche necessarie per eventuali spostamenti di linee elettriche, linee telefoniche, gasdotti, acquedotti, fognature e quant'altro venisse ad interferire con lo sviluppo del cantiere.

Le indennità di concessioni e permessi di attraversamento, nonché le spese per l'eliminazione delle interferenze, saranno a carico del Committente, ma, su richiesta della Direzione Lavori, potranno essere pagate dall'Appaltatore ed inserite in contabilità come anticipazioni.

Via via che si procede con il rinterro delle tubazioni, il terreno relativo alla pista di lavoro, a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere riportato nella situazione originaria senza che questi possa chiedere compensi di sorta.

Negli attraversamenti di corsi d'acqua naturali o artificiali, l'Appaltatore dovrà assicurare il deflusso delle acque e la conservazione o ripristino degli argini; negli attraversamenti di strade dovrà installare le opportune segnalazioni e difese nel rispetto delle Leggi e dei regolamenti vigenti; tutti i relativi oneri sono posti a carico dell'Appaltatore, che ne ha tenuto conto in sede di formulazione dell'offerta.

Nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà, per quanto possibile, evitare di provocare impedimenti all'esercizio delle attività agricole dei proprietari dei terreni attraversati.

ART. 18 – Scavi in genere

Gli scavi occorrenti nell'esecuzione dei lavori, a mano o con mezzi meccanici, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che dovessero essere disposte dalla Direzione dei lavori sulla base dell'effettiva consistenza dei terreni riscontrata all'atto dell'apertura degli scavi.

Dovrà essere usata ogni esattezza nello scavare i fossi, nello spianare e sistemare i marciapiedi e banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli.

Nell'esecuzione degli scavi in genere, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e 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 sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi; nel caso di impossibilità di regimare le acque sarà onere dell'appaltatore prosciugare gli scavi.

L'Appaltatore dovrà consegnare le trincee e i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate o banchine o l'espurgo dei fossi.

In particolare si prescrive che nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni impartitele.

L' Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare agli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, con deposito su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese. Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate presso l'area di cantiere previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

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

ART. 19 – Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tali a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o spleamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di spleamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costituirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spallete di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Appaltatore possa pretendere per ciò alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

ART. 20 – Scavi a sezione ristretta e obbligata

Prima di dare inizio agli scavi l'Appaltatore ne darà comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Per tali scavi si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede di posa di tubazioni e collettori e loro pertinenze (slarghi, nicchie, ecc.).

Nella loro esecuzione si dovranno rigorosamente rispettare l'andamento planoaltimetrico previsto in progetto ovvero stabilito all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

I riferimenti topografici stabiliti con i tracciamenti verranno sostituiti all'occorrenza con altri ubicati in modo da poter essere in ogni momento reperiti, sia durante che dopo l'esecuzione dello scavo.

Le quote di fondo scavo saranno controllate dalla Direzione Lavori prima della posa della condotta ovvero dell'eventuale formazione dei letti di posa. La sezione trasversale sarà realizzata dall'Appaltatore in modo tale da consentire l'agevole e perfetta esecuzione di tutte le operazioni di posa e ricalzo, l'esecuzione dei giunti e la loro ispezione da parte della Direzione Lavori.

La parte superficiale agraria del terreno scavato (cappellaccio) dovrà essere mantenuta separata dal restante materiale di risulta, in modo tale da essere reimpiegato esclusivamente per il ripristino finale del fondo.

L'Appaltatore non potrà realizzare sezioni trasversali la cui larghezza effettiva risulti inferiore a quella indicata negli elaborati di progetto; anche l'altezza minima di ricoprimento non dovrà essere inferiore a quella riportata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Appaltatore, salvo dove diversamente specificato, opere provvisorie necessarie per evitare danni alle persone, alle cose ed all'opera per smottamenti o franamenti del cavo, nonché la pulizia degli scavi sino al momento della realizzazione delle opere.

ART. 21 – Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del perimetro di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano indicato dagli elaborati di progetto, che sarà confermato od eventualmente modificato in corso d'opera dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, il cui onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, salvo dove diversamente specificato, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose ed all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Le fondazioni saranno eseguite secondo le modalità ed alle quote previste in progetto, che verranno modificate dalla Direzione Lavori, in più od in meno, in funzione della situazione riscontrata all'apertura degli scavi.

Nel caso di franamento dei cavi l'Appaltatore dovrà procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Appaltatore eseguire le armature dei casseri di fondazione con precisione adoperando tecniche e materiali di buona qualità e di ottime condizioni, di sezioni adeguate agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei casseri riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Appaltatore quindi è l'unico responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza ed irrazionalità delle armature.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Appaltatore lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione della opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiale adatto dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Saranno compensati a parte solamente gli oneri per blindatura degli scavi eseguita come più oltre prescritto nell'articolo relativo.

ART. 22 – Presenza di acqua negli scavi

I lavori di scavo saranno condotti in modo che le acque che scorrono sulla superficie del terreno non si versino negli scavi e le acque infiltrate che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti dei cavi, possano essere al più presto eliminate, procedendo, ove sia possibile, da valle verso monte.

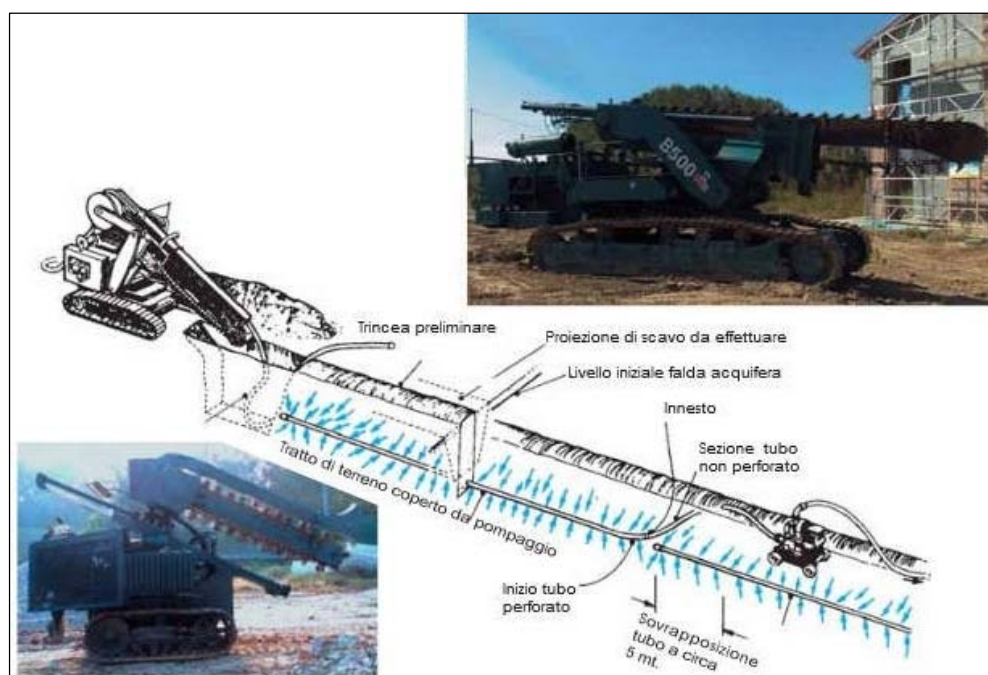
Sono considerati scavi all'asciutto tutti quelli eseguiti anche in presenza di acque sorgive purché, dopo il completo prosciugamento giornaliero iniziale delle acque raccoltesi durante la notte (eseguito a gravità a cura e spese dell'Appaltatore), il cavo possa essere mantenuto asciutto a gravità con l'apertura di brevi canali fugatori o con la costituzione di piccole ture o procedimenti analoghi.

Sono considerati scavi in presenza di acqua quelli durante i cui lavori l'acqua si mantiene costantemente di altezza superiore a cm 20 sul fondo del cavo, pur provvedendosi contemporaneamente al suo allontanamento a gravità o a mezzo di canali fugatori appositamente aperti.

ART. 23 – Drenaggio suborizzontale

L'indagine per l'ubicazione delle zone con presenza di acque stagnanti o di falda prossime alla superficie, nonché le eventuali escursioni stagionali, deve essere effettuata per tratti prima dell'inizio dei lavori su ciascun tratto anche con l'esecuzione di saggi, al fine di programmare gli interventi per il prosciugamento e le attrezzature più idonee da impiegare.

Al fine di mantenere drenato il fronte di scavo per la posa delle condotte distributrici, eliminando l'eccesso di acqua, è previsto l'impiego della tecnica del drenaggio orizzontale, che è particolarmente indicata per le grandi superfici, o gli avanzamenti in linea quali le condotte in progetto.



Operativamente si procederà con l'installazione un tubo dreno, opportunamente protetto da una calza anti intasamento, con l'ausilio di apposite macchine escavatrici, con questa tecnica, in terreni con scarsa permeabilità o stratificati è anche possibile riempire lo scavo con materiale a granulometria voluta in modo da creare una trincea drenante ad alta permeabilità.

Nel caso specifico, infatti, essendo possibile una variazione della geologia lungo lo sviluppo planimetrico delle condotte irrigue, con passaggio da terreni sabbiosi ad argille limose, la tubazione

drenante potrà essere posata direttamente nel terreno o con la costituzione di un dreno di ghiaio per impedirne l'ostruzione ad opera delle particelle fini.

La trencher-machine o posadreno dovrà essere munita di una particolare catenaria di scavo che in avanzamento possa scavare e contemporaneamente posare fino a profondità di 5,00 m dal piano di transito, un tubo drenante micro-fessurato in Polietilene DN 125 mm a doppia parete.

CARATTERISTICHE DEI TUBI DRENANTI

I tubi drenanti in Polietilene saranno del tipo a due tubolari coestrusi e sagomati in modo che la parete esterna assuma la tipica corrugazione necessaria a conferire al manufatto una adeguata resistenza strutturale, mentre quella interna resti continua e liscia, facilitando lo smaltimento dei detriti non filtrati e scongiurando accumuli ed occlusioni nel sistema drenante.

Entrambe le pareti, esterna corrugata e interna liscia, saranno realizzate con materiali di prima scelta che oltre a garantire alla tubazione qualità e lunga durata, assicurino l'assenza di memoria plastica, facilitando la posa in trincea e scongiurano strappi e lacerazioni interne che potrebbero ostacolare il regolare deflusso del fluido drenato.

I tubi corrugati per il drenaggio dei terreni devono avere classe di rigidità anulare non inferiore a SN4 (4 kN/m²) determinata in base alla norma UNI EN ISO 9969 e devono essere prodotti da azienda operante con Sistema di Gestione della Qualità conforme alla UNI EN ISO 9001 certificato da Ente Terzo accreditato.

I tubi corrugati avranno le seguenti caratteristiche costruttive e meccaniche:

- tubi strutturali in PE a doppia parete flessibili aventi parete esterna corrugata e parete interna liscia, prodotti per coestrusione continua delle pareti;
- parete interna liscia con ondulazione massima del 2% intesa come la differenza tra diametro interno massimo e diametro interno minimo;
- provvisti di fessurazioni dislocate su file ad intervalli di 60° su tutta la circonferenza (6 file di fessure a 360°);
- tubi completi di manicotti di giunzione e già rivestiti da un filtro in geotessile non tessuto in fibra sintetica imputrescibile, solidale al tubo per l'intera lunghezza, perfettamente aderente ed avente le seguenti caratteristiche:
 - Massa ≥ 150 g/m² (EN 9864);
 - Resistenza a trazione trasversale $\geq 7,3$ kN/m (EN ISO 10319);
 - Resistenza a trazione longitudinale $\geq 6,0$ kN/m (EN ISO 10319);
 - Allungamento a Rottura $\geq 30\%$ (EN ISO 10319);
 - Resistenza al punzonamento statico 1,0 kN (EN ISO 12236).

POSA DEI TUBI

I tubi drenanti saranno posati con apposite macchine che dovranno realizzare una perfetta trincea drenante, migliorando la permeabilità del terreno in corrispondenza dello scavo, favorendo il richiamo dell'acqua sia verso il tubo di drenaggio che verso la trincea.

La macchina posadreno dovrà disporre di un aggiustamento idraulico della distanza tra i cingoli, consentendo così l'operatività su terreni di svariata natura e dovrà essere in grado di attuare un avanzamento massimo nella posa di un dreno fino a 200 m lineari all'ora.

Il dispositivo dello scavo sarà del tipo a catena costituita da speciali benne che scavano il terreno in modo da farlo ridepositare nella trincea creata in precedenza, la posa del tubo avverrà attraverso una cavità situata al disopra della sezione ascendente della catena che lo spinge fino al fondo della trincea ottenuta dalla rotazione della catena.

Dopo la posa di un tratto di tubazione variabile tra 50 m – 100 m, in relazione alla natura del terreno e al battente di falda da deprimere e controllare, viene fatta uscire dal terreno una porzione di tubazione drenante cieca da allacciare in aspirazione alle motopompe con apposite valvole regolatrici di flusso.

In presenza di terreni stratificati a scarsa permeabilità, la macchina operatrice è munita di una appropriata tramoggia, che consente lo scarico di ghiaio all'interno dello scavo realizzando una trincea drenante intorno ed al di sopra del tubo drenante posato.

Con questa soluzione viene così realizzato un pre – filtro al tubo drenante riuscendo a mettere in comunicazione strati di terreno a diversa conducibilità idraulica ed impedita l'ostruzione del drenaggio da parte delle particelle fini una volta messo in depressione il tubo drenante.

L'uniformità della costruzione della trincea drenante è dettata non solo da una minima altezza finale della trincea stessa (al di sotto di certe quantità di ghiaio utilizzato l'inerte non riesce a scorrere in modo uniforme sino al fondo della trincea) ma anche dalla continuità con il quale viene scaricato all'interno della tramoggia della macchina.

MOTOPOMPE DI DRENAGGIO

Le motopompe collegate alla tubazione drenante, con il compito di mettere in depressione la tubazione drenante ed estrarre l'acqua dal sottosuolo, saranno tutte con motore tipo Deutz e con bocche variabili DN100 ÷ DN 150 (DN 100 portata max 0,041 m³/s e DN 150 portata max 0,083 m³/s) in funzione delle portate richieste, per cadauna motopompa.

Le motopompe saranno distribuite su tratti di circa distribuite per circa 50 – 100 ml di tubazione drenante.

ART. 24 – Sistemi di blindaggio dello scavo

Il blindaggio degli scavi dovrà essere eseguito mediante l'uso di pannelli metallici autoaffondanti ad elementi infissi tipo 'Krings' o similari, opportunamente sbadacchiati, armati e controventati per quanto occorra, e si intende comprensivo degli oneri di infissione, estrazione, nolo, smontaggio e quant'altro necessario ai fini della perfetta regola d'arte.

Tali particolari accorgimenti dovranno essere adottati per gli scavi delle trincee, ove previsto dal progetto; dovrà procedersi come segue: l'affondamento dello scavo dovrà essere sempre accompagnato o preceduto dalla contemporanea infissione di robusti pannelli di acciaio opportunamente contrastati da vitoni a doppio effetto.

La scelta della pannellatura, comunque, deve essere concordata, ai fini della robustezza, con la Direzione dei lavori, la quale si riserva il diritto di rifiutarla se giudicata inidonea.

Per l'escavazione nei tratti liberi e privi di ostacoli nel sottosuolo non vi sono particolari accorgimenti da adottare, salvo quello del contemporaneo affondamento dei pannelli e dello scavo: altro discorso

è da farsi per l'escavazione dei tratti occupati da "servizi" gas, telefono, acqua, energia elettrica, ecc.).

Ogni ostacolo dovrà essere preventivamente individuato con precisione mediante opportuni scavi, e ciò allo scopo di programmare l'impiego di pannelli di minor lunghezza per avvicinare il più possibile lo scavo all'ostacolo.

L'affondamento dello scavo dalle due parti dell'ostacolo procederà di pari passo fino a scoprire l'oggetto da attraversare (che dovrà essere diligentemente sospeso a travi e protetto contro gli urti accidentali), e al di sotto dello stesso fino alla quota di progetto. Per evitare il franamento delle parti dello scavo non protette dai pannelli di acciaio, si provvederà al loro blindaggio con tavole di opportuno spessore, (eventualmente contrastate con vitoni, se il tratto scoperto fosse lungo) e disposte orizzontalmente, con le estremità infilate a tergo dei pannelli stessi. Lo scavo nei tratti scoperti dovrà essere effettuato con molta cura onde evitare danneggiamenti dell'oggetto attraversato, provvedendo anche a far disattivare il servizio se le operazioni nelle sue vicinanze costituissero un pericolo per il personale.

Se le attrezzature di cui disporrà l'Impresa saranno di tipo differente da quella descritta potranno essere parimenti diversi sia i modi di affondamento sia le modalità per l'attraversamento dei servizi, tuttavia il risultato non dovrà differire nei due casi.

Non dovrà comunque avvenire che i servizi esistenti nel sottosuolo abbiano a soffrire a causa dello scavo in trincea di qualunque natura, e si dovranno evitare movimenti nel terreno circostante (e quindi lesioni alla superficie del piano di campagna).

ART. 25 – Paratie e diaframmi metallici

Le paratie o i diaframmi costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi.

Le paratie ed i diaframmi metallici previsti nel presente progetto sono del tipo a palancole infisse.

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino a rimangono puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalla guida.

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

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

L'infissione sarà effettuata fino alla profondità necessaria per resistere alla spinta del terreno soprastante e di altri eventuali sovraccarichi compresa.

L'esecuzione del sistema di blindaggio dovrà essere effettuata a perfetta regola d'arte anche in corrispondenza di angoli o punti difficili.

ART. 26 – Rilevati e rinterri delle opere in c.a.

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o 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 o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, 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 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.

È vietato 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.

È 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 scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

ART. 27 – Rinfianchi e rinterri delle tubazioni

Le trincee aperte per i collettori e tubazioni in genere saranno riempite dopo alloggiati i condotti e di norma dopo che siano state eseguite, con buon esito le prove di tenuta.

Il rinfianco e il ricoprimento dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta aderenza del terreno con tutta la superficie del condotto, ivi compresa la parte inferiore, adoperando fino ad un'altezza di ricoprimento, di 30 cm sulla generatrice superiore del collettore, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi opportunamente compattati, senza erbe, frasche, ecc. con esclusione di ciottoli, pietre, ecc.

Per il rinterro si adopereranno i materiali provenienti dagli scavi, riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori, che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 10, questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, in modo da evitare, col loro getto alla rinfusa, il danneggiamento dei tubi.

È vietato l'impiego, per i rinterri, di materie impregnate di liquami cloacali o di residui industriali.

L'Appaltatore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro ed il collaudo. Per le condotte adduttrici il cui tracciato si svolge fuori dagli abitati, dopo il riempimento dei cavi fino al piano di campagna, l'eventuale materiale eccedente, ad eccezione di quanto possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi o di quanto potrà disporre la Direzione Lavori, dovrà essere rimosso e trasportato a rifiuto a qualsiasi distanza a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Se non bastasse il materiale scavato e depositato lateralmente, l'Appaltatore dovrà provvedere, a tutte sue cure e spese, agli eventuali trasporti longitudinali ovvero a prelevare il materiale da cave di prestito.

Tutti gli eventuali ricarichi che si rendessero necessari per mantenere i rinterri al piano di campagna o stradale saranno a carico dell'Appaltatore fino al collaudo.

ART. 28 – Preparazione del sottofondo del corpo stradale

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberi da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'appaltatore,

indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio autorizzato.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

ART. 29 – Cave di prestito

Per la formazione dei rinterri e dei rilevati con materiale non proveniente dagli scavi e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere ai materiali occorrenti ricorrendo, a sue cure e spese, a cave di prestito.

Nei contratti, per l'apertura delle cave di prestito che l'Appaltatore stipulerà coi proprietari, deve essere pattuito che i proprietari stessi si obbligano a tenere sollevato in qualunque tempo la Stazione Appaltante da qualsiasi reclamo di Autorità o di terzi. In caso di inosservanza delle precedenti norme e segnatamente di quelle concernente lo scolo delle acque nelle cave di prestito, la Stazione Appaltante ha facoltà di mettersi riparo di ufficio avvalendosi sui crediti dell'appaltatore e sulla cauzione.

ART. 30 – Fondazione in misto granulare stabilizzato

Strati di fondazione

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, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare in laboratorio ed in cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non potrà mai avere uno spessore finito superiore a cm. 20.

a) Caratteristiche del materiale da impiegare. Il materiale, dopo l'eventuale correzione granulometrica e la miscelazione, avrà, in opera, le seguenti caratteristiche:

- 1) sarà privo di elementi aventi dimensioni superiori a 71 mm. oppure a forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) curva granulometrica compresa nel seguente fuso, avente andamento continuo ed uniforme, concorde a quello delle curve limiti; almeno il 20% in peso del materiale sarà costituito da frantumato a spigoli vivi;

Crivelli e setacci UNI mm. Miscela Pass. tot. in peso %

Crivello 71	100
Crivello 40	75-100
Crivello 25	60-87
Crivello 10	35-67
Crivello 5	25-55
Setaccio 2	15-40
Setaccio 0,4	7-22
Setaccio 0,075	2-10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore od uguale a 2/3;
- 4) equivalente in sabbia (prova A.A.S.H.O. T 176/56, eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento) misurato sulla frazione passante al crivello 5, compreso fra 35 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 35 e 40, la Direzione dei Lavori potrà richiedere la verifica dell'indice di plasticità; se i materiali sono da impiegare in corrispondenza di una trincea, essi dovranno risultare non plastici; se sono da impiegare su rilevati, essi dovranno avere un I.P. inferiore a 3;
- 5) indice di portanza C.B.R. (norma ASTM - 1883 - 61 T oppure C.N.R. - U.N.I. 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguita sulla frazione passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di più o meno 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

b) Modalità esecutive - Il piano di 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 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 eccesso di umidità, o danni dovuti dal gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

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

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, e comunque approvata dalla Direzione dei Lavori.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova A.A.S.H.O. modificata.

Il valore del modulo di deformazione M_e , misurato nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 80 N/mm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori 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, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o 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.

ART. 31 – Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

1. - DESCRIZIONE

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione Lavori.

Comunque di dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

2.1. - Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuali di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel

seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.).

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno essere integrati con ceneri volanti.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato i dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971);

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	40	100
	30	80-100
	25	72-90
	15	53-70
	10	40-55
	5	28-40
setaccio	2	18-30
	0,4	8-18
	0,18	6-14
	0,075	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73) non superiore a 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n. 27 del 30.03.1972) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

2.2. - Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni % di cemento può essere sostituito da 4-5% di ceneri.

2.3. - Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

L'impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro 15,24 cm., volume 3242 cm³). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolando tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta in cui alla norma A.A.S.H.T.O. modificato e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestelli $51 \pm 0,5$ mm, pestello $4,535 \pm 0,005$ kg, all'altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 25 kg/cm², e non superiori a 45kg/cm², ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiori a 2,5 kg/cm². Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a 75 kg/cm² (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

5. - POSA IN OPERA

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- Rullo a due ruote vibranti da 10.000 kg per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18.000 kg.
- Rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18.000 kg.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperatura ambiente inferiori a 0°C. e superiori a 25°C e mai sotto la pioggia tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo d'impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine, le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la

stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stessa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa, e limitatamente ai mezzi gommati.

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

6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 1-2 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

Con esami giornalieri dovrà essere verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele. Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiore, purché non vengano superati i limiti del fuso.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove A.A.S.H.T.O. modificato di cui al punto 2.1.3 nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm², rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 2000 daN/cm².

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, dia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione di opportune formule di trasformazione, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione del cavo di prelievo prima di effettuare la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110°C fino al peso al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto 2 del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei

provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre $\pm 20\%$; comunque non dovrà mai essere inferiore a $2,5 \text{ N/mm}^2$ per la compressione e $0,25 \text{ N/mm}^2$ per la trazione.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore stabilito potrà avere tolleranze in difetto non superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario le zone con spessore in difetto saranno deprezzate del 30%.

ART. 32 – Fondazioni dirette

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

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche ed alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni idrogeologiche.

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

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

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal Direttore dei lavori il cui spessore sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

Nel caso in cui per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

ART. 33 – Cordonature e bordi

I bordi dei marciapiedi rialzati e le cordonature di delimitazione in genere, potranno essere costruiti con materiali e modalità diverse secondo quanto previsto dai relativi prezzi di "Elenco"; inoltre dovranno corrispondere per forma, dimensioni e caratteristiche costruttive ai "tipi" allegati al presente Capitolato nonché alle prescrizioni esecutive che verranno stabilite dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera.

Di norma saranno impiegati cordoni di granito o elementi prefabbricati di conglomerato cementizio avente classe di resistenza minima C28/35 ($R_{ck} 35 \text{ N/mm}^2$), secondo UNI EN 11104.

Saranno posti in opera su un letto di malta cementizia di adatto spessore, procedendo successivamente alla perfetta stuccatura e sigillatura dei giunti fra i singoli elementi.

La malta cementizia da impiegarsi per la formazione del letto di posa e per le sigillature dei giunti dovrà avere le caratteristiche descritte nell'articolo "Malte cementizie ed aeree".

L'eventuale costruzione di una fondazione in conglomerato cementizio, a sostegno dei cordoni di granito o degli elementi prefabbricati, verrà eseguita con la qualità del calcestruzzo e con le dimensioni che saranno stabilite, caso per caso, dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Le cunette stradali da costruirsi ai limiti della carreggiata dovranno avere le dimensioni indicate nei disegni. Dovranno essere gettate in opera a tratti alternati di lunghezza m 1,20 con calcestruzzo perfettamente costipato.

I singoli tratti dovranno essere contenuti durante il getto, da listelli in legno posti alla quota fissata. Terminato il costipamento del calcestruzzo la superficie dovrà essere tirata a staggia, spolverata con cemento e lisciata a cazzuola. I giunti dovranno essere profilati con apposito ferro.

ART. 34 – Demolizioni

Le demolizioni in genere saranno eseguite con la necessaria precauzione, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo e dovranno essere impediti danneggiamenti alle strutture murarie di cui eventualmente fanno parte.

L'Appaltatore deve allo scopo adottare, a sua cura e spese, tutti gli accorgimenti tecnici necessari (puntellature, sbadacchiature, ecc.).

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno essere, al più presto, a cura e spese dell'Appaltatore trasportati a rifiuto o a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Nell'esecuzione delle demolizioni è assolutamente vietato l'uso delle mine.

ART. 35 – Demolizione della pavimentazione stradale

La demolizione della intera sovrastruttura sarà effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.L. ed a uso insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

ART. 36 – Acciai per calcestruzzi armati

Gli acciai per armature di calcestruzzi dovranno rispettare le disposizioni previste dal DM 17.01.2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.

Giunzioni delle barre

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

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

Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato anche in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

Staffe

Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno.

Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Tabella 35.1 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	4 ϕ
$\phi > 16 \text{ mm}$	7 ϕ

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 “Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate”, secondo quanto indicato nella tabella di cui sopra.

Deposito e conservazione in cantiere

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

ART. 37 – Opere e strutture di calcestruzzo

CARATTERISTICHE DELLE MISCELE

REQUISITI GENERALI

La composizione del calcestruzzo (cemento, aggregati, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovrà soddisfare le specifiche prestazionali, descritte nel precedente articolo "Conglomerati cementizi" del presente capitolato, in merito a classe di resistenza, dimensione nominale massima dell'aggregato, classe di consistenza e classe di esposizione, con assenza di fenomeni di segregazione.

I calcestruzzi dovranno soddisfare le caratteristiche minime di resistenza e durabilità indicate nel progetto.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione delle opere, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento, ove definito, dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste.

Granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse.

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C12/15 gli aggregati dovranno appartenere preferibilmente ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Dimensione massima nominale dell'aggregato

La massima dimensione nominale dell'aggregato dovrà essere scelto in funzione dei valori di copriferro e interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre (interferro) diminuita di 5 mm;

- di 1,3 volte lo spessore del copriferro.

Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 1097-6 per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto.

Il rapporto acqua/cemento di ciascuna miscela potrà essere controllato, anche in cantiere almeno una volta ogni tre mesi o ogni 2.000 mc di produzione: il rapporto a/c non dovrà discostarsi più di +0,02 dal valore verificato in fase di qualificazione della relativa miscela e mai maggiore del prescritto dalla norma EN UNI 206.

Lavorabilità

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata sulla base del comportamento dell'impasto fresco con determinate modalità di prova.

Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- UNI EN 12350/1: prova sul calcestruzzo fresco - Campionamento
- UNI EN 12350/2: prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350/5: prova di spandimento alla tavola a scosse

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle seguenti:

Tabella 36.1 Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe di consistenza	Abbassamento al cono mm
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5	≥ 220

Tabella 36.2 - Classi di spandimento

Classe	Diametro Spandimento mm
F1	≤ 340
F2	da 350 a 410
F3	da 420 a 480

F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6	≥ 630

Nella misura dell'abbassamento al cono possono verificarsi diverse condizioni di cedimento.

La prova è valida solo se dà luogo ad un abbassamento vero, il cui calcestruzzo rimane sostanzialmente intatto e simmetrico. Se il provino cede per taglio, deve essere preso un altro campione e ripetere la prova.

Se due prove consecutive mostrano cedimento per taglio di una porzione di calcestruzzo rispetto alla massa del campione di prova, il calcestruzzo manca della plasticità e coesione necessarie affinché possa essere ritenuta idonea la prova di cedimento al cono.

L'Appaltatore dovrà garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere respinta dalla Direzione Lavori; gli oneri della nuova fornitura sono comunque a carico dell'Appaltatore.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e dovrà essere riportato nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto.

Acqua essudata

Il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato; ove vengano fissati un limite di accettazione e una frequenza di prova, la quantità di acqua essudata verrà misurata secondo la norma UNI 7122.

DURABILITÀ E RESISTENZA DEI CALCESTRUZZI AGLI AGENTI ESTERNI

Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo sono indicati nella tabella seguente. La tolleranza di posizionamento delle armature h , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm.

Il copriferro nominale deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

Tabella 36.3 - Copriferro minimo e classi di esposizione

Ambiente	Classe di esposizione	c_{min} (mm)
Molto secco/ secco	X0	15

Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	30
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo	XS1 XD2	
Moderatamente aggressivo	XA2 XC4	
Umido con gelo e Sali disgelanti	XF3	
Marino con gelo	XF2	40
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	

Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo

Per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato solamente se:

- gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934-2;
- l'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.

Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione secondo UNI EN 12350-7, dovrà essere conforme alle indicazioni della seguente tabella.

Tabella 36.4 – Aria totale inglobata

	Attacco da cicli gelo/disgelo			
	XF1	XF2	XF3	XF4
Massimo rapporto a/c	0,50	0,50		0,45
Minima classe di resistenza	32/40	25/30		28/35
Minimo contenuto di cemento (kg/m ³)	320	340		360
Contenuto minimo in aria (%)			3,0	
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			

Qualora prescritto dal Progettista, i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo norma UNI 7087; la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera o le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in

laboratorio con le modalità della norma UNI EN 12390-8 su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

Reazioni alcali-aggregato

Il Progettista, in base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati secondo quanto previsto nella norma UNI 8520, dovrà valutare la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na⁻ e potassio K⁺ presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi e aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili sono:

- scelta di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
- sostituzione di una frazione o dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

Calcestruzzi esposti ad attacco chimico.

Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3.

Tabella 36.5 – Valori limite per le classi d'esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua del terreno (Secondo UNIEN 206-1- Prospetto 2)

	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
ioni solfato SO ₄ ⁼⁼ mg/l	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
CO ₂ aggressiva mg/l	15 - 40	40 - 100	> 100 Fino a saturazione
ioni ammonio NH ₄ ⁺ mg/l	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio Mg ⁺⁺ mg/l	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000 Fino a saturazione
Terreno			
ioni solfato SO ₄ ⁼⁼ mg/kg totale	2000 - 3000	3000 - 12000	12000 - 24000

Acidità ml/kg	> 200 <i>Baumann Gully</i>	Non incontrato in pratica
------------------	-------------------------------	---------------------------

Come riportato nel Prospetto 2 della UNI EN 206-1, la condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe d'esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua sotto pressione, su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

Attacco chimico da parte dei solfati

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156, nel caso di calcestruzzi in classe XA2 e/o XA3.

PRODUZIONE, TRASPORTO, POSA E STAGIONATURA

GENERALITÀ

Le prescrizioni dei successivi punti PRODUZIONE e TRASPORTO E CONSEGNA non sono da ottemperare nel caso di impianto classificabile come "certificato".

PRODUZIONE

Impianto

I calcestruzzi dovranno essere confezionati in impianto avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni di cui ai successivi punti: Cemento, Aggregati, Additivi e aggiunte, Qualifica delle ricette.

La capacità dell'impianto dovrà essere commisurata alle produzioni previste dal programma dei lavori. L'impianto dovrà essere dotato di strumenti e attrezzature idonee a garantire il costante controllo dei dosaggi delle materie prime costituenti il calcestruzzo.

Cemento

Non è permesso mescolare fra loro cementi di diversa classe, tipo e provenienza; per ciascuna struttura dovrà essere impiegato cemento di un unico tipo e classe e provenienza.

Il cemento:

- se sfuso, dovrà essere conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà contenere un cemento di un unico tipo e unica classe e provenienza e sarà chiaramente identificato da appositi contrassegni;
- se in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto in ambiente chiuso; i sacchi di cemento di diverso tipo e/o classe verranno conservati separatamente e chiaramente identificati.

Aggregati

Gli aggregati dovranno essere disponibili in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di capacità adeguata e consentire lo stoccaggio senza commistione delle diverse pezzature.

Gli aggregati verranno prelevati in modo da garantire la rotazione dei volumi stoccati.

Additivi e aggiunte

Non è permesso mescolare fra loro additivi di diverso tipo e provenienza; gli additivi dovranno essere depositati in contenitori a tenuta e chiaramente identificati.

Le ceneri volanti dovranno essere conservate in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà essere identificato da appositi contrassegni.

Qualifica delle ricette

Tutte le miscele di calcestruzzo impiegate nell'opera dovranno essere qualificate con le procedure di cui al successivo paragrafo "Casseforme e finitura del calcestruzzo". La qualifica non potrà prescindere dalla valutazione delle metodologie di autocontrollo adottate in fase di produzione.

Pesatura e mescolamento

Il cemento, l'acqua e gli additivi dovranno essere dosati con dispositivi separati con precisione pari a 3% della quantità richiesta (5% per le aggiunte).

Il cemento dovrà essere pesato con una bilancia indipendente. Il cemento e le aggiunte in polvere dovranno essere dosati a peso; l'acqua, gli additivi e le aggiunte liquide potranno essere dosati a peso o a volume.

Gli aggregati saranno dosati per pesate singole o cumulative, con precisione pari a 3% sulla quantità totale.

Le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti idonei a misurarne l'umidità all'inizio di ciascuna pesata, in modo da regolare automaticamente il dosaggio dell'acqua aggiunta. Nel luogo di produzione e in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e massima temperatura giornaliera dell'aria.

L'impianto dovrà essere periodicamente tarato per controllare l'accuratezza di ogni misura in tutto il campo di valori consentito da ogni strumento. Per la taratura delle apparecchiature di registrazione dell'umidità in automatico, il tenore di umidità media delle sabbie dovrà essere controllato almeno 1 volta alla settimana.

Dovrà essere predisposto un programma di controlli eseguito da personale qualificato: le bilance dovranno essere revisionate periodicamente e tarate almeno una volta all'anno.

L'impianto dovrà essere costruito in modo tale che i costituenti di un nuovo impasto non possano essere pesati finché non sia stata ultimata la pesata e lo scarico dei costituenti dell'impasto precedente.

L'operatore dell'impianto dovrà disporre di tabelle di carico riportanti le pesate cumulative dei singoli costituenti per tutte le miscele qualificate, e per le diverse quantità miscelate in funzione dell'umidità media delle sabbie. Gli impasti dovranno corrispondere, in quantità e qualità, a quanto riportato sulle tabelle di carico.

Le betoniere dovranno essere esaminate trimestralmente per verificare l'eventuale diminuzione dell'efficacia della mescolazione dovuta sia ad accumulo di calcestruzzo indurito o di legante che all'usura delle lame.

TRASPORTO E CONSEGNA

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato.

La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura

Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

POSA IN OPERA

Operazioni di getto

L'Appaltatore é tenuto a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

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

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

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

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti. I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

È esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. È ammesso l'uso di scivoli soltanto se risulterà garantita l'omogeneità dell'impasto in opera. L'impiego di benne a scarico di fondo e di nastri trasportatori dovrà essere autorizzato dal Direttore dei Lavori in funzione della distanza di scarico.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà essere mai maggiore di 100 cm. Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione dovranno penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche anti dilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.

Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto, autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Qualora sia richiesta la posa di giunti "water-stop" per la tenuta idraulica, questi saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

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

Getti in clima freddo

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di +5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 11417-1 e 2.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5°C . Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

Getti in clima caldo

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C ; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

STAGIONATURA PROTETTA

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella seguente sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 36.6 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
Temperatura del calcestruzzo ($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
I) Non esposto ad insolazione diretta; Umidità relativa U_R dell'aria circostante $\geq 80\%$	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o $U_R \geq 50\%$	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o $U_R < 50\%$	4	3	2	8	6	5	10	8	5

Le durate di stagionatura indicate nella tabella precedente dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata nella tabella riportata nella tabella seguente.

Tabella 36.7 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe di resistenza del cemento
Rapida	≤ 0.45	42.5 R
Media	≤ 0.50	42.5 N/R - 32.5 R
Lenta	$\leq 0,55$	42,5 N - 32,5 N/R
Molto Lenta	-----	32,5 N/R

Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo lo scassero mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Nel caso di superfici con finiture a faccia vista dovrà essere evitato qualunque ristagno d'acqua sulla superficie a vista durante la stagionatura.

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

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Se prescritto dal Progettista, tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

Accelerazione dei tempi di stagionatura

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- b) i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- c) la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- d) la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- e) durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termoigrometriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI EN 12390-2.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

CASSEFORME E FINITURA DEL CALCESTRUZZO

GENERALITÀ

La superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al successivo punto "Giunti e riprese di getto".

CASSEFORME

Progetto e costruzione

Le casseforme dovranno essere atte a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo, dovranno essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere inglobata nell'opera si dovrà verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa per l'estetica o la durabilità, se è elemento accessorio.

Pulizia, trattamento, disarmanti

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866, disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. È vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione sarà contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego di disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore del calcestruzzo.

Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto tali giunti dovranno essere evidenziati.

Le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; qualora previsto nel progetto, dovranno essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

Sistemi di fissaggio e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo.

Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili, che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare l'adozione di altri sistemi di fissaggio dei casseri, se proposti dal Progettista, prescrivendo le cautele da adottare a totale carico dell'Appaltatore.

È vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto.

È vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

Predisposizione di fori, tracce, cavità.

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori quali: giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n°1086.

Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti di cui al punto "Posa in opera" del presente articolo al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

Controllo del colore

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

- il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;
- la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista.

Le opere o i costituenti delle opere a facciavista che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per eventuali formazioni di efflorescenze sul calcestruzzo, nel qual caso sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter causare danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Tali controlli di accettazione, alla presenza della Direzione Lavori, si eseguiranno conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" (Punto 11.1) e nella norma UNI-EN 206-1.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3. Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato a "bocca di betoniera" non prima di aver scaricato 0,3 m³ di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola. È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato. Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

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

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad $\frac{1}{4}$ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

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

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero. Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni. Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

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

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

2. Identificazione del cantiere e dell'Appaltatore;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;

4. La firma della Direzione Lavori.

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

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

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

L'Appaltatore sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato. Sarà inoltre responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste dal DM 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Carotaggi

Qualora un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la Direzione Lavori lo ritenesse opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo

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

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

Ad ogni modo la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

ART. 38 – Camerette per alloggiamento apparecchiature

La dimensione dei pozzetti per scarichi, sfiati, intercettazioni, ecc. è indicata negli elaborati progettuali; essi saranno in conglomerato cementizio armato prefabbricato, realizzati in accordo al Regolamento (UE) n. 305/2011 e al DM 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni", oltre che al successivo articolo "Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso".

Saranno costituiti dai seguenti elementi:

- sottofondo realizzato con conglomerato cementizio avente classe di resistenza minima C12/15;
- fondazione a platea e pareti in conglomerato di cemento armato avere le seguenti caratteristiche:
 - classe di esposizione: XC2;
 - classe di resistenza minima C28/35 ($R_{ck} 35 \text{ N/mm}^2$);
 - minimo contenuto in cemento: 300 kg/m^3 ;
 - massimo rapporto acqua/cemento: 0,60;
 - classe di consistenza: S4;
 - classe di contenuto in cloruri Cl 0,20;
 - dimensione massima degli aggregati: 32 mm;
- soletta di copertura in conglomerato di cemento armato avere le seguenti caratteristiche:
 - classe di esposizione XC4+XF1;
 - classe di resistenza minima C32/40 ($R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2$);
 - minimo contenuto in cemento: 340 kg/m^3 ;

- massimo rapporto acqua/cemento: 0,50;
- classe di consistenza: S5;
- classe di contenuto in cloruri Cl 0,20;
- dimensione massima degli aggregati: 15 mm.

L'accesso verrà assicurato da chiusini di acciaio zincato su controtelaio in acciaio zincato; la dimensione è indicata negli elaborati progettuali.

Le scalette di ispezione interne avranno pioli ed opportuni maniglioni per consentire un agevole accesso; tutto il ferro sarà zincato a caldo (supporti tubazioni, scale, passerelle, ecc.).

ART. 39 – Blocchi di ancoraggio delle condotte

Qualora su indicazione della Direzione Lavori si rendessero necessari blocchi di ancoraggio delle condotte essi saranno del tipo gettato in opera realizzati con tutte le prescrizioni previste per le opere in c.a.

Sono realizzati in calcestruzzo avente classe di resistenza minima C25/30 (R_{ck} 30 N/mm²); il conglomerato cementizio dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- classe di consistenza: S3;
- classe di contenuto in cloruri Cl 0,40;
- dimensione massima degli aggregati: 32 mm.

Il blocco deve essere idoneo a contrastare a gravità la spinta proveniente dalla condotta sia in fase di esercizio, sia in fase di prova idraulica.

La parete verticale esterna alla curva, di contrasto alla spinta idrostatica, deve di norma essere gettata contro terra; tuttavia in casi particolari e previa autorizzazione della Direzione dei Lavori sarà ammessa la casserratura del getto, purché il riempimento a tergo venga eseguito con materiale arido proveniente da cava di prestito, accuratamente compattato per strati di altezza non superiore a 30 cm, ed avente le caratteristiche descritte nell'articolo "Rilevati e rinterri delle opere in c.a."

ART. 40 – Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso

Le strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso devono possedere le caratteristiche prescritte dalle norme vigenti ed in particolare dal DM 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

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.

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 verificherà 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 e per le travi deve essere garantita una idonea profondità dell'appoggio. In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

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.

Nello sviluppo degli elaborati costruttivi di dettaglio necessari alla produzione, deve essere previsto 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 e Documenti di accompagnamento

Tutte le forniture di componenti strutturali prefabbricati dovranno rispondere ai requisiti richiesti dal punto 11.8 del D.M. 17.01.2018.

In particolare ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla documentazione, da conservare a cura della Direzione Lavori, di seguito riportata.

- Apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art.58 del DPR n.380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

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

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei lavori di cui all'art.65 del DPR n.380/2001.

La Direzione Lavori non accetterà in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

ART. 41 – Carpenterie metalliche per strutture in genere

Generalità

Le prescrizioni che seguono non devono in alcun modo essere interpretate come limitative per quanto attiene alla qualità della progettazione costruttiva di officina ed alle caratteristiche e tecnologie costruttive, e la loro osservanza non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità di fornire materiali correttamente eseguiti ed adatti al servizio richiesto.

La fornitura dovrà essere accompagnata da tutte le certificazioni in conformità alle norme europee armonizzate EN 1090-1 e ISO 3834-2.

La fornitura dovrà essere completa e comprensiva di tutti i componenti e prestazioni necessari all'uso per il quale è destinata.

Modalità di esecuzione

Carpenteria metallica per strutture in genere

Le strutture in genere dovranno essere prefabbricate in officina in elementi aventi le dimensioni massime possibili in relazione alle esigenze di trasporto e di montaggio.

Esse dovranno comprendere inoltre tutti gli accessori necessari per il più rapido assemblaggio dei vari elementi tra di loro. Di norma le connessioni da effettuare sul luogo di montaggio dovranno essere realizzate con bulloni. Verrà fornita tutta la bulloneria di assemblaggio delle strutture nonché i bulloni per l'attacco della carpenteria alle strutture di appoggio.

Le superfici degli elementi prefabbricati dovranno essere esenti da spruzzi, scorie di saldature, bave di lavorazione, ecc.

Tutto il materiale lavorato e le parti premontate dovranno essere conservati al riparo dalle intemperie fino all'atto della spedizione. Tutti i pezzi dovranno essere marcati con il numero di posizione ed i pesi riportati sui disegni di officina.

Giunzioni d'officina

Generalmente le giunzioni eseguite in officina dovranno essere saldate. Nel caso di struttura zincata la zincatura dovrà essere fatta dopo l'esecuzione di tutte le saldature.

Le procedure di saldatura che l'Appaltatore intende utilizzare devono essere sottoposte all'approvazione del Stazione Appaltante e del Direttore Lavori.

Giunzioni di cantiere

Le giunzioni eseguite in cantiere dovranno essere fatte con bulloni ad alta resistenza ad eccezione di quelle secondarie, dove potranno essere usati bulloni normali. Vengono classificate giunzioni secondarie quelle relative a: parapetti, scale alla marinara, ecc.

Il diametro minimo dei bulloni dovrà essere M12. I fori per bulloni devono essere preferibilmente eseguiti col trapano; sono ammessi fori punzonati purché successivamente alesati.

Il costruttore dovrà fornire il 5% in più del quantitativo necessario di bulloni, completi di rondella, dado e accessori. Tutte le saldature da eseguire in opera dovranno essere chiaramente indicate sui disegni costruttivi.

Carpenteria metallica per scale, piani camminabili ed accessori vari

Grigliati, lamiere striate e bugnate, lamiere grecate, scale a pioli, ringhiere, protezioni, parapiedi ed accessori dovranno essere zincati.

Tutte le piattaforme, scale alla marinara e guardiacorpo dovranno essere montate in officina compreso il parapetto, parapiede e barra intermedia nella massima dimensione trasportabile; il montaggio in cantiere dovrà essere eseguito mediante bulloni.

Nelle aperture dove le esigenze di sicurezza non impongono il parapetto, prevedere il parapiede:

- nei passaggi dei tubi superiori a 200 mm di diametro;
- nelle aperture praticate per il passaggio delle apparecchiature.

Grigliati

Il grigliato dovrà essere di tipo elettroforgiato, zincato con piano di calpestio antisdrucchiolo.

Potranno essere utilizzati tipi di grigliato aventi i piatti portanti rispettivamente da mm 20x3, 30x3, 40x4, 50x4 e 60x4, tutti posti ad interasse non superiore a 34 mm e collegati trasversalmente mediante elementi rigidi posti ad un interasse massimo di 76 mm e rigidamente fissati ai piatti portanti.

Il grigliato dovrà essere fornito in riquadri finiti e sagomati a disegno, con lamiera parapiede, ove richiesta, saldata in corrispondenza della sagomatura esterna salvo dove è possibile fissarla al telaio o alla ringhiera.

Il gioco nominale fra i riquadri del grigliato dovrà essere di 3 mm; la tolleranza costruttiva sulle dimensioni in pianta dei singoli riquadri è di +2 mm.

L'appoggio sui lati previsti per il sostegno dei grigliati dovrà essere continuo.

I pannelli di grigliato dovranno essere contornati da un piatto uguale a quello portante. I pannelli dovranno essere fissati con almeno due bulloni e staffa relativa per ogni lato portante.

Scale a pioli

Le scale a pioli verticali saranno formate da piatti o profilati, pioli in ferro tondo di diametro pari a 20 mm, eventuali gabbie di protezione e quanto necessario per il fissaggio.

Ringhiere per piani vari e scale

Le ringhiere saranno in accordo con la normativa vigente, ed essere costituite da un corrente superiore tubolare con funzione di corrimano, un corrente intermedio piatto, un parapiede inferiore. I correnti sono saldati a piedritti verticali angolari disposti ad interasse non maggiore di 1500 mm. Gli elementi tubolari dovranno avere un diametro minimo di 1 1/4". I piedritti delle ringhiere delle scale dovranno essere verticali.

Il collegamento in posto dei diversi tronchi alle strutture e tra di loro dovrà essere eseguito mediante saldatura. Le ringhiere potranno essere rimovibili ove richiesto per motivi di manutenzione. In questo caso il parapiede dovrà poter essere rimosso solidalmente con l'elemento di ringhiera.

Progettazione di dettaglio

Sarà cura dell'Appaltatore sviluppare la progettazione di dettaglio che comprenderà l'esecuzione dei disegni di officina e lo studio e sviluppo di tutti i nodi.

L'Appaltatore sarà responsabile della progettazione di tutte le connessioni non dettagliatamente specificate sui disegni della Stazione Appaltante. La progettazione delle connessioni includerà anche rinforzi e nervature necessarie per riportare i carichi fra gli elementi da collegare.

L'Appaltatore avrà tutta la responsabilità dell'esecuzione dei disegni di dettaglio. Gli attacchi saranno in stretto accordo coi disegni e le specifiche di progetto e qualsiasi proposta di modifica dovrà essere approvata dal Direttore dei Lavori. L'Appaltatore dovrà eseguire i disegni di dettaglio in accordo con i principi generali indicati nella presente specifica.

Quando, per qualsiasi motivo, fosse necessario modificare i profili indicati sui disegni, ciò potrà avvenire solo dopo aver ottenuto l'approvazione scritta da parte del Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà verificare in cantiere gli allineamenti ed il posizionamento corretto dei bulloni di ancoraggio in fondazione, adeguando di conseguenza il progetto di dettaglio prima dell'inizio delle lavorazioni di officina.

I disegni di montaggio saranno prodotti dall'Appaltatore con indicate le marche di montaggio a caratteri non inferiori a 3 mm di altezza.

Per ogni struttura dovrà essere fatto un elenco dei disegni di officina. Per lavori di modesta entità detto indice può essere riportato sui disegni di montaggio.

Dovrà essere incluso anche un riepilogo di tutti i bulloni, divisi per diametro e lunghezza.

Dove la distinta materiali standard non sia parte integrante del disegno di dettaglio, l'Appaltatore fornirà distinte separate, complete dei pesi delle strutture.

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

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a

travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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

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

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

Saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo UNI EN ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo UNI EN ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo UNI EN ISO 3834-2.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base. Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della EN 1011 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692-1. Le saldature saranno sottoposte, su disposizione del Direttore dei Lavori, a controlli finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità necessari.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della UNI EN ISO 17635. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

CONTROLLI IN CANTIERE

La Direzione dei lavori farà predisporre le prove previste dal punto 11.3.4.11.2 e 11.3.4.11.3 del DM 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO

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

ART. 42 – Impermeabilizzazioni

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) Impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) Impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) Impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) Impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate nei documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto o non sufficienti, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

1) Per la impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:

- a) Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di riinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno.

Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

- b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si

eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.

Impermeabilizzazioni con guaina bituminosa

In particolare il manto impermeabile realizzato con guaina bituminosa, sarà formato con guaine prefabbricate a base di bitume ed elastomeri, armate con "tessuto non tessuto", a filo continuo di fibra poliestere o poliammidica, e poste in opera mediante saldatura alla fiamma, su fondo opportunamente preparato con idoneo "primer" di bitume e solventi, con sormonti e "tessuto non tessuto".

La guaina bituminosa dovrà superare le prove, da eseguirsi presso un laboratorio ufficiale, a spese dell'Appaltatore, previste dalla Norma UNI EN ISO 3838:

- a) resistenza a trazione;
- b) flessibilità a freddo;
- c) stabilità a caldo;
- d) resistenza alla pressione idrostatica;
- e) resistenza alla pressione idraulica fino allo scoppio;
- f) prove di impronte a caldo;
- g) prova di resistenza alla lacerazione;
- h) comportamento all'invecchiamento artificiale (mediante apparecchio Weather-o meter);

Impermeabilizzazioni con prodotti fluidi

Devono essere realizzati secondo le prescrizioni date negli elaborati progettuali aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile ed a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- a) su intonaci esterni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche;
- b) su intonaci interni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
 - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
 - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;

c) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

Durante l'esecuzione si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

Per ognuno dei prodotti descritti dal presente articolo, il compenso comprende tutte le forniture, ivi compresi gli eventuali additivi, ponteggi, centine, finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, ripresa di eventuali irregolarità e di tracce e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

ART. 43 – Camerette di manovra e ispezione prefabbricate in c.a.

Le camerette di manovra e ispezione saranno del tipo prefabbricato in conglomerato cementizio armato vibrocompresso o a colata di sezione rettangolare interna e base di appoggio piana.

Tutti gli elementi che compongono la cameretta o il pozzetto: elemento di base, eventuali prolunghe e lastra di copertura dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla Norma UNI EN 1917 e dovranno riportare marchiatura CE della Ditta costruttrice e accompagnati da Dichiarazione di Prestazione rispondente alle disposizioni contenute nell'appendice ZA della Norma UNI EN 1917.

I manufatti saranno inoltre accompagnati completi di relazione di calcolo di ingegnere abilitato che ne attesti l'idoneità per le tipologie di terreno presenti nei siti di installazione indicate negli elaborati geologici e geotecnici di progetto e per traffico stradale di 1^a categoria.

Non saranno accettati manufatti che non abbiano almeno 20 giorni di stagionatura.

DESCRIZIONE DEI MANUFATTI

I manufatti avranno le dimensioni nette interne e gli spessori non inferiori a quanto rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

La cameretta sarà composta da un elemento di base avente altezza interna non inferiore a 150 cm e eventuali elementi di prolunga aventi altezze variabili da 30 cm sino a 100 cm sui quali poggerà la lastra di copertura, il tutto idoneo a sopportare un carico stradale di 1^a categoria.

Gli elementi saranno dotati di giunto a mezzo incastro a tutto spessore e di ganci di sollevamento incorporati nel pozzetto del sistema tipo "DEHA".

Metodo di costruzione

Il manufatto sarà prodotto con processo di fabbricazione automatico, con vibrocompressione ad alimentazione ponderata.

Il ciclo consiste nel riempire di calcestruzzo la cassaforma metallica, specificatamente sagomata per la formazione del manufatto con i relativi giunti.

Durante la produzione, al fine di ottenere un prodotto finale qualitativamente omogeneo, l'entità della vibrocompressione dovrà essere controllata da dispositivi idraulici ed elettronici che garantiscono una compattazione omogenea della miscela lungo tutte le pareti del manufatto.

Dopo la formazione del manufatto, una adeguata apparecchiatura provvederà al trasporto e alla sformatura in zona di stoccaggio, all'interno dello stabilimento.

Gli anelli devono essere realizzati presso uno stabilimento di prefabbricazione con le seguenti modalità:

- preparazione delle armature metalliche;
- allestimento dei casseri realizzati, uno interno ed uno esterno, in lamiera metallica e posti verticalmente;
- getto del calcestruzzo entro le pareti verticali utilizzando un invito metallico per la contemporaneità del getto in ogni punto dell'anello;
- maturazione del calcestruzzo mediante vapore;
- apertura delle casserature ed estrazione dell'anello;
- sollevamento dell'anello mediante un traliccio metallico per permettere alle tre funi, una per ogni boccia, di rimanere verticali;
- stoccaggio degli anelli per circa una settimana al fine di completare le resistenze.

Copertura

Realizzata da una lastra rettangolare in c.a. prefabbricata, posta come coperchio a chiusura degli anelli e con la possibilità di venire rimossa allorquando fosse necessario un intervento straordinario all'interno del pozzetto.

Nella parte inferiore del coperchio su richiesta della Direzione Lavori potranno essere annegate nel getto delle piastre metalliche per permettere l'applicazione della guida di scorrimento del paranco di lavoro, necessario al sollevamento delle valvole ed apparecchiature sistemate sul fondo del pozzetto.

Impermeabilizzazioni pareti

Le pareti esterne dei pozzetti, per i tratti interrati, devono essere trattate mediante un rivestimento impermeabilizzante avente le seguenti caratteristiche:

- un rivestimento impermeabile a base di cemento Portland ad altissima resistenza additivato con quarzo ed altri prodotti chimici inorganici micronizzati con funzione di stabilizzazione ed idrorepellenza;
- deve essere applicato alle pareti bagnate mediante spatola o pennello;
- deve essere un rivestimento resistente agli agenti aggressori del terreno, e costituire una valida e duratura protezione per il calcestruzzo, con una elevata resistenza meccanica.

L'impermeabilizzazione deve essere applicata sulle superfici esterne degli anelli compreso i risvolti e le pareti laterali delle fondazioni nonché a chiusura interna del dente del primo anello sul piano della fondazione. Il pozzetto dovrà essere a perfetta tenuta idraulica anche in presenza di falda acquifera ed idoneo a contenere la spinta ascensionale dell'acqua e del terreno.

MATERIALI IMPIEGATI

Cemento

Saranno confezionati con alti dosaggi di cemento ad alta resistenza e del tipo almeno pari a CEM II 425.5R ARS Portland secondo UNI EN 197.

Inerti e acqua

Si dovranno utilizzare sabbia e pietrischi con granulometria ben assortite, rispettando il fuso di Fuller, in conformità a quanto prescritto nella UNI EN 206-1 e acqua potabile priva di Sali (solfuri o cloruri) in conformità alla

Calcestruzzo

Si impiegherà un calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche di impasto:

- massa volumica a calcestruzzo fresco: $\geq 2400 \text{ kg/m}^3$
- contenuto minimo di cemento: $\geq 340 \text{ kg/m}^3$
- dimensioni massime dell'aggregato: 16 mm
- rapporto acqua/cemento: $\leq 0,45$ (elemento di base e prolunghe) e $\leq 0,50$ (lastra di copertura)
- classi di esposizione:
 elemento di base e prolunghe: XC4 + XF1 + XA1 (EN 206-1)
- classi di esposizione:
 lastra di copertura: XC4 + XF3 (EN 206-1)
- classe di resistenza minima
 elemento di base e prolunghe: C40/50 ($R_{ck} 50 \text{ N/mm}^2$) (EN 206-1)
- classe di resistenza minima lastra di
 copertura: C32/40 ($R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2$) (EN 206-1)
- compriferro minimo: 30 mm
- reazione al fuoco: classe EURO A1 (EN 13501-1)

Armatura di acciaio

Le barre di armatura e la rete rigida di acciaio dovrà essere del tipo B450 C ad aderenza migliorata in conformità al D.M. 17.01.2018.

SOLETTA DI FONDAZIONE E CORDOLO ANTIGALLEGGIAMENTO

Le camerette saranno posate su una fondazione in conglomerato cementizio armato gettata in opera delle dimensioni indicate negli elaborati grafici di progetto ed avente le seguenti caratteristiche:

- classe di resistenza minima: C25/30 (Rck 30 N/mm²) (EN 206-1)
- rapporto acqua/cemento: ≤ 0,60
- classi di esposizione: XC2 (EN 206-1)
- contenuto minimo di cemento: ≥ 300 kg/m³
- dimensioni massime dell'aggregato: 32 mm
- classe di contenuto in cloruri: cl 0,4
- classe di consistenza: S4
- dimensione massima aggregati: 32 mm
- copriferro minimo: 40 mm

Dovrà essere realizzato un cordolo antigalleggiamento in conglomerato cementizio armato delle stesse caratteristiche sopra riportate, armato con barre di collegamento alla fondazione e al manufatto prefabbricato secondo quanto indicato negli elaborati grafici di progetto.

TRASPORTO

Nel trasporto mediante autocarro gli elementi dovranno essere appoggiati sopra delle tavole di legno per impedire eventuali rotture al dente del giunto.

Nel calcolo delle armature il produttore dovrà tenere conto anche delle sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto per evitare che si abbiano delle lesioni o rotture.

Gli elementi con il vano di accesso dovranno essere dotati di profilati metallici orizzontali di collegamento per dare la continuità e rendere in tal modo rigido e continuo l'anello stesso.

MOVIMENTAZIONE

Il carico, trasporto, lo scarico e tutte le manovre connesse devono essere eseguite con la maggior cura possibile, utilizzando mezzi idonei a seconda della tipologia del materiale, ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Utilizzare mezzi idonei tali da garantire stabilità a movimentazione e ribaltamento tenute presenti eventuali azioni esterne meccaniche e/o agenti atmosferici.

Il sollevamento dei manufatti pozzetti, prolunghie e lastra di copertura, deve avvenire attraverso appositi dispositivi (ganci). I manufatti non devono essere imbarcati utilizzando sistemi improvvisati.

I manufatti rotti o fessurati, devono essere scartati e demoliti, è vietata l'esecuzione di riparazioni.

MONTAGGIO IN OPERA

Prima della posa deve essere verificato che il letto sia spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare il pozzetto.

In nessun caso è consentito regolarizzare il fondo dello scavo con pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Occorre inoltre prevedere uno scavo maggiorato di una misura non inferiore a 0,5 m e non superiore a 1 m per ogni lato del pozzetto e eseguire il rinterro con materiale arido a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti effettuato con adeguata compattazione.

In fase di posa in opera occorre controllare l'assemblaggio dei componenti del pozzetto in quanto gli elementi devono essere perfettamente sovrapposti in verticale.

Tra un elemento di prolunga e l'altro deve essere interposta della malta cementizia al fine di ottenere un piano di appoggio uniforme.

L'elemento di base deve essere posato su un piano di appoggio stabile, realizzato come specificato in precedenza, in ogni caso è vietato appoggiare il pozzetto su strati di terreno rimaneggiati o di riporto.

Occorre compattare sempre il terreno di rinfianco mediante annaffiamento a rifiuto, piastra vibrante o altro strumento a richiesta della Direzione Lavori ed eliminare gli accumuli d'acqua nello scavo.

I dispositivi di coronamento (chiusini) devono essere appoggiati direttamente su uno strato di malta cementizia di allettamento (2-3 cm) sulla piastra prefabbricata, non eseguire rialzi in muratura con l'ausilio di altri materiali per l'appoggio dei chiusini.

Non sono ammesse forature al di fuori di quelle predisposte.

Le tubazioni devono essere inserite nel pozzetto attraverso i fori predisposti con le opportune guarnizioni di tenuta o sigillature. Il sistema pozzetto-tubo è quindi disgiunto per poter assorbire senza fessurazioni i cedimenti differenziali.

IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE PARETI

L'impermeabilizzazione delle pareti dovrà avvenire mediante applicazione a spatola piana, dentata o a spruzzo, di emulsione bituminosa tixotropica, monocomponente, priva di solventi, altamente flessibile, a basso ritiro ed asciugamento rapido, contenente sfere di polistirolo e granuli di gomma in grado di assicurare un crack-bridging a $+4\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ mm}$ ed una impermeabilità con fessura di 1 mm fino a 0,75 bar per più di 72 ore, posta in opera dopo aver pulito la superficie e averla abbondantemente bagnata.

Il prodotto si applica avendo particolare cura di spalmarlo anche entro lo smusso delle prolunghie; è questa una operazione indispensabile in quanto la sigillatura di giunti, che è una fase di lavorazione successiva, deve essere applicata sopra il rivestimento e non il contrario, per evitare che si abbiano dei distacchi tra i due prodotti e quindi delle infiltrazioni.

SIGILLATURA GIUNTI

I giunti tra anello e anello per la parte interrata devono essere sigillati mediante un giunto colato plastico.

Dopo aver spalmato con un pennello una mano di primer sulla superficie del giunto da sigillare attendere la completa essiccazione della pellicola quindi procedere all'applicazione del giunto vero e proprio.

Deve essere un prodotto sigillante a due componenti a base di polisolfuro che per reazione chimica tra i due componenti indurisce trasformandosi in un materiale solido ed elastico con trascurabile ritiro.

È da notare che il giunto da sigillare è un giunto di ripresa e non di lavoro, quindi non essendo sottoposto a movimenti continui deve garantire una perfetta tenuta.

Per quanto concerne la tenuta dei giunti negli attraversamenti del tubo si demanda alle prescrizioni inserite nell'articolo relativo alla posa in opera della condotta nei manufatti murali.

PORTELLI DI ACCESSO

Devono essere realizzate in lamiera zincata a caldo dopo lavorazione completa di controtelaio applicato alla soletta di copertura in calcestruzzo mediante delle viti e tappi ad espansione e di telaio a sostegno di una serie di righette inclinate, tipo persiana, a tutta altezza per permettere l'aerazione.

SCALETTA PER POZZETTI E CAMERETTE

Sono realizzate in ferro zincato a caldo dopo la lavorazione, complete di salvavita applicata alle pareti degli anelli ed alla fondazione mediante bulloni e tappi ad espansione.

GRIGLIATI PER POZZETTI

Sono costituiti da due settori asportabili, appoggiati sopra un angolare fissato agli anelli di prolunga mediante tappi ad espansione.

Il piano di calpestio è a maglia rettangolare 34 x 76 con piatti 40 x 4, del tipo LIBRA o similare, tutto in pannelli zincati a caldo ed il tutto completato da una botola incernierata.

Le due parti del grigliato sono sagomate in modo tale da lasciare asole di dimensione opportuna da cui fare passare le tubazioni ed i comandi per le valvole.

ART. 44 – Posa delle tubazioni con la tecnica dello spingitubo

Normative di riferimento

- D.M. 04.04.2014 - “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- D.M. 11.03.88 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. 17.01.2018 - “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- UNI EN 10224:2007 - “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura”;

- D.M. 12.12.85 - “Norme tecniche relative alle tubazioni”;
- Circ. n. 27291 del Min. LL.PP. relativa al D.M. di cui sopra;
- UNI Prassi di Riferimento 26.2:2017 - “Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale – Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali”.

La metodologia di attraversamento e tutte le operazioni di varo nonché quelle successive per il completamento dell'opera dovranno avere luogo con la piena ed integrale osservanza delle norme e delle disposizioni che verranno impartite dalla Stazione Appaltante proprietaria e dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo degli stessi.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere attuata attraverso ditta specializzata, e con l'intervento di tecnici e maestranze particolarmente qualificati. L'Appaltatore dovrà opportunamente documentare la propria idoneità tecnica in materia, attraverso documentazione ed attestati, e dovrà inoltre dimostrare di avere già eseguito, con esito positivo, attraversamenti analoghi, per tipo e dimensione, a quelli previsti nel progetto.

L'Appaltatore è obbligato a sottoporre al benessere della Direzione Lavori, entro il termine dalla stessa stabilito, un dettagliato programma di esecuzione dei lavori, i calcoli di stabilità di tutte le strutture, siano esse provvisorie o definitive, nonché le caratteristiche delle apparecchiature che verranno installate ed impiegate per le operazioni di spinta.

L'Appaltatore avrà cura di condurre i lavori con le necessarie cautele per prevenire ed impedire il verificarsi di incidenti e riconoscerà, a proprio esclusivo carico, qualunque responsabilità, per inosservanza delle norme vigenti per la sicurezza dell'esercizio da parte del proprio personale.

In particolare le tubazioni dovranno corrispondere alle indicazioni di cui agli elaborati di progetto allegati. Spessori e tipo di materiali che risultano da specifici calcoli progettuali dovranno essere verificati dall'Appaltatore e fatti propri.

Le modalità di esecuzione dell'attraversamento dovranno rispettare le tecniche già collaudate e le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo.

Eventuali imperfezioni sulla rettilineità, direzione e pendenze potranno essere tollerate ed accettate se non pregiudicheranno in alcun modo l'infilaggio del tubo.

Saranno comunque a carico dell'Impresa tutti i maggiori oneri relativi alle variazioni del progetto originale causati dalle imperfezioni di cui sopra.

Nel caso il lavoro non venga accettato, l'Appaltatore, escluse le cause di forza maggiore se riconosciute tali, dovrà eseguire a propria cura e spese un altro attraversamento secondo un nuovo tracciato che verrà fissato dalla Direzione Lavori.

La camera di spinta necessaria all'attraversamento è da intendersi quale opera provvisoria i cui calcoli ed elaborati grafici costruttivi dovranno essere sviluppati a cura e spese dell'Impresa esecutrice in base alle proprie attrezzature e modalità operative, per essere sottoposti alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

A titolo puramente indicativo per la realizzazione del palancolato sono stati previsti elementi tipo LARSEN 604 o similari, del peso di 125 kg/m², salvo diverse indicazioni che potranno emergere dal dimensionamento dell'Impresa.

Il sistema di drenaggio suborizzontale previsto per la posa della condotta di linea dovrà essere esteso al perimetro esterno della camera di spinta in modo da mantenere la quota di falda al di sotto della platea in c.a.

Dovranno essere comunque rispettate le seguenti PRESCRIZIONI:

- monitoraggio degli edifici presenti nelle vicinanze con eventuale riduzione dell'energia di vibroinfissione in caso di eccessi di vibrazione e/o fenomeni di risonanza;
- incidenza delle barre di armatura per il getto della platea e del muro di spinta non inferiore a 50 kg/m³.

In ogni caso, in qualsiasi fase del lavoro dovrà essere provveduto all'aggettamento delle acque, anche mediante l'abbattimento della falda, così da assicurare l'esecuzione del lavoro all'asciutto.

ART. 45 – Posa delle tubazioni in materiale plastico e in calcestruzzo

Tubazioni in Polietilene alta densità

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre devono essere eseguite con la maggiore cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, lesioni o danneggiamenti in genere. Si devono evitare urti, inflessioni o sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano provocare danneggiamenti o deformazione dei tubi. Nei cantieri si devono predisporre i mezzi idonei ed i piani d'appoggio per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare. Lo scarico deve avvenire o direttamente con l'intero bancale o singolarmente in base alle modalità di trasporto. Nel caso di tubi corrugati occorre evitare l'uso di ganci alle estremità ed è consigliabile sempre l'uso di fasce in materiale non abrasivo o in funi di canapa. L'accatastamento deve essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana, stabile, protetta al fine di evitare pericoli d'incendio e riparata dai raggi solari; l'altezza delle cataste sarà contenuta entro i limiti adeguati ai diametri per evitare deformazioni alle tubazioni poste alla base, e devono essere prese precauzioni al fine di evitare danneggiamenti alle testate delle tubazioni stesse.

La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che all'interno delle tubazioni penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna. È vietato posizionare le condotte in trincea utilizzando pietre o mattoni, ma deve essere realizzato un letto di posa uniforme e continuo come indicato negli elaborati di progetto.

Deve inoltre essere effettuata la scelta del corretto materiale per il riempimento dello scavo ed una compattazione accurata dello stesso, al fine di evitare rotture nelle canalizzazioni posate.

Tubazioni in PVC

Ogni operazione (trasporto, carico e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione nei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, basse temperature, ecc. L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari per altezze non superiori a 1,50 m, salvo l'adozione di particolari misure cautelative.

La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

Nelle tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie o di eventuali danneggiamenti accidentali.

Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni. In particolare per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri e di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelle orizzontali, a mezzo di staffe a larga sezione (almeno 5cm) interposte ogni 80 cm per tubazioni con diametro fino a 90 mm e non oltre 300 cm per gli altri diametri (per tubazioni sospese) o con appoggi di pari interasse (per tubazioni appoggiate) e staffe di ancoraggio.

Nella posa in opera, si dovrà evitare che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore. Saranno inoltre vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura.

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali giunzioni elastiche; una estremità sarà idoneamente foggata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo di apposito manicotto a doppia guarnizione.

Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le pareti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificherà la superficie interna dello stesso e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello (anelli, nel caso del manicotto) non esca dalla sede.

Tubazioni in Calcestruzzo (semplice ed armato)

Nel caso in cui si dovessero realizzare tubazioni in cls semplice o armato, esse dovranno essere realizzate con tubi di cemento rispondenti ai requisiti di accettazione di cui agli articoli precedenti del presente capitolato. La posa avverrà di norma con le stesse modalità e prescrizioni generali e particolari di cui ai precedenti punti. La verifica nei riguardi dei carichi ovalizzanti verrà effettuata secondo le raccomandazioni ANDIS che si richiamano alle esperienze di Marston ed alle formule di Spangler.

Giunzioni elastiche

Verranno realizzate con l'interposizione di anelli di gomma naturale o sintetica montati in opportune sedi anulari dei tubi, oppure mediante l'accoppiamento di tubi con giunzioni prefabbricate in stabilimento, attraverso la colatura di resina poliuretanica liquida attorno alla punta ed all'interno dei bicchieri dei manufatti.

Giunzioni rigide

Verranno realizzate mediante sigillatura con puro cemento di classe 425. Per tale esecuzione sulle testate di tubi, dopo accurata pulizia e bagnatura, verrà applicato il legante, dapprima sull'incavo del

tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà spinto contro il precedente, facendo rifluire il legante in eccesso.

Verranno raschiate infine tutte le sbavature, procedendo ad eventuali aggiustamenti e quindi alla stuccatura di finitura con malta plastica dello stesso agglomerante, così da formare un anello di guarnizione.

ART. 46 – Strade: strati di fondazione

a) 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 di materiale litico, scorie od anche altro materiale; miscelato in proporzioni stabilite attraverso un'indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Caratteristiche del materiale da impiegare

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

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

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante: % totale in peso</u>
Cricrivello 71	100
Cricrivello 40	75,100
Cricrivello 25	60,87
Cr crivello 10	35,67
Cricrivello 5	25,55
Sesetaccio 2	15,40
Seseaccio 0,4	7,22
Sesetaccio 0,075	2,10

per lavori di finitura o sagomatura di banchine di moderato spessore dovrà essere sottoposta dalla preventiva approvazione della D.L., un'idonea curva granulometrica sulla base della granulometria massima richiesta.

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) l'indice di plasticità dovrà essere = 0. È ammesso in casi particolari in relazione a risultati ritenuti dalle altre prove ottimali, ed a insindacabile giudizio della D.L. E' ammesso per questa prova un I.P. < 1.

5) equivalente in sabbia (B.U. n.27 - CNR del 30/03/72) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);

6) indice di portanza CBR, (Norme CNR - UNI n.10009/1964) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

L'Impresa su richiesta della D.L. dovrà preliminarmente presentare una prova di costipamento della terra, eseguita in laboratorio (B.U. n.39 - CNR del 30/11/78) per la determinazione della densità massima del secco fornita dalla prova AASHO mod. e del grado di umidità ottima.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata. I requisiti di accettazione saranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, le sagome e i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Lo spessore della fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione alla portata del sottofondo fermo restando che il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10 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.

L'Impresa prima e durante le operazioni di fornitura e messa in opera dovrà operare con programmazione, ed usare tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare pregiudizi alla qualità dei materiali a causa di provate o possibili condizioni meteorologiche sfavorevoli.

Verificandosi comunque eccesso 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 saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Impresa con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), ed approvate dalla D.L.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata, e sarà verificato mediante apparecchiature a sabbia o a membrana elastica o altri metodi non distruttivi ritenuti idonei dalla D.L.

Il valore del modulo di compressibilità M_e , determinato con piastra da cm 30 misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di pressione compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 80 N/mm² (B.U. n.146/1992 del CNR).

Per valutare la quantità del costipamento, la Direzione Lavori potrà estendere detta prova fino al secondo ciclo di carico, per rapportare i due moduli di deformazione così ottenuti.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm. 1, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito all'esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori 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, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o 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.

b) Fondazione in misto cementato

Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulometrico impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso e volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione Lavori.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a cm 20 o inferiore a cm 10.

Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Inerti. Saranno impiegate pietrischi, pietrischetti e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio mm.0,075) avente i seguenti requisiti:

1. l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a mm 40, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Miscela passante: % totale in peso</u>
Crivello 40	100
Crivello 30	80,100
Crivello 25	72,90
Crivello 15	53,70
Crivello 10	40,55
Crivello 5	28,40
Setaccio 2	18,30
Setaccio 0,4	8,18
Setaccio 0,18	6,14
Setaccio 0,075	5,10

3. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, inferiore o uguale al 30% (B.U. n.34 - CNR del 28/03/73).

4. equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60 (B.U. n.27 - CNR del 30/03/72).

5. indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico). E' ammesso un I.P. max di 2 purché siano confermati i requisiti della miscela alle resistenze di compressione e di trazione.

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Sarà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante. Sarà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno), escluso quello a rapido indurimento.

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 3% e il 4% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità d'acqua nella miscela sarà quella determinata sperimentalmente in laboratorio confezionando provini (fustella CBR) e corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale d'acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Sarà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza cm.17,78, diametro cm. 15,24, volume cm³ 3242); per il confezionamento dei provini dovrà essere rispettato quanto previsto dalle Norme B.U. n.29 del 07/11/1992.

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da mm. 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0,25 N/mm² (UNI 6135/72). (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

Preparazione

La miscela sarà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti.

Posa in opera

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa sarà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dall'Impresa su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento) e sottoposta all'approvazione della D.L.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C , 18°C ed umidità relative al 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un'eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 , 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito, su richiesta della D.L. lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1 , 2 kg/m², in relazione alle temperature ambientali ed all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di densità dovrà essere eseguito con cadenza prevista dalla D.L. prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo del peso e del volume, gli elementi di dimensione superiore a mm 25.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di mm 25 e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15÷20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105÷110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione sarà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da mm 25.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre $\pm 20\%$; comunque non dovrà mai essere inferiore a $2,5 \text{ N/mm}^2$ per la compressione e $0,25 \text{ N/mm}^2$ per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm 1, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

ART. 47 – Strade: strati di base, di collegamento e di usura

CONGLOMERATI BITUMINOSI

Generalità

I conglomerati bituminosi, per qualsiasi impiego, saranno costituiti da miscele di aggregati lapidei, definiti dall'art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. fascicolo 4/1953, impastati previo loro preriscaldamento, con bitume a caldo ed eventuali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato.

I conglomerati bituminosi ed i loro componenti avranno caratteristiche diverse a seconda che siano impiegati nella stesa di strati di base, di collegamento e di usura.

Le prescrizioni e le caratteristiche dei materiali, per i vari tipi di impiego, saranno riportate nei paragrafi generici e specifici successivi.

Aggregato grosso

L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto da frantumazione e costituito da pietrischi, pietrischetti e dalle graniglie trattenute dal crivello da mm 5; gli elementi dovranno essere sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, di forma approssimativamente poliedrica e mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Il materiale dovrà essere classificato non idrofilo, secondo le Norme C.N.R., fascicolo 4/1953.

Aggregato fine

L'aggregato fine è costituito dalle frazioni delle graniglie passanti al crivello da mm 5 e dalle sabbie sia naturali, che preferibilmente di frantumazione le quali, comunque dovranno soddisfare quanto prescritto dall'art.5 delle Norme C.N.R. fascicolo 4/1953.

I tipi e le granulometrie dovranno essere idonei a conferire la necessaria compattezza al conglomerato ed in relazione ai valori di scorrimento ottenuti con le prove Marshall.

Additivi (fillers)

Saranno costituiti da polveri di roccia calcaree o da cemento o calce idrata o polveri di roccia asphaltica e dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n.80): passante in peso 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n.200): passante in peso 65% min.

Fillers diversi da quelli sopra indicati sono ammessi purché testati con prove e ricerche di laboratorio.

Bitume

Sarà esclusivamente del tipo semisolido e dovrà avere i requisiti di cui al citato art. "Qualità e provenienza dei materiali" alla voce bitumi.

Il bitume impiegato dovrà avere una "suscettibilità termica" più bassa possibile ed in ogni caso l' "Indice di penetrazione" del bitume, determinato secondo la Norma UNI 4163/1959, dovrà essere il più elevato possibile e comunque maggiore o uguale a -1.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento, usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato (dopes di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido-poliammine ottenute per reazione tra poliammide ed acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate da laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico-chimiche anche se sottoposto ad elevate e prolungate temperature.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180 °C senza perdere più del 20 % delle loro proprietà fisico-chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra 0.3% e 0.6% sul peso del bitume da trattare (da 0.3 Kg a 0.6 Kg per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconveniente alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume addittivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spoliatura (di miscele di bitume aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della norma A.S.T.M. D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua prevista dal Fascicolo C.N.R. B.U. n.138 del 15.10.1992 per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che sarà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste dal B.U. del C.N.R. fascicolo n.149 in data 15.12.1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (D%) del valore di resistenza meccanica e rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall come da norma B.U. del C.N.R. n.30/1973, ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" prevista dalla norma B.U. del C.N.R. n.134/1991).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder, ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per scarico dei gas combustibili di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni dei gas di scarico sul retro.

Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

Bitume modificato

Per applicazioni impegnative, e comunque, ogni qualvolta si riscontri, a giudizio insindacabile della D.L., l'esigenza di modificare le proprietà reologiche dei leganti bituminosi normali, e in ogni caso, di migliorare le caratteristiche prestazionali dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri di sintesi selezionati al fine di determinare:

- un aumento dell'intervallo di plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica;
- un aumento dell'adesione;
- un aumento della viscosità.

Le modifiche delle proprietà reologiche dovranno inoltre conseguire, nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza meccanica ed a fatica in grado rispettivamente di opporsi allo scorrimento tra gli inerti della miscela, anche alle alte temperature (ormaiamento) e nel contempo opporsi alla frattura del legante che tende a fessurarsi alle basse temperature (rottura a fatica).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego, dovranno ottenere il preventivo benestare della D.L.

L'immissione delle sostanze addittivanti nel bitume, dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Poiché il processo d'interazione chimico-fisica dell'elastomero col bitume è condizionato dall'origine del bitume, dalla scelta della temperatura di miscelazione, dal contenuto ottimale di polimero e dalla sua costanza qualitativa, sarà obbligo dell'Impresa presentare in tempo utile, una dettagliata relazione riguardante:

- qualità, caratteristiche, quantità ed affinità dei componenti il legante elastomerizzato;
- modalità e schemi operativi di produzione, nonché le temperature di processo, i tempi di miscelazione, i tempi utili di stoccaggio alle diverse temperature;
- i dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato che dovranno comunque rientrare fra quelli di seguito indicati:

BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI SBS	METODI DI PROVA	CARATTERISTICHE TIPICHE
Punto di rammollimento P.A.	B.U. - CNR 35/73	55-65°C

Penetrazione a 25°C	B.U. - CNR 24/71	50-70 dmm
Indice di penetrazione	UNI 4163/59	+0,5 - +2,5
Punto di rottura Fraass	B.U. - CNR 43/74	-15°C
Intervallo elasto-plastico	P.A. - Fraass	70°C
Duttilità a 25°C	B.U. - CNR 44/74	³ 100 cm.
Viscosità dinamica:		
A 60°C	ASTM D 3205	³ 2300 Pa * s.
A 160°C	ASTM D 3205	³ 0,25 - 0,40 Pa * s.
A 180°C	ASTM D 3205	³ 0.10 - 0.30 Pa * s.
Densità a 25/25°C	CNR 67/78	1,02 - 1,05
Ritorno elastico:		
a 10°C	vedi nota (1)	70%
a 25°C	vedi nota (1)	80%
Stabilità allo stoccaggio a caldo	vedi nota (2)	2°C

Temperature tipiche			
- Stoccaggio:	fino a circa 3 giorni	max	170°C
	fino a circa 15 giorni	"	140-150°C
	Prolungato	"	90-100°C
- Pompabilità			> 125°C
- Impasto			160-170°C
- Spruzzatura			165-170°C

Il dosaggio dei polimeri modificanti, sarà in funzione del gruppo e del tipo di polimero usato, della gradazione e della natura dei bitumi di base impiegati, degli aggregati e delle condizioni d'impiego delle miscele, comunque tale da garantire al bitume le caratteristiche prestazionali richieste.

Di norma la quantità varia dal 4% al 6% rispetto al peso del bitume.

I polimeri usati dovranno presentare una compatibilità con il bitume di base, evitando fenomeni di separazione e stratificazione; comunque il bitume modificato ottenuto dovrà presentare una omogeneità e stabilità nel tempo.

(nota 1) Determinazione del ritorno elastico dei bitumi modificati (Prova basata sul metodo DIN 52013)

1.a) Scopo della prova.

Questo metodo serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati, mediante misure dirette ed effettuate in determinate condizioni di prova sui provini sottoposti a deformazione di trazione nell'apparecchio duttilometro di cui alla Norma CNR B.U. n.44 del 29/10/1974.

1.b) Apparecchiatura di prova.

Si fa riferimento alla Norma CNR B.U. n.44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilometro e quella del provino di bitume in esame (CNR B.U. n.67 del 22/05/1978) devono essere praticamente uguali.

A tale scopo e all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcool metilico o cloruro di sodio.

1.c) Preparazione del campione.

Si rimanda alla Norma CNR B.U. 44/74, raccomandando di riscaldare il campione alla temperatura più bassa possibile e comunque non superiore a 150°C.

1.d) Preparazione dei provini.

Si rimanda alla Norma CNR B.U. 44/74.

1.e) Temperatura di prova.

La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra +5°C e +25°C, che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con tolleranza di $\pm 0,5^\circ\text{C}$; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: +10°C, +15°C, +25°C.

1.f) Esecuzione della prova.

Nel bagno d'acqua del duttilometro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provino agli appositi attacchi e si procede al mutuo allontanamento delle ganasce con la velocità costante di 5 dm/minuto $\pm 5\%$, fino ad un allungamento del provino pari a $20 \pm 0,1$ cm.

Si arresta allora il movimento d'allungamento e si lascia riposare il provino per 5 minuti, quindi lo si taglia a metà lunghezza con la forbice.

Dopo altri 60 minuti si misura il ritorno elastico R.E. che è dato dalla distanza formatasi tra le due estremità libere del provino, espresse in cm con l'approssimazione della prima cifra decimale.

La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile, quando il provino di bitume fra le due ganasce, sia nella fase d'allungamento sia in quella di ritorno libero, non viene mai a contatto con la superficie o con il fondo del bagno del duttilometro.

In difetto, la determinazione deve essere rifatta - dopo avere ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza - in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno.

1.g) Espressione dei risultati.

Per ogni determinazione normale, il ritorno elastico deve essere espresso come percentuale dell'allungamento del provino:

$$\text{R.E.}\% = 100 \text{ R.E.}/20$$

Il risultato R.E.% della prova, è dato dalla media aritmetica dei valori ottenuti con tre determinazioni normali, purché la maggiore differenza fra questi valori non superi il 15% di tale media.

In caso contrario si deve ripetere la prova e, se la discordanza persiste, si devono segnalare i 6 valori singoli e si assume come risultato della prova la media aritmetica dei 3 valori minori fra le 6 determinazioni normali effettuate.

Contestualmente al risultato deve essere precisata la temperatura alla quale la prova è stata eseguita.

(nota 2) Prova di verifica della stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo.

2.a) Scopo della prova.

Questo metodo serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo, e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

2.b) Apparecchiatura di prova.

- tubetti cilindrici di circa cm.3 di diametro e cm.16 d'altezza, di alluminio sottile, pieghevole, non verniciato;
- stufa con regolazione termostatica fino a 200°C, con precisione di $\pm 1^\circ\text{C}$;
- freezer;
- apparecchiatura per la determinazione del punto P.A. del bitume (CNR B.U. n.35/1973).

2.c) Procedimento.

Dopo aver chiuso un tubetto ad un'estremità, stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa cm.3 in modo da ottenere un fondo piatto, vi si versa g.75 circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria, e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 giorni alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di im-piego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di eguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiore e superiore si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

2.d) Espressione dei risultati.

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

2.e) Valutazione ed accettazione dei risultati.

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la suddetta differenza non supera i 2°C.

a.8) Conglomerato bituminoso a caldo modificato all'impianto con composti polimerici.

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti delle stesse caratteristiche del conglomerato che si deve produrre impastata a caldo con bitume di base; la modifica avviene mediante composti polimerici precostituiti immessi direttamente nel mescolatore dell'impianto in quantità variabili in funzione del tipo di lavorazione che si vuole produrre e posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Il composto polimerico deve essere immesso nel mescolatore dell'impianto immediatamente dopo lo scarico degli inerti, ritardando la spruzzatura del legante di almeno 10 secondi. L'immissione del composto polimerico nel mescolatore deve essere effettuata mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, che consentano di mantenere con precisione la prevista percentuale di modifica del bitume definita in fase di studio, anche in presenza di variazioni di produzione della miscela.

La temperatura ed il tempo totale di miscelazione dell'impasto (inerti+composto polimerico e inerti+composto polimerico+bitume) devono essere tassativamente $\geq 165^{\circ}\text{C}$ e ≥ 35 secondi.

BITUME + COMPOSTO POLIMERICO

Nella tabella seguente sono riportate le aggiunte in parti di peso (p.p.) indicative del composto polimerico riferito al bitume di base e per il tipo di lavorazione:

Miscela bitume/polimero		
	Modifica Soft (p.p.)	Modifica Hard (p.p.)
Bitume di base	95	94 / 90
Composto Polimerico	5	6 / 10

Lavorazioni ammesse con i composti in funzione della modifica:

- Modifica Soft.
- Miscela di base, binder, usura.
- Modifiche Hard.
- Miscela di base, binder, usura, microtappeto.

BITUME "SOFT" – LEGANTE "B"

(% di Modificante ($^{\circ}$) $\geq 4\%$)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	01 mm	EN 1426 - CNR 24/71	50-70
Punto di rammollimento ($^{\circ}$) valore minimo P.A.	$^{\circ}\text{C}$	EN 1427 - CNR 35/73	$\geq 14/50$
Punto di rottura (Fraass) max	$^{\circ}\text{C}$	CNR 43/74	≤ -10
Viscosità dinamica a 160°C $\gamma=100\text{ S-1}$ max	PA.5	SN 67.1722a	≤ 0.4

Ritorno elastico a 25 °C 50 mm/min	%	DIN 52013: (CNR 44/74 modif.)	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3 gg. a 180°C a Punto di rammollimento max	°C	Vedi norma specifica	≤ 3
Valori dopo RTFOT (°°)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C max +-	%	CNR 54/77	≤ 0.8
Penetrazione residua a 25°C max	%	EN 1426 CNR 24/71	≤ 40
Incremento del Punto di rammollimento max	°C	EN 1427 CNR 35/73	≤ 8

(°) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBSr, SBSi, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(°°°) Rolling Thin Oven Test. A Punto di rammollimento.

STRATI DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.

Lo spessore della base sarà prescritto nei tipi di progetto e qualora ne sia previsto l'impiego per allargamenti di carreggiata e per realizzare i necessari raccordi e correzioni alla sagoma stradale, detto spessore potrà essere variabile da punto a punto secondo quanto sarà prescritto dalla Direzione Lavori.

Pur valendo le prescrizioni generali citate al paragrafo "Conglomerati bituminosi", di seguito sono indicate le caratteristiche specifiche richieste dalla miscela costituente lo strato di base:

Materiali inerti

L'aggregato grosso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (B.U. del CNR n.34/1973) eseguita sulle singole pezzature uguale o inferiore al 30%;
- la sua quantità espressa in peso, in ogni modo non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti;
- la dimensione massima dell'aggregato sarà stabilita dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato.

È ammessa la presenza di ghiaie e ghiaietti fino ad un massimo del 50% in peso.

L'aggregato fine dovrà avere un equivalente in sabbia (B.U. del CNR n.27/1972) uguale o superiore a 50.

Legante

Il bitume dovrà presentare una caratteristica di penetrazione 80,100 dmm. salvo diversa disposizione della D.L.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica di norma continua ed uniforme, contenuta nei limiti del seguente fuso:

<u>Serie crivelli e setacci U.N.I.</u>	<u>Passante: % totale in peso</u>
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 tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. - C.N.R. n.30/1973 eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a kg.700;
- lo scorrimento Marshall, misurato sugli stessi provini, dovrà essere compreso fra 2 e 4 mm, inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250 Kg/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui B.U. - CNR n.29/1973 compresi fra il 4% e 7%.

STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI RISAGOMATURA

Pur valendo le prescrizioni generali citate al paragrafo "Conglomerati bituminosi", di seguito vengono indicate le caratteristiche specifiche richieste:

Materiali inerti

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (B.U. del CNR n.34/1973) eseguita sulle singole pezzature uguale o inferiore al 25%;
- coefficiente di imbibizione, secondo norme CNR fascicolo 4/1953, inferiore a 0,015;
- la dimensione massima dell'aggregato sarà stabilito dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato e comunque non superiore ai 2/3 di detto spessore.

L'aggregato fine dovrà avere un equivalente in sabbia (B.U. del C.N.R. n.27/1972) uguale o superiore a 50;

Legante

Il bitume dovrà presentare una caratteristica di penetrazione 80,100 dmm salvo diversa disposizione della D.L.

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica di norma continua ed uniforme, contenuta nei limiti del seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	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

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

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall (B.U.-C.N.R. n.30/1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a Kg.900;
- lo scorrimento Marshall (B.U.-C.N.R. n.30/1973) misurato sugli stessi provini dovrà essere compreso fra 2 e 4 mm. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 Kg/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3,7% (B.U.-C.N.R. n.29/1973).

STRATI DI USURA

Formazione di pavimentazione per vialetti, piste ciclabili, strade bianche rurali e varie mediante impiego di conglomerato (tipo Sacatrasparent) ottenuto con leganti trasparenti a basse temperature, con la scelta da parte del D.L. degli inerti impiegati e steso in opera a caldo con vibrofinitrice e cilindatura a rullo idoneo per lo spessore finito di 5cm. Confezionato con apposito impianto, il conglomerato sarà costituito da una miscela di inerti onde ottenere la tipologia drenante con percentuale di vuoti > 20% oppure chiusa. Il legante trasparente dovrà essere in ragione del 4,5 – 6% sul peso degli aggregati a bassa temperatura e modificato con SBS.

Stendimento del materiale a mano o con apposita vibrofinitrice a caldo a temperatura tiepida previa preparazione del piano di posa con pulizia e successiva distribuzione, ove fosse necessario, velo di ancoraggio. Il tutto per dare un lavoro finito a regola d'arte.

ART. 48 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli

Per tutti gli altri lavori non specificati e descritti nei precedenti articoli, ma previsti nella realizzazione dell'opera, **si rimanda alle prescrizioni contenute nella descrizione particolareggiata delle singole voci di elenco prezzi, agli elaborati grafici di progetto ed alle relative specifiche tecniche.**

CAPITOLO III – NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART. 49 – Norme generali per la valutazione dei lavori

Si premette che i lavori saranno liquidati in base alle categorie di lavoro a corpo e/o a misura fissate nello *Schema di contratto*, così come modificate ed aggiornate a seguito dell'esperimento della gara ad offerta prezzi unitari.

Resta stabilito, innanzitutto che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni di consistenza delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione, mediante quote, prospetti e quant'altro necessario, delle quantità parziali e totali di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e/o cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario controllo e verifica sulla base delle misurazioni effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione risulterà indispensabile per la predisposizione degli stati di avanzamento lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Tutto ciò premesso e stabilito si precisa quanto segue:

- i lavori da compensare a misura saranno liquidati secondo le misure geometriche o a numero o a peso in relazione a quanto previsto nel relativo elenco dei prezzi unitari;
- i lavori da compensare a corpo saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche o a numero o a peso in relazione a quanto previsto nel relativo elenco dei prezzi unitari e liquidati in percentuale per confronto con le quantità rilevabili dagli elaborati di progetto così come modificati ed aggiornati a seguito dell'esperimento della gara ad offerta prezzi unitari; per la predisposizione dei S.A.L. il corrispettivo da accreditare è dato dalla parte percentuale del totale prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura.

I lavori a corpo ed a misura saranno pertanto rispettivamente controllati e liquidati in base alle misure fissate dal progetto, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Limitatamente ai lavori a misura e soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni, se ne terrà conto in sede di contabilizzazione.

Senza una specifica deroga da parte della Direzione Lavori, non saranno per contro tollerate dimensioni minori di quelle previste, le quali potranno essere motivo di completo rifacimento a carico dell'Impresa.

Le norme di misurazione contenute nel presente capitolo sono pertanto relative al solo controllo delle categorie di lavoro da compensarsi a corpo, mentre comprendono anche la liquidazione delle categorie di lavoro da compensarsi a misura; tali norme assumono carattere generale in relazione all'esecuzione delle varie categorie di lavoro e pertanto in caso di difformità tra esse e quanto

specificatamente indicato nelle singole voci di elenco prezzi unitari, queste ultime sono da intendersi preminenti rispetto alle prime.

ART. 50 – Norme per la valutazione delle opere civili

MOVIMENTI DI MATERIE

La consistenza degli scavi, dei rilevati e dei rinterri verrà rilevata con il metodo delle sezioni ragguagliate. L'Appaltatore eseguirà, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote dei profili e sezioni. In base a tali rilievi, ed a quelli da praticarsi ad opere finite od a parti di esse, purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni di tipo ed alle quote di progetto, si determinerà il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Scavi di sbancamento, a sezione ristretta e di fondazione: tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Stazione Appaltante. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori, ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Appaltatore dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il compenso comprende tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il loro trasporto su aree procurate a cure e spese dell'Appaltatore;
- lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza e gli esaurimenti d'acqua negli scavi di sbancamento.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e per salvaguardare l'incolumità degli operai; il relativo onere si intende compreso nei compensi.

L'Appaltatore è tenuto a coordinare opportunamente (per campioni) la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, poiché gli oneri relativi sono da intendersi compensati con i prezzi contrattuali.

Nessun compenso spetterà all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi, anche di sbancamento, siano da eseguirsi "a campione".

Gli scavi a sezione ristretta per la posa delle condotte, saranno compensati sulla base delle tipologie di sezioni indicate negli elaborati di progetto e di quelle che potranno essere eventualmente ordinate dalla Direzione Lavori, all'atto dell'apertura dei cavi, sulla base dell'effettiva consistenza e stabilità dei terreni; in ogni caso l'altezza considerata per la sezione di scavo sarà costante su tutto l'ingombro trasversale della sezione e pari a quella misurata in corrispondenza dell'asse di tracciamento della condotta.

Gli scavi di fondazione saranno quantificati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove possibile, anche con pareti a scarpa, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né successivo riempimento che l'Appaltatore eseguirà a propria cura e spese.

Nel compenso degli scavi di fondazione è compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel compenso degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

Scavi subacquei e prosciugamenti: saranno quantificati a metro cubo con le norme e modalità prescritte nel presente articolo e per zone successive a partire dal piano di livello a quota 0,20 m. sotto il livello normale delle acque stabilitesi nei cavi procedendo verso il basso. Pertanto la quantificazione dello scavo eseguito nei limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa.

Nel caso che la Stazione Appaltante si avvalga della facoltà di eseguire gli esaurimenti e prosciugamenti dei cavi, ovvero di quella di disporre l'impiego di attrezzature speciali tipo well-point, lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà quantificato come scavo all'asciutto.

Letto di posa e rinfiacco delle condotte: saranno quantificati a metro cubo come di sopra definito, con detrazione del volume occupato dalle tubazioni, senza tener conto della riduzione di volume che il materiale posto in opera subirà, rispetto al volume che occupava allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Di norma verranno realizzati con impiego di materiale proveniente da cava di prestito e preventivamente accettato dalla Direzione Lavori, salvo espressa e specifica autorizzazione di quest'ultima all'impiego del materiale proveniente dagli scavi.

Nel compenso si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, le spese per permessi, oneri e diritti per estrazioni dai fiumi e simili e da aree demaniali e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per scavi di sbancamento.

Rinterri e rilevati: l'area delle sezioni di rinterro e di rilevato verrà computata rispetto al piano di campagna di prima pianta, ma senza tener conto del cedimento da questo subito per effetto del compattamento meccanico o per naturale assestamento, né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Appaltatore superasse le sagome fissate dalla Direzione dei Lavori, il maggiore rinterro o rilevato non verrà quantificato e l'Appaltatore, se ordinato dalla Direzione dei Lavori, rimuoverà, a sua cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione dei Lavori.

L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista per il loro reimpiego a rinterro od a rilevato, è compreso e già compensato. Qualora l'Appaltatore, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto dalla Direzione dei Lavori, potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 o A.3 (classifica C.N.R. - UNI 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

BLINDAGGIO

La consistenza del blindaggio, comprensiva di ogni onere, è quantificata con la superficie di parete di scavo effettivamente contrastata e sorretta.

MURATURE E CONGLOMERATI

Murature in genere: tutte le murature in genere saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul viso dei muri, esclusi cioè intonaci e dedotti i vani (non si eseguiranno deduzioni per vani di luce inferiore a 16 cmq), nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere misurati a parte.

Nel compenso di tutte le opere in muratura, tanto in fondazione quanto in elevazione, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa o scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza e profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature.

Nel compenso delle murature di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con parametro di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri: tale rinzafo sarà sempre eseguito e compreso anche a tergo dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni; è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque e delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature dovranno essere realizzate senza alcun compenso aggiuntivo.

Calcestruzzi, smalti, cementi armati e cappe: calcestruzzi per fondazioni, murature, volti, ecc., smalti e cementi armati, costituiti da getto in opera, saranno in genere quantificati a metro cubo di calcestruzzo, (escluso il ferro da impiegare per i cementi armati, che verrà quantificato a parte a peso ed a chilogrammo) e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore, o al più uguale, a 10 cm.

I calcestruzzi, gli smalti ed i cementi armati costruiti di getto fuori d'opera, saranno quantificati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume del ferro per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali od altri pezzi consimili, ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte il ferro occorrente per le armature dei cementi armati.

Sono compresi nei compensi gli stampi di ogni forma, casseri, casseforme o cassette per il contenimento del calcestruzzo, armature in legname di ogni sorta grandi e piccole per sostegno degli stampi, palchi di portata.

Intonaci, stucchi e rabbocature: intonaci e stucchi di qualunque genere, a superficie piana e/o curva, saranno quantificati a metro quadrato, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo, dei muri per le lesene, riquadri, fasce, bugne e simili, purché le rientranze e sporgenze non superino 10 cm.

DEMOLIZIONI DI MURATURE

Nei compensi sono compresi tutti gli oneri relativi a tale categoria di lavoro.

In particolare sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Appaltatore.

La consistenza della demolizione di murature verrà quantificata a metro cubo di volume dell'effettiva parte demolita.

La demolizione dei fabbricati di ogni tipo e struttura, verrà quantificata a metro cubo di vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto.

Rimane a carico dell'Appaltatore l'onere delle demolizioni dei pavimenti del piano terreno, delle fondazioni di qualsiasi genere, fino alla profondità indicata dalla Direzione dei lavori.

La demolizione delle strutture di fondazione dei fabbricati in c.a., verrà quantificata come la demolizione di murature entro e fuori terra.

I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Appaltatore che potrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione dei Lavori e trasporterà alla discarica i materiali non riutilizzabili, a sua cura e spese.

CASSEFORME

Il compenso per le strutture provvisorie quali casseforme, armature, ponteggi di sostegno, ecc., è compreso in quello del relativo corpo d'opera ed è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc., nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Le casseforme per getti in conglomerato cementizio, semplice od armato, qualunque sia il tipo (in legname, in metallo, fisse o rampanti, ecc.) saranno quantificate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto con il conglomerato, ad opera finita.

FERRO TONDO PER CALCESTRUZZO

Il peso del ferro dell'acciaio di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici, ordinati, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature e moltiplicandolo per il peso unitario delle tabelle ufficiali UNI).

Nel compenso, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei lavori curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

CARPENTERIE METALLICHE PER STRUTTURE IN GENERE

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati in base al peso effettivamente determinato prima della posa in opera, mediante pesatura diretta a spese dell'Appaltatore o mediante dati riportati da tabelle ufficiali UNI. Nel compenso sono compresi pure, oltre alla fornitura, la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, la chiodatura e ribattitura, la bullonatura, il fissaggio alle strutture in c.a. o muratura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, le necessarie assistenze murarie, gli sfridi di lavorazione, nonché i trattamenti protettivi superficiali ed i relativi ritocchi finali.

INTONACI

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate. Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio od ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

SMALTI, TRATTAMENTI PROTETTIVI, TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

La quantificazione della consistenza degli smalti, delle cappe di asfalto, delle impermeabilizzazioni e delle verniciature, verrà fatta tenendo conto dell'effettiva superficie curva o piana trattata, senza

effettuare deduzioni di vani di superficie inferiore a m² 1,00, e senza tener conto di rientranze o sporgenze dal vivo muro che non superino i cm 10.

Il compenso comprende il trasporto, le forniture, ivi compresi gli eventuali additivi, ponteggi, centine, grappe, finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, ripresa di eventuali irregolarità e di tracce, sfilatura e rinfilatura di infissi, ecc. e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Nel compenso è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osservano le norme seguenti:

-per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro.

E compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

-per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;

-per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;

-per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera sarà computato due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce verniciabili.

ART. 51 – Norme per la valutazione delle condotte

TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN PAED

La fornitura e la posa dei tubi in Polietilene ad alta Densità sarà quantificata al metro lineare di tubazione effettivamente posata all'interno dello scavo (misurato in opera); nel compenso della posa in opera delle tubazioni si intende compreso e compensato ogni onere per lo scarico, eventuale immagazzinaggio, sfilamento, assiematura, saldatura, per il lavaggio della condotta, per le prove, anche ripetute, sia a condotta seminterrata che a condotta completamente coperta, per la fornitura e messa in opera dei pezzi speciali (anelli, manicotti, spezzoni, ecc.) eventualmente necessari per riparare rotture dei tubi senza la sostituzione completa del pezzo danneggiato, qualora ciò sia ammesso dalla Direzione dei Lavori.

Si intendono altresì compresi e compensati tutti gli oneri provenienti da eventuali necessità, negli scavi, di sbadacchiature e puntellamenti di qualsiasi genere.

Fornitura della condotta

La fornitura dei tubi si intende franco cantiere, su autocarro. Il compenso è comprensivo di tutti gli oneri relativi ai collaudi in fabbrica e sarà contabilizzato come segue:

- **50%** all'arrivo in cantiere dei tubi, dopo l'avvenuta accettazione in fabbrica;
- **40%** dopo la posa in opera;
- **10%** ultimate con esito favorevole le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi motivo, compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo della posa.

Fornitura di pezzi speciali per tubazioni

La fornitura dei pezzi speciali quali curve prestampate, codoli, raccordi o derivazioni a TEE si intende franco cantiere, su autocarro. Il compenso da applicare per ogni singolo pezzo è comprensivo di tutti gli oneri relativi ai collaudi in fabbrica e sarà contabilizzato come segue:

- **50%** all'arrivo in cantiere dei pezzi speciali, dopo l'avvenuta accettazione in fabbrica;
- **40%** dopo la posa in opera;
- **10%** ultimate con esito favorevole le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi motivo, compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo della posa.

Posa in opera della condotta

Il compenso a metro lineare per la posa in opera della condotta si applica per metro effettivo di sviluppo, comprensivo anche dei pezzi speciali con esclusione soltanto degli apparecchi inseriti.

L'iscrizione in contabilità della posa in opera delle tubazioni e pezzi speciali avrà luogo come segue:

- **70%** con posa effettuata nello scavo e nei manufatti;
- **30%** ultimate con esito favorevole le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi motivo, compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo della posa. Restano a completo carico dell'Appaltatore gli oneri derivanti da eventuali riaperture dei cavi, sgombrò, prosciugamento, rinterro, ecc.

Piping ed accessori metallici della condotta

La fornitura, costruzione e trasporto a piè d'opera e le successive lavorazioni di pezzi speciali per piping ed accessori vari della condotta saranno compensate a chilogrammo in base al peso effettivo.

Il prezzo sarà corrisposto come segue:

- **40%** all'approntamento degli elementi in cantiere;
- **50%** all'avvenuto montaggio in opera;
- **10%** ultimate con esito favorevole le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi

motivo, compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo della posa.

Verniciature epossidiche

Le verniciature di tipo epossidico in qualsiasi modo applicate (a pennello, a rullo ed a spruzzo) saranno quantificate, dopo la posa, per metro quadrato di superficie verniciata secondo i seguenti criteri:

- tubazioni: si considererà la superficie effettivamente verniciata misurata in opera;
- accessori metallici delle tubazioni: per le corniere, appoggi, passerelle, mensole, pulvini, ecc. sarà considerato il loro peso effettivo.

I relativi prezzi unitari saranno interamente corrisposti a lavori ultimati.

SPINGITUBO

Gli attraversamenti in spingitubo saranno contabilizzati a corpo nel rispetto degli elaborati progettuali, con particolare riferimento al rispetto delle quote del profilo di progetto; l'opera si intende completa all'effettuazione di tutte le finiture previste dagli elaborati progettuali, della demolizione del muro di spinta e dei ripristini dei terreni circostanti.

Il prezzo a corpo sarà corrisposto come segue:

- **20%** al completamento delle camere di spinta e di arrivo;
- **40%** all'avvenuta posa del controtubo in acciaio;
- **40%** al completamento dei ripristini e delle finiture previste in progetto.

ART. 52 – Norme per la valutazione delle apparecchiature idrauliche

VALVOLE IN GENERE

Saranno valutate applicando il prezzo unitario corrispondente nel computo metrico estimativo offerto, comprensivo della posa in opera. Le valvole saranno provate idraulicamente secondo le norme UNI 1284.

I prezzi unitari saranno corrisposti per il **40%** all'arrivo in cantiere dopo l'avvenuta accettazione in officina dei materiali da parte della Direzione dei Lavori e per il **60%** a montaggio avvenuto.

GIUNTI COMPENSATORI, DI SMONTAGGIO O DI DILATAZIONE

Saranno valutati applicando il prezzo unitario corrispondente nel computo metrico estimativo offerto, comprensivo della posa in opera. I giunti saranno provati idraulicamente in opera unitamente alle condotte. Tutti gli oneri derivanti dalle eventuali sostituzioni dei materiali difettosi, nonché di quelli relativi al rifacimento delle prove, saranno a carico dell'Appaltatore. Il prezzo sarà corrisposto per il **40%** all'arrivo in cantiere dopo l'avvenuto controllo in officina da parte della Direzione dei Lavori e per il **60%** a montaggio avvenuto.

Tutti gli oneri derivanti dalla eventuale sostituzione dei materiali difettosi nonché quelli relativi al rifacimento delle prove, saranno a carico dell'Appaltatore.

ART. 53 – Modalità di contabilizzazione

Il contratto è stipulato **a corpo** e/o **a misura**.

Le opere da compensare **a corpo**, sono tutte quelle descritte nello *Schema di contratto*, così come identificate o ricavabili dai disegni allegati al progetto, da impiegarsi per la quantificazione degli acconti in corso d'opera.

Il compenso relativo alle opere a corpo resta fisso ed invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sul valore attribuito alla quantità e alla qualità dei lavori.

L'importo a corpo, ai fini del pagamento in corso d'opera, viene disaggregato nelle sue componenti principali come indicato nello *Schema di contratto*.

Per ognuno dei corpi d'opera e per le lavorazioni omogenee, viene indicato il relativo importo e l'aliquota percentuale riferita all'ammontare complessivo del prezzo a corpo di contratto.

Si definisce aliquota del corpo d'opera l'incidenza percentuale del suo importo rispetto a quello dell'intera opera appaltata a corpo.

Nel libretto delle misure sarà di volta in volta registrata la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni corpo d'opera e lavorazione omogenea in cui l'intero lavoro è suddiviso.

Gli importi che l'Appaltatore maturerà ad ogni Stato di Avanzamento Lavori saranno contabilizzati moltiplicando le percentuali eseguite delle aliquote di incidenza delle opere per l'importo delle opere a corpo a base di contratto.

Le progressive quote percentuali delle varie opere a corpo eseguite, sono apprezzate secondo valutazioni autonomamente effettuate dal Direttore dei Lavori, il quale potrà trovare un riscontro anche nel computo metrico di progetto esecutivo, pur non essendo tale documento parte della documentazione contrattuale

Le opere da compensare **a misura**, sono tutte quelle descritte nello *Schema di contratto*, così come identificate o ricavabili dai disegni allegati al progetto.

La contabilizzazione dei lavori a misura è effettuata in conformità alle disposizioni vigenti attraverso la registrazione delle misure rilevate direttamente in cantiere dal personale incaricato. Le misurazioni e i rilevamenti sono fatti in contraddittorio tra le parti; tuttavia se l'Appaltatore rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il Direttore dei Lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o i brogliacci suddetti. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e di rettifica, anche in occasione delle operazioni di collaudo, delle misurazioni effettuate.

I documenti contabili da adottare per l'accertamento e la contabilizzazione dei lavori in appalto sono quelli previsti dall'art. 14 del D.M.II.TT. n.49 del 7 marzo 2018.

Il calcolo dell'acconto verrà quindi effettuato sommando gli importi ottenuti moltiplicando le percentuali di avanzamento dei singoli corpi d'opera alle corrispondenti aliquote del compenso a

corpo, ed inoltre aggiungendo gli importi ricavati moltiplicando le quantità dei lavori a misura per i rispettivi prezzi offerti.

Il corrispettivo relativo all'attuazione del piano di sicurezza e coordinamento verrà liquidato proporzionalmente all'importo dei lavori maturato come sopra contabilizzato.